



**Universidad
de La Laguna**

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA (E.P.S.I.)**

SECCIÓN DE INGENIERÍA AGRARIA

**GRADO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
Y DEL MEDIO RURAL**

**Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades
de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos
marcos de plantación bajo invernadero**



DAVID FABEIRO SOLSONA
EN SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA
JULIO DE 2020

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

AUTORIZACIÓN DEL TRABAJO FIN DE GRADO POR SUS DIRECTORES CURSO 2019/2020

DIRECTOR – COORDINADOR: D. Isidoro Jesús Rodríguez Hernández
DIRECTOR: D^a María Teresa Ramos Domínguez

como Director/es del alumno/a David Faberio Solsona en el TFG titulado:
“Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti en dos marcos de plantación bajo invernadero (Cucurbita pepo)”
nº de Ref 6

doy/damos mi/nuestra autorización para la presentación y defensa de dicho TFG, a la vez que confirmo/confirmamos que el alumno ha cumplido con los objetivos generales y particulares que lleva consigo la elaboración del mismo y las normas del Reglamento de Trabajo Fin de Grado de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería.

La Laguna, a 26 de junio de 2020.

Fdo:.....

(Firma de los directores)

SR. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE TRABAJO FIN DE GRADO

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Document Id: 2595459 Verification code: g/fdXX3J

Signed by: Isidoro Jesús Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Date: 28/08/2020 11:38:55

María Teresa Ramos Domínguez
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

28/08/2020 11:48:52

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar me gustaría agradecer por su dedicación, disponibilidad y ayuda a mis tutores de este ensayo, D. Isidoro Jesús Rodríguez Hernández y D^a María Teresa Ramos Domínguez.

También agradecer a mi familia, que siempre a estado apoyándome a lo largo de toda la carrera.

Agredecer también su ayuda a todo el personal de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, en especial a Fernando Delgado Benitez, por sus consejos y su colaboración a la hora de realizar este proyecto.

Dar las gracias a todos aquellos amigos que me han ayudado con este proyecto de una u otra manera, en especial a Javi Jurado Bello, Sara Amaral Alonso, María Pascual Alvarez, David León Rodríguez y Elena Delgado de la Rosa.

ÍNDICE

1-INTRODUCCIÓN.....	1
2-OBJETIVOS	2
3-REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1-GENERALIDADES	3
1.1. ORIGEN E HISTORIA	3
1.2. USOS Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	4
1.3 IMPORTANCIA ECONÓMICA	6
2-TAXONOMÍA	12
3-MORFOLOGÍA	13
3.1. RAÍZ	13
3.2. TALLO.....	13
3.3. HOJA	14
3.4. FLOR	15
3.5. FRUTO.....	17
3.6. SEMILLAS	18
4- FISIOLÓGÍA	19
4.1. FISIOLÓGÍA DEL CRECIMIENTO VEGETAL	19
4.2. FISIOLÓGÍA FLORAL	19
4.3. FISIOLÓGÍA DE LA FRUCTIFICACIÓN.....	21
5-MATERIAL VEGETAL	22
6-PROPAGACIÓN.....	24
7-NECESIDADES EN CLIMA Y SUELO	25
7.1. TEMPERATURA	25
7.2. HUMEDAD	26
7.3. LUMINOSIDAD.....	26
7.4. SUELO	26
8-SISTEMAS DE CULTIVO	27
8.1. SISTEMA AL AIRE LIBRE.....	27
8.2. SISTEMAS DE SEMIFORZADO: ACOLCHADO Y TÚNELES	27
8.3. SISTEMA FORZADO: INVERNADERO	28
9-CICLOS DE CULTIVO	29
10-SIEMBRA	30
11-PREPARACIÓN DE LA PLANTACIÓN	31

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

11.1 PREPARACIÓN DEL SUELO	31
11.2 PLANTACIÓN	31
12-LABORES DE CULTIVO	33
12.1. ACLAREO	33
12.2. REPOSICIÓN DE MARRAS	33
12.3. APORCADO	33
12.4. ENTUTORADO	33
12.5. FERTILIZACIÓN	34
12.6. PODA	34
12.7. POLINIZACIÓN	35
12.8. RIEGO	35
13-RECOLECCIÓN	37
14-POST-COSECHA	38
15-COMERCIALIZACIÓN	39
16-MEJORA GENÉTICA	44
17-FISIOPATÍAS, CARENCIAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES	46
17.1. FISIOPATÍAS Y CARENCIAS	46
17.2. PLAGAS	49
17.3. ENFERMEDADES	51
4- PARTE EXPERIMENTAL	56
1-MATERIAL Y MÉTODOS	56
1.1. LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO	56
1.2. TIPO DE INVERNADERO	57
1.3. DISEÑO EXPERIMENTAL	57
1.4. MATERIAL VEGETAL	58
1.5. AGUA Y SUELO	59
1.6. CONDICIONES AMBIENTALES	60
1.7. SEMILLEROS Y TRANSPLANTE	61
1.8. RIEGO Y FERTILIZACIÓN	63
1.9. LABORES CULTURALES	64
1.10. RECOLECCIÓN Y CLASIFICACIÓN	66
1.11. PLAGAS Y ENFERMEDADES	69
1.12. DATOS ESTADÍSTICOS	72
2- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	73
2.1. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN	73

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

2.2. PRECOCIDAD	74
2.3. FLORACIÓN	75
2.4. VARIABLES CUANTITATIVAS	76
2.5. RENDIMIENTO	80
2.6. MORFOLOGÍA	81
5-CONCLUSIONES	80
6- BIBLIOGRAFÍA	82
7. ANEJOS	86
7.1. ANEJO ESTADÍSTICO	86
7.2. ANEJO FISIOLÓGÍA DE LA FLORACIÓN Y LA FRUCTIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA Y EL TIEMPO DE CULTIVO	87

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

TÍTULO: ENSAYO AGRONÓMICO COMPARATIVO, DE DOS VARIEDADES DE CALABACÍN SPAGHETTI (*CUCURBITA PEPO*), EN DOS MARCOS DE PLANTACIÓN BAJO INVERNADERO

AUTOR: Fabeiro Solsona, D; Rodríguez Hernández, I; Ramos Domínguez, M. T.

PALABRAS CLAVE: *Orangetti*, *Vegetable Spaghetti*, morfotipo Vegetable Marrow, parámetros productivos, morfología.

RESUMEN

Cucurbita pepo es una hortaliza ampliamente cultivada en el mundo, que cuenta con una gran cantidad de variedades que poseen distintas formas y colores. En los últimos años, han aparecido en el mercado nuevas variedades, del morfotipo Vegetable Marrow, denominadas comúnmente calabacín *spaghetti*. Las cuales presentan como peculiaridad que a diferencia de la mayoría de calabacines estos pueden recolectarse y consumirse, con el fruto maduro, presentando una pulpa que al hornearla se queda en forma de hebras similares a la de los espaguetis de pasta. Debido a la poca información que hay en nuestro país sobre estas variedades se decidió iniciar un estudio comparativo bajo invernadero entre dos de estas variedades, ‘Orangetti’ y ‘Vegetable Spaghetti’. Este ensayo se llevo a cabo en las instalaciones de la Sección de Ingeniería Agraria de la Escuela Superior de Ingeniería, de la Universidad de La Laguna, situada a una altitud de 550 m sobre el nivel del mar. El ensayo fue llevado a cabo aplicando un diseño estadístico en bloques al azar con plantas borde. La siembra se realizó en semilleros protegidos, en bandejas de poliestireno y con un sustrato a base de turba. Ambas variedades mostraron una excelente germinación, ‘Orangetti’ con un 94,29 % y ‘Vegetable Spaghetti’ con un 97,69 %. Durante el cultivo se emplearon dos marcos de plantación, de 1 x 1 m² y otro de 0,5 x 1 m². El cultivo transcurrió con normalidad y durante su desarrollo se realizaron las labores oportunas y llegado el momento de maduración de los frutos estos fueron recogidos tomando datos de los parámetros peso, longitud y anchura. Estos datos fueron analizados a través del programa IBM SPSS Statics 2019. Lo que permitió comprobar que no había diferencias significativas, para los parámetros longitud, anchura y peso de los frutos para las dos variedades y los dos marcos de plantación. Además se analizó la precocidad, la floración y el rendimiento por planta y por unidad de superficie. Esto nos permitió comprobar que respecto a la precocidad tampoco se produjo diferencias, apareciendo los primeros frutos a los 54-56 días y comenzando a recolectarse a los 72-75 días. En la floración la aparición de las primeras flores fue similar, entre los 44-51 días para las flores masculinas y en todos los casos aparecieron el día 47 las primeras flores femeninas, el porcentaje de flores femeninas respecto a las masculinas fue siempre inferior. Respecto a las producciones, el rendimiento fue muy similar, siendo de 29 t/ha para ‘Vegetable Spaghetti’ en ambos marcos de plantación, y ‘Orangetti’ con 34 t/ha para el marco 0,5 x 1 m² y de 37 t/ha para 1 x 1 m². En conclusión, tanto ‘Vegetable Spaghetti’ como ‘Orangetti’ se adaptaron bien a nuestras condiciones, obteniéndose producciones similares a los conseguidos en otras zonas que se dedican a su cultivo y abre una nueva perspectiva desde el punto de vista gastronómico.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

TITLE: COMPARATIVE AGRONOMIC ASSAY, OF TWO VARIETIES OF SPAGHETTI SQUASH (CUCURBITA PEPO), IN TWO PLANT FRAMES UNDER GREENHOUSE

AUTHOR: Fabeiro-Solsona, D; Rodríguez-Hernández, I; Ramos-Domínguez, M. T.

KEYWORDS: Orangetti, Vegetable Spaghetti, Vegetable Marrow morphotype, productive parameters, morphology.

ABSTRACT

Cucurbita pepo is a widely cultivated vegetable in the world, which has a large number of varieties that have different shapes and colors. In recent years, new varieties of the Vegetable Marrow morphotype, commonly called spaghetti squash, have appeared on the market. They present as a peculiarity that unlike most squash, these can be collected and consumed, with the ripe fruit, presenting a pulp that when baked remains in the form of strands, similar to the spaghetti traditional. Due to the little information that exists in our country about these varieties, it was decided to start a comparative study under greenhouse between two of these varieties, 'Orangetti' and 'Vegetable Spaghetti'. This test was carried out in the facilities of the Section of Agricultural Engineering of the Higher School of Engineering, of the University of La Laguna, located at an altitude of 550 m above sea level. The trial was carried out applying a statistical design in random blocks with edge plants. The sowing was carried out in protected seedbeds, in polystyrene trays and with a peat-based substrate. Both varieties showed excellent germination, 'Orangetti' with 94.29% and 'Vegetable Spaghetti' with 97.69%. During the cultivation, two plantation frames were used, 1 x 1 m² and another of 0.5 x 1 m². The cultivation proceeded normally and during its development, the appropriate work were carried out and at the time of ripening of the fruits, these were collected taking data on the parameters weight, length and width. These data were analyzed through the IBM SPSS Statics 2019 program. This allowed verifying that there were no significant differences, for the parameters length, width and weight of the fruits for the two varieties and the two planting frames. In addition, precocity, flowering and yield per plant and per unit area were analyzed. This allowed us to verify that regarding precocity there were no differences either, with the first fruits appearing after 54-56 days and beginning to be collected after 72-75 days. In flowering the appearance of the first flowers was similar, between 44-51 days for male flowers and in all cases the first female flowers appeared on day 47, the percentage of female flowers compared to male was always lower. Regarding productions, the yield was very similar, being 29 t / ha for 'Vegetable Spaghetti' in both plantation frames, and 'Orangetti' with 34 t / ha for the 0.5 x 1 m² frame and 37 t / ha for 1 x 1 m². In conclusion, both 'Vegetable Spaghetti's and get 'Orangetti' adapted well to our conditions, obtaining productions similar to those achieved in other areas that are dedicated to their cultivation and opens a new perspective as a gastronomic novelty.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

1-INTRODUCCIÓN

1-INTRODUCCIÓN

El cultivo del calabacín ha adquirido una gran importancia en los últimos años, esto es debido a diferentes causas. Por un lado se ha beneficiado de la crisis que han sufrido otras hortalizas tales como el tomate, el pimiento o el pepino, ocupando en parte el lugar dejado por estas.

Por otro lado se ha empezado a exportar, lo que ha implicado un cambio sustancial, pasando de un cultivo al aire libre a realizarse bajo invernadero, dando lugar a una mayor intensificación del mismo.

Además, han aparecido en el mercado nuevos tipos de variedades, frente a las tradicionales como es el caso de los conocidos como ‘Zucchini’, variedades de fruto cilíndrico, muy popular actualmente o los de tipo ‘Patisson’, calabacines aplastados en forma de disco, y últimamente se ha empezado a cultivar el calabacín espagueti, del que destacan la variedad ‘Vegetable Spaghetti’ y el cultivar ‘Orangetti’. Este se diferencia principalmente del resto de variedades de *Cucurbita pepo*, en que su cultivo puede tener una vida útil más amplia que llegue hasta la maduración fisiológica del fruto. Puesto que se puede vender antes de la misma para un empleo similar al que se le da a otros calabacines, o esperar a su total maduración para recogerlo y luego venderlo como “sustituto del espagueti tradicional”, ya que una vez cocido, su pulpa, que presenta una elevada cantidad de fibras, se divide en finas hebras similares al espagueti. Como ventaja, estos espaguetis vegetales tienen menos calorías y más vitaminas que el espagueti de pasta tradicional, siendo perfectos para una dieta más saludable.

Al ser poco conocido en nuestro país, aún se ignoran muchos aspectos del cultivo del mismo. Lo cual conduce a que sea necesario realizar ensayos donde se estudia su adaptabilidad a nuestras condiciones. En este sentido, aunque en España aún no existen experiencias sobre el mismo, si que se cuenta con información sobre ensayos realizados en otros lugares como es el caso de Israel, donde se ha llevado a cabo una experiencia por (Edelstein et al., 1988) en la estación experimental de Newe Ya’ar en el que se cruzo ‘Vegetable Spaghetti’ con ‘Fordhook Zucchini’ dando lugar al cultivar ‘Orangetti’ y ‘Go-Getti’, o en Argentina, donde se ha realizado un ensayo en el que se estudió el cultivo de la variedad ‘Vegetable Spaghetti’ con distintas densidades de plantación y con distintas protecciones de mulching en la Universidad Católica Argentina de Buenos Aires por (Catagnino et al., 2005).

Por las razones anteriormente mencionadas, parece interesante establecer ensayos en nuestras islas, como el planteado por nosotros, en Tenerife y bajo protección.

2-OBJETIVOS

2-OBJETIVOS

En este Trabajo de Fin de Grado se pretende realizar un estudio sobre la especie *Cucurbita pepo*, concretamente con la variedad 'Vegetable Spaghetti' y el cultivar 'Orangetti', del morfotipo Vegetable Marrow; empleándose marcos de plantación de 1 x 1 m² y 1 x 0,5 m². La finalidad de este proyecto consiste en:

- 1-Estudiar el rendimiento de ambas variedades en nuestra isla, a una altitud de 500 m, bajo invernadero.
- 2-Comparar los parámetros agronómicos del calabacín, como son longitud, anchura y peso del fruto.
- 3-Observar el desarrollo de las flores y frutos de ambas variedades según los marcos de plantación.
- 4-Analizar las diferencias morfológicas de ambas variedades.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

3-REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3-REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1-GENERALIDADES

1.1. ORIGEN E HISTORIA

Cucurbita pepo es una de las hortalizas más antiguas que se conoce. Su origen reside en Mesoamérica, donde las primeras plantas en empezar a domesticarse fueron el maíz (*Zea mays*), la judía (*Phaseolus vulgaris*) y el calabacín (*Cucurbita pepo*). Estos registros americanos proceden de 5 cuevas, donde se encontraron restos de estas especies en domesticación tras realizar excavaciones arqueológicas. Estas cuevas son las de Romero y Valenzuela en Tamaulipas; Coxcatlán y San Marcos en Puebla y Guilá Naquitz en Oaxaca (Smith, 1997).

Al analizar los restos arqueológicos de estas cuevas en lo referente al calabacín mediante espectrometría de masas con aceleradores (AMS), se encontró que los más antiguos son los de Guilá Naquitz, que se remontan a 8.200-7.700 años de antigüedad. Por lo que para que estos restos vegetales, ya domesticados, estuvieran presentes en esta cueva, se estima que la domesticación de *Cucurbita pepo* comenzó hace unos 10.000 años (Decker, 1988; Smith, 1997).



Foto 1: Restos arqueológicos de *Cucurbita pepo* (ScienceMag.org)

A: Resto arqueológico de pedúnculo en la cueva de Guilá Naquitz.

B: Resto arqueológico de fragmento del exocarpo de la cueva de Guilá Naquitz.

C: Resto arqueológico de semilla encontrada en la cueva de Guilá Naquitz.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (*Cucurbita pepo*), en dos marcos de plantación bajo invernadero

Además, se cree que no existe solo un punto de origen sino que hay dos genocentros, uno en México al que pertenece *Cucurbita pepo* subsp. *pepo* y subsp. *fraterna*. Y otro en el este de Estados Unidos con *Cucurbita pepo* subsp. *ovifera* (Decker, 1988).

Su introducción en Europa fue a través de los españoles que regresaban de América tras la conquista del siglo XVI, donde se establecieron en jardines botánicos y campos de cultivo, diversificándose mediante cruzamientos y procesos de selección, siendo la mayor parte de las variedades actuales producto de esa diversificación, a partir del morfotipo ‘Cocozelle’ realizado en el sur de Europa (Reche, 1997; Ferriol, Picó, & Nuez, 2003).

El morfotipo Zucchini, proviene de la palabra “Zucca”, la cual significa “calabaza de verano” es bastante reciente, teniendo como origen Italia. La primera referencia de Zucchini en Italia es de 1901 como “zucca quarantina vera nana” (Calabaza enana de 40 días). De Italia paso a Estados Unidos donde se obtuvieron la mayor parte de los *Zucchini* actuales, híbridos obtenidos a partir de 1920, como ‘Italian Squash’ o ‘Zucchini squash’ (Paris, 1986), (Paris, 2001), (Lust & Paris, 2016).

El calabacín ‘Vegetable Spaghetti’ es una variedad muy antigua con origen en Mesoamérica, pero los estudios acerca de él son muy escasos hasta el año 1986, cuando en Newe Ya’ar (Yizre’el Valley, al norte de Israel), se obtuvieron dos nuevos cultivares híbridos obtenidos del cruce de ‘Vegetable Spaghetti’ con ‘Fordhook Zucchini’. Así se obtuvieron los cultivares ‘Orangetti’ y ‘Go Getti’ dependiendo de si la flor femenina era de ‘Vegetable Spaghetti’ y la masculina de ‘Fordhook Zucchini’ o viceversa, tal y como aparece en el ensayo “Dominio del hábito de crecimiento de calabacín spaghetti (*Cucurbita pepo*)” realizado por el Departamento de Cultivos Vegetales, Organización de Investigación Agrícola, Estación Experimental Newe Ya'ar (Edelsteins, 1988).

1.2. USOS Y COMPOSICIÓN NUTRICIONAL

El principal uso del calabacín es el alimenticio, ya sea por el consumo de sus semillas, flores o principalmente de su fruto que normalmente se vende antes de alcanzar la madurez. En las variedades en las que se centra este trabajo cabe destacar el valor añadido de vender el fruto en su madurez debido a sus peculiaridades nutritivas, de las cuales se tratará más adelante.

En lo que a su composición nutricional se refiere, se puede observar que es rico en proteínas, vitaminas, destacando sobretodo la vitamina C y mucílagos, fibras solubles y viscosas que confieren al alimento una fácil digestión y un ligero efecto laxante. Además destaca por presentar un contenido calórico muy bajo. En comparación con la calabaza (*Cucurbita maxima*), el calabacín aporta cantidades menores de fibra y de β -carotenos.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

Tabla 1: Composición nutricional del calabacín

Composición nutricional

	Por 100 g de porción comestible	Por ración (200 g)	Recomendaciones día-hombres	Recomendaciones día-mujeres
Energía (Kcal)	14	28	3.000	2.300
Proteínas (g)	0,6	1,2	54	41
Lípidos totales (g)	0,2	0,4	100-117	77-89
AG saturados (g)	Tr	Tr	23-27	18-20
AG monoinsaturados (g)	Tr	Tr	67	51
AG poliinsaturados (g)	Tr	Tr	17	13
ω -3 (g)*	—	—	3,3-6,6	2,6-5,1
C18:2 Linoleico (ω -6) (g)	—	—	10	8
Colesterol (mg/1000 kcal)	0	0	<300	<230
Hidratos de carbono (g)	2,2	4,4	375-413	288-316
Fibra (g)	0,5	1,0	>35	>25
Agua (g)	96,5	193	2.500	2.000
Calcio (mg)	24	48,0	1.000	1.000
Hierro (mg)	0,4	0,8	10	18
Yodo (μg)	—	—	140	110
Magnesio (mg)	8	16	350	330
Zinc (mg)	0,2	0,4	15	15
Sodio (mg)	1	2	<2.000	<2.000
Potasio (mg)	140	280	3.500	3.500
Fósforo (mg)	17	34,0	700	700
Selenio (μg)	1	2	70	55
Tiamina (mg)	0,04	0,08	1,2	0,9
Riboflavina (mg)	0,04	0,08	1,8	1,4
Equivalentes niacina (mg)	0,6	1,2	20	15
Vitamina B₆ (mg)	0,06	0,12	1,8	1,6
Folatos (μg)	13	26	400	400
Vitamina B₁₂ (μg)	0	0	2	2
Vitamina C (mg)	22	44	60	60
Vitamina A: Eq. Retinol (μg)	4,5	9	1.000	800
Vitamina D (μg)	0	0	15	15
Vitamina E (mg)	Tr	Tr	12	12

Fuente: (Fundación Española de la Nutrición, 2018)

La variedad ‘Vegetable Spaghetti’ se caracteriza por tener notablemente mayor cantidad de carbohidratos y fibra que el valor promedio de los calabacines, triplicando en cantidad al mismo. Su valor de vitamina C es mucho menor pasando de 22 mg a 2,1 mg en ‘Vegetable Spaghetti’. En cuanto al resto de valores, las variaciones son mínimas.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

Tabla 2: ‘Vegetable Spaguetti’, valor nutricional por cada 100 g

	Por cada 100 g	Porcentaje
Energía	31 kcal	1%
Carbohidratos	6,91 g	5%
Proteínas	0,64 g	1%
Grasa total	0,57 g	3%
Colesterol	0 mg	0%
Fibra dietética	1,5 g	%
Vitaminas		
Folatos	12 µg	3%
Niacina	0,950 mg	6%
Ácido pantoténico	0,360 mg	6,50%
Piridoxina	0,101 mg	8%
Riboflavina	0,018 mg	1,50%
Tiamina	0,037 mg	3%
Vitamina A	120 IU	4%
Vitamina C	2,1 mg	3,50%
Electrolitos		
Sodio	17 mg	1%
Potasio	108 mg	2%
Minerales		
Cálcio	23 mg	2%
Cooper	0,037 mg	4%
Hierro	0,31 mg	4%
Magnesio	12 mg	3%
Manganeso	0,125 mg	0,50%
Fósforo	12 mg	2%
Selenio	0,3 µg	0,50%
Zinc	0,19 mg	1,50%
Fito-nutrientes		
Carotenoide-α	16 µg	—
Carotenoide-β	64 µg	

Fuente: (U.S. Department of Agriculture, 2019)

Cabe destacar, a pesar que el cultivar ‘Orangetti’ presenta un mayor contenido en carotenoides (3.0 µg/g), que la variedad ‘Vegetable Spaghetti’ (0.2 µg/g), lo que da lugar a su color anaranjado característico (París, 1993).

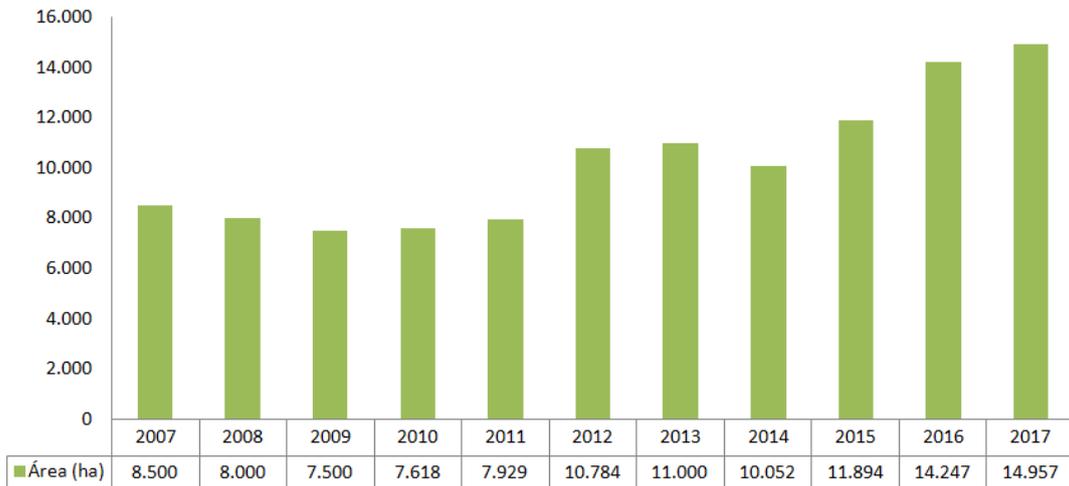
1.3 IMPORTANCIA ECONÓMICA

El género *Cucurbita* es uno de los más importantes dentro del cultivo de hortalizas en España, pudiéndose observar un incremento del área cultivada en los últimos años, tanto en *Cucurbita pepo* como *Cucurbita máxima* según los datos de la (FAO, 2019), en los cuales ambas especies se incluyen unidas tal y como se puede observar en las gráficas que aparecen a continuación, realizadas con los datos de este organismo. En estas

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

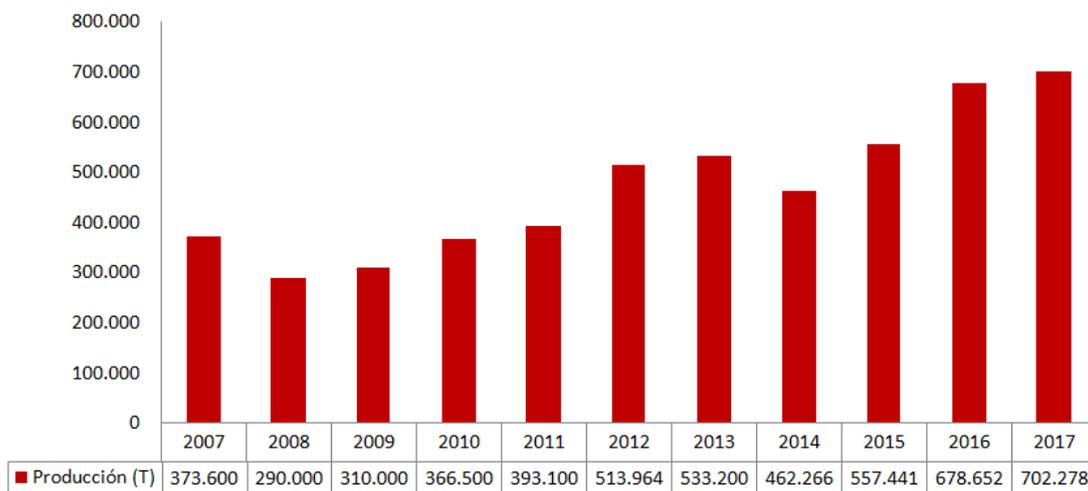
gráficas se observa un incremento del área de cultivo (Gráfica 1) y un incremento de la producción anual en toneladas (Gráfica 2), aunque no se incrementa el rendimiento en kilogramos por hectárea (Gráfica 3), lo que nos indica una falta de tecnificación en el cultivo.

Área cultivada por año.



Gráfica 1: Área de cultivo por años en hectáreas (Datos de la FAO)

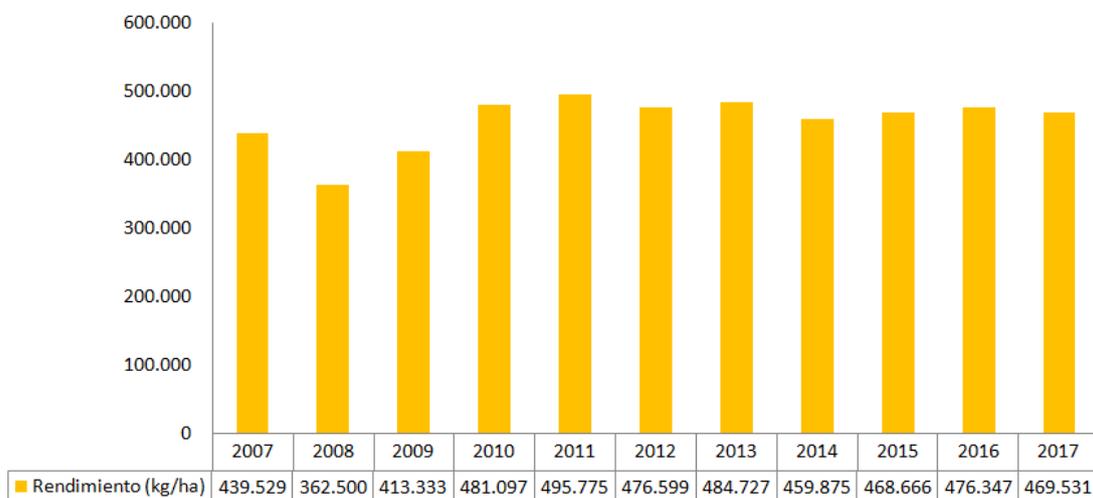
Producción anual en toneladas.



Gráfica 2: Producción por años en toneladas (Datos de la FAO)

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

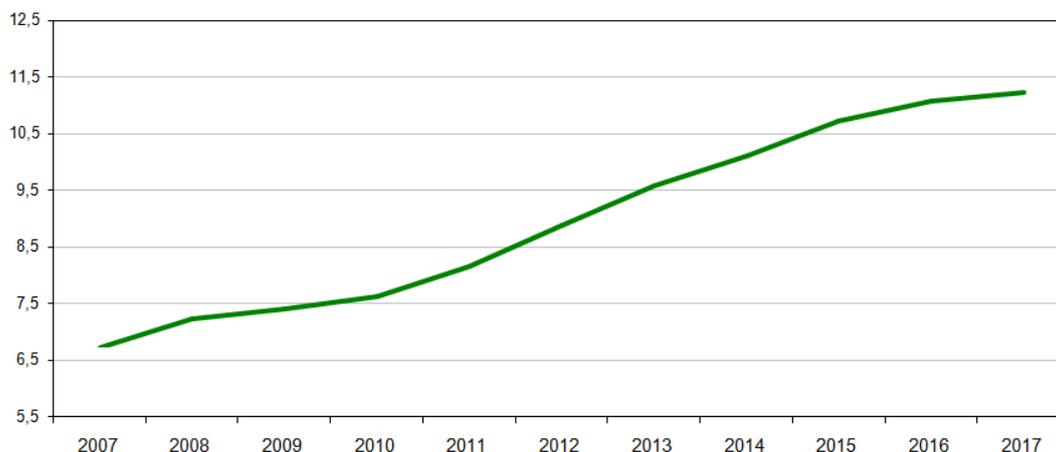
Rendimiento por año.



Gráfica 3: Rendimiento por año en kilogramos por hectárea (Datos de la FAO)

Si se observan las gráficas del año 2007 a 2017 realizadas por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de España específicas de *Cucurbita pepo*, se puede observar la misma relación de aumento de productividad y extensión del cultivo (Gráficas 4 y 5), así como un incremento progresivo del precio del mismo (Gráfica 6), lo que da indicios de que este cultivo seguirá en aumento.

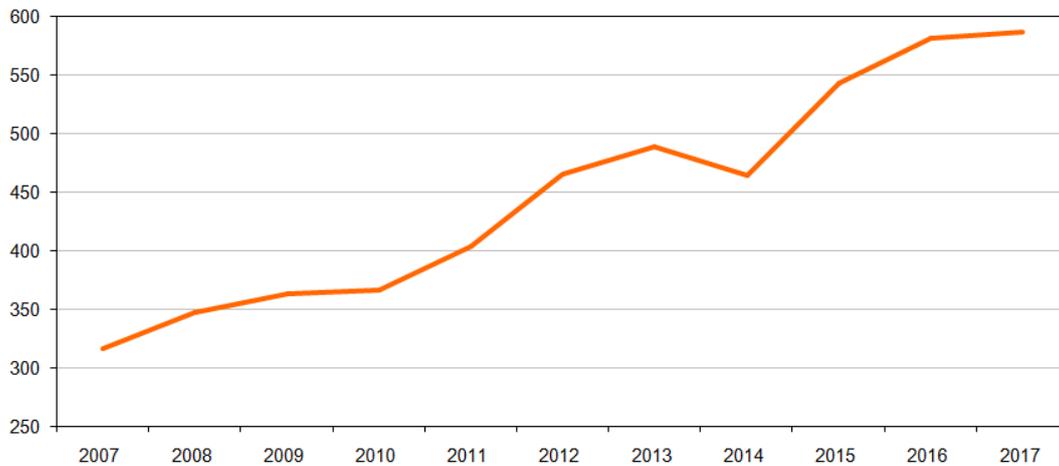
GRÁFICO: Evolución de la superficie de calabacín (miles de hectáreas)



Gráfica 4: Superficie del calabacín por año en miles de hectáreas (M.A.P.A.M.A.)

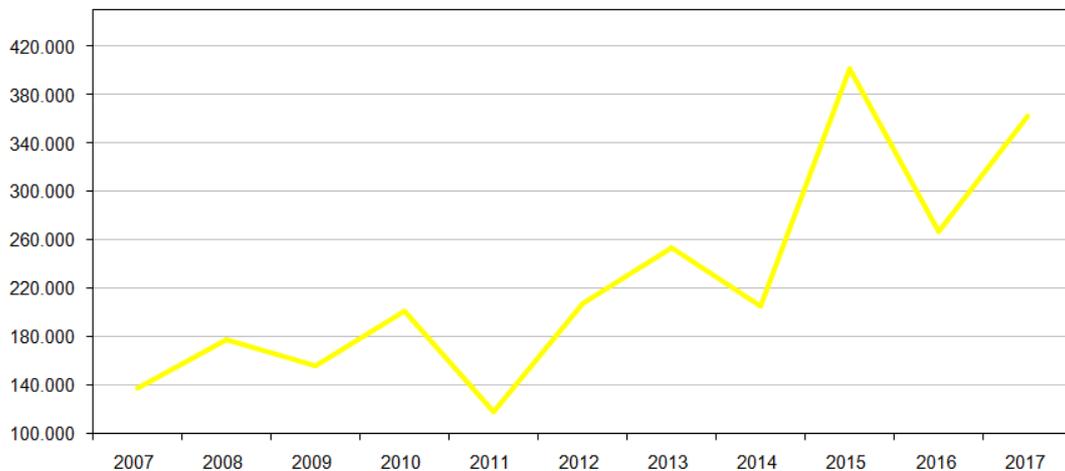
Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

GRÁFICO: Evolución de la producción de calabacín (miles toneladas)



Gráfica 5: Producción del calabacín por año en miles de toneladas (M.A.P.A.M.A.)

GRÁFICO: Evolución del valor de calabacín (miles de euros)



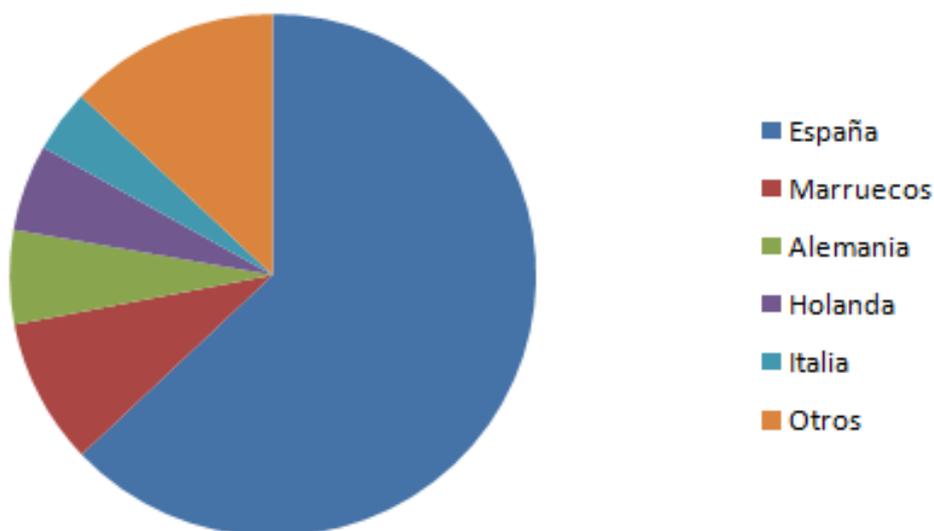
Gráfica 6: Valor económico del calabacín por año en miles de euros (M.A.P.A.M.A.)

Al prestar atención a las exportaciones, se observa que la mayor parte van a la Unión Europea, siendo en 2018 los principales países a los que España exportó calabacines Francia (116.164 t), Alemania (82.415t), Reino Unido (40.530t) y Países Bajos (39.712t), dando lugar el resto de países a exportaciones inferiores a 15.000 t.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

Un ejemplo de la importancia del calabacín en nuestro país, es la campaña de septiembre de 2017 a agosto de 2018, en la que España fue el principal proveedor de la UE vendiendo 458,55 millones de kilos el 62,93% de todas las ventas, con un precio medio de 1,05 €/kg. Sigue a España Marruecos, con un 9,03% de las ventas, Alemania con un 5,83 %, Holanda con un 5,35% e Italia con un 3,87% (Gráfica 7).

Ventas a la UE, 2017-2018 (%)



Gráfica 7: Principales países exportadores a la Unión Europea entre 2017-2018 (Euroestacom)

Al mirar los datos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de 2019 (Tablas 1 y 2), se observa que la Comunidad Autónoma con mayor superficie y rendimiento es por mucho Andalucía, con 8.391 ha y 498.025 t, ya que en esta zona se encuentra la casi totalidad del cultivo de calabacín para el mercado exterior, siendo lo producido en el resto de Comunidades Autónomas para el mercado interior en su mayoría. Como es el caso de Canarias, que es la segunda comunidad con más producción con 24.495 t, lo que viene apoyado por su lejanía con Andalucía, y por ende la dificultad de transporte del calabacín desde Andalucía a Canarias.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

Tabla 3: Superficie cultivada por Comunidades Autónomas

CALABACÍN COMUNIDADES AUTÓNOMAS	SUPERFICIE (ha)			TOTAL
	SECANO	REGADIO AL AIRE LIBRE	REGADIO PROTEGIDO	
GALICIA	–	84	–	84
P. DE ASTURIAS	37	18	16	71
CANTABRIA	2	–	–	2
PAÍS VASCO	26	16	2	44
NAVARRA	–	134	1	135
LA RIOJA	–	35	3	38
ARAGÓN	1	70	2	73
CATALUÑA	–	271	–	271
BALEARES	–	172	60	232
CASTILLA Y LEÓN	–	16	4	20
MADRID	–	13	–	13
CASTILLA-LA MANCHA	6	125	1	132
C. VALENCIANA	–	124	221	345
R. DE MURCIA	–	117	235	352
EXTREMADURA	–	172	2	174
ANDALUCÍA	12	682	7.697	8.391
CANARIAS	7	217	250	474
ESPAÑA	91	2.266	8.494	10.851

Fuente: (M.A.P.A.M.A., 2019)

Tabla 4: Rendimiento de la producción del calabacín por Comunidades Autónomas

CALABACÍN COMUNIDADES AUTÓNOMAS	RENDIMIENTO (kg/ha)			PRODUCCIÓN (t)
	SECANO	REGADIO AL AIRE LIBRE	REGADIO PROTEGIDO	
GALICIA	–	67.335	–	5.657
P. DE ASTURIAS	15.000	25.000	40.000	1.645
CANTABRIA	8.000	–	–	16
PAÍS VASCO	11.628	28.341	52.350	861
NAVARRA	–	60.500	83.000	8.190
LA RIOJA	–	44.000	58.000	1.714
ARAGÓN	17.800	49.643	49.500	3.591
CATALUÑA	–	32.809	–	8.892
BALEARES	–	22.100	41.550	6.294
CASTILLA Y LEÓN	–	33.313	40.000	693
MADRID	–	30.600	–	398
CASTILLA-LA MANCHA	6.667	29.524	37.500	3.769
C. VALENCIANA	–	31.380	52.528	15.500
R. DE MURCIA	–	29.700	61.200	17.857
EXTREMADURA	–	45.232	75.000	7.930
ANDALUCÍA	3.667	35.483	61.554	498.025
CANARIAS	12.257	35.513	66.793	24.495
ESPAÑA	11.659	37.090	61.268	605.527

Fuente: (M.A.P.A.M.A., 2019)

2-TAXONOMÍA

Botánicamente se clasifica el calabacín de la siguiente forma:

Nombre científico: *Cucurbita pepo* L.

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Dilleniidae*

Orden: *Cucurbitales*

Familia: *Cucurbitaceae*

Subfamilia: *Cucurbitoidae*

Género: *Cucurbita*

Especie: *Cucurbita pepo*

Subespecies: *Cucurbita pepo* subsp. *pepo*

Cucurbita pepo subsp. *ovifera*

Cucurbita pepo subsp. *fraterna*

La familia *Cucurbitaceae* está constituida por 118 géneros y 845 especies. Dentro del género *Cucurbita* se encuentran 27 especies, de las cuales 22 son silvestres y 5 cultivadas. Las especies cultivadas son *C. argyrosperma*, *C. ficilifolia*, *C. maxima*, *C. moschata*, *C. pepo* (Stevens, 2020).

3-MORFOLOGÍA

Cucurbita pepo es una planta herbácea, anual, de crecimiento indeterminado con un porte rastrero, pudiendo ser trepador debido a sus zarcillos, necesitando un soporte para que estos se enganchen. Destacando como el resto la familia *Cucurbitaceae* por su rápido crecimiento (López, 2016).

3.1. RAÍZ

El sistema radicular del calabacín se desarrolla en el primer metro de profundidad presentando una raíz principal axonomorfa, siendo las raíces secundarias de tamaño mucho menor. Además pueden crecer raíces adventicias a partir de los entrenudos si están en contacto con suelo húmedo (López, 2016).

Según (Reche, 1997), las raíces de esta planta crecen entorno a unos 30 cm si el suelo se encuentra enarenado, creciendo más profundamente en cultivos no protegidos llegando hasta 80 cm de profundidad.

3.2. TALLO

Presenta un tallo principal muy desarrollado entorno a 1 m (Foto 1), aunque el tamaño varía mucho dependiendo de la variedad. Este tallo es hueco, sinuoso y grueso, encontrándose recubierto por tricomas que le dan un tacto áspero. Aunque depende mucho de la variedad, la mayoría de los calabacines se caracterizan por presentar pocas ramas secundarias (Foto 2), las cuales presentan las mismas características que el tallo principal. Cabe destacar que de sus entrenudos nacen las hojas, yemas florales y zarcillos, todos ellos creciendo unidos en la base de sus pedúnculos. El zarcillo, alcanza un gran tamaño, pudiendo llegar hasta los 20 cm.

‘Vegetable Spaghetti’ presenta una separación de entrenudos mucho mayor que ‘Orangetti’, el cual presenta un porte semi-arbustivo, con entrenudos separados de 16 a 20 cm (Edelstein et al., 1988; París, 1993).

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero



Foto 2: Crecimiento longitudinal



Foto 3: Ramificaciones secundarias

3.3. HOJA

Sus hojas nacen de los entrenudos y son palmeadas con borde aserrado y de gran tamaño, presentando un color verde o verde oscuro que en ocasiones pueden presentar manchas blanquecinas (Foto 3 y 4). Su haz es glabro mientras que el envés está recubierto en las nerviaciones por tricomas que le dan un tacto irritante. Los pecíolos son largos y huecos, los cuales también se encuentran recubiertos de tricomas (López, 2016).



Foto 4: *Orangetti*



Foto 5: *Vegetable Spaghetti*

3.4. FLOR

Sus flores son monoicas, abriéndose y cerrándose diariamente de 6 a 12 de la mañana aproximadamente, produciéndose la abertura antes de la flor masculina que de la femenina (Nepi & Pacini, 1993).

Según (López, 2016) las flores son solitarias, pentámeras, grandes y acampanadas. Las masculinas presentan un delgado y largo pedúnculo que puede llegar hasta 40 cm, además tienen 3 estambres soldados. Las femeninas tienen un pedúnculo grueso y corto, presentando un ovario ínfero trilocular y alargado.

Tanto las flores masculinas como femeninas presentan:

-Cáliz. Es el verticilo más externo. Zigomorfo. Gamosépalo, con 5 sépalos verdes soldados.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

-Corola. El segundo verticilo del perianto. Actinomorfa, está formada por 5 pétalos gamopétalos.

La variedad “Vegetable Spaguetti” (Foto 6) presenta un ovario de tonalidad verdosa, tanto mientras la flor está en desarrollo como cuando está totalmente desarrollada, mientras que la variedad “Orangetti” (Foto 5) lo presenta verdoso en las primeras etapas de desarrollo, pasando a amarillo anaranjado cuando está maduro y abre la flor.



Foto 6: *Orangetti* ovario amarillo anaranjado.



Foto 7: *Vegetable Spaghetti* ovario verdoso

3.5. FRUTO

El fruto es un pepónide; una baya carnosa, unilocular, voluminosa, cilíndrica, que carece de cavidad central y con espidermis lisa y muy delicada, de colores que pueden variar entre distintas tonalidades de verde, amarillo, naranja o blanco (López, 2016).

Proceden de un ovario ínfero, naciendo los frutos de las axilas de las hojas. Se recolectan cuando están a mitad de maduración, con la finalidad de evitar la presencia de gran cantidad de semillas de gran tamaño y el endurecimiento del epicarpio, el cual en este punto es más apto para su consumo y comercialización pero es más sensible a las rozaduras y golpes (Reche, 1997).

El cultivar ‘Orangetti’ (Foto 7) presenta un exocarpo con un color naranja, presentando el mismo color el interior del fruto y con un pedúnculo de verde oscuro. Siendo de tamaño más pequeño y sabor más dulce que el fruto de ‘Vegetable spaghetti’ (Foto 8), cuyo exocarpo es de color muy claro de tonalidad verdosa-amarillenta con manchas blanquecinas. (París, 1993).



Foto 8: *Orangetti*



Foto 9: *Vegetable Spaghetti*

3.6. SEMILLAS

Las semillas son ovales, alargadas y con una extremidad puntiaguda. Presentando un surco longitudinal paralelo al borde exterior. Son de color crema, su superficie es lisa y pueden llegar a 1,5 cm de largo, 0,6-0,7 de ancho y 0,1-0,2 de ancho (Reche, 1997).

4- FISIOLÓGÍA

Cucurbita pepo es una especie que responde muy bien a climas cálidos, destacando, como el resto de *Cucurbitaceae*, por ser plantas dicotiledóneas con una germinación y crecimiento muy rápidos, las cuales crecen con gravitropismo negativo, hasta que debido a su rápido crecimiento la planta cae originándose un hábito rastrero si no cuenta con una estructura por la que guiar su crecimiento. Además, sus flores y frutos también crecen muy rápidamente comparadas con plantas de otras familias, por lo que el calabacín es idóneo para obtener gran cantidad de alimento en un tiempo relativamente corto.

4.1. FISIOLÓGÍA DEL CRECIMIENTO VEGETAL

En el crecimiento se distinguen varias etapas: a los 5-8 días de la siembra se produce la emergencia de la plántula y abertura de los cotiledones, 2-3 días después de que se desarrollen los cotiledones aparece la primera hoja verdadera, a los 35-55 días después de la siembra aparecen las primeras flores (dependiendo de la temperatura y condiciones en las que se encuentre el cultivo), teniendo una etapa de producción de frutos constante durante los siguientes 30 días, tras los cuales empieza a decrecer llegando a durar un tiempo máximo de 180-200 días.

Para que la germinación se produzca, (Serrano, 1973) explica que la temperatura es el factor más importante y debe ser superior a 10 °C. Siendo lo óptimo que esta se encuentre entre los 20-30 °C, produciéndose de esta forma una germinación más rápida y con mayor porcentaje germinativo. Por otro lado, (Reche, 2000) centra su atención en el suelo, el cual tiene su temperatura óptima en 20-25 °C, produciéndose de esta forma la germinación en 2-5 días.

A medida que las cucurbitáceas crecen su tallo principal se vuelve demasiado grande para seguir en posición vertical y cae, a no ser que presente un soporte o estructura que guíe su crecimiento, adquiriendo de esta forma un hábito rastrero, siguiendo este mismo patrón las ramas secundarias que se forman desde sus nodos. Además, en todas las cucurbitáceas se puede encontrar variaciones con entrenudos más cortos y tallos más gruesos, a las plantas con este hábito de crecimiento se les denomina de porte “arbustivo”, “semi-arbustivo” o “herbáceo”, siendo el hábito de crecimiento “arbustivo” el que presenta entrenudos más cortos y mayor grosor, y el “herbáceo”, el de mayor distancia de entrenudos y menor grosor (Maynard, 2007).

4.2. FISIOLÓGÍA FLORAL

Cucurbita pepo presenta tanto flores femeninas como masculinas en la misma planta, siendo por lo tanto una planta monoica. Esto se debe a que inicialmente sus yemas son bisexuales, pero para el desarrollo de las flores masculinas se produce la inhibición de los primordios carpelares y el desarrollo de los estambres, y para las flores femeninas se

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

produce la inhibición de los estambres y el desarrollo de los carpelos. A pesar de ello no se produce una muerte celular de la parte que no se desarrolla, simplemente dependiendo del sexo de la flor los órganos correspondientes al contrario no llegan a desarrollarse (Atsmon & Galun, 1960; Perl-Treves, 1999).

La disposición de las flores femeninas y masculinas a lo largo de la planta se diferencia en tres fases. La primera fase y más próxima al suelo produce flores masculinas, seguida de una segunda fase donde se encuentran flores masculinas y femeninas de forma alterna y finalmente la parte más alejada del suelo donde se encuentran las flores femeninas. Dependiendo de la variedad, factores climáticos y hormonales, puede darse el caso de que se desarrollen primero flores femeninas, o que aparezcan simultáneamente las masculinas y femeninas; siendo lo más normal que las primeras en aparecer sean las masculinas seguidas de una zona de masculinas y femeninas. También se puede dar el caso de que la tercera fase no llegue a ser únicamente de flores femeninas, lo que produciría que solo hubiera dos fases, lo cual depende de la variedad (Rudich, 1990; Peñaranda et. al, 2007; Gwanama et al, 2001; Manzano, 2009).

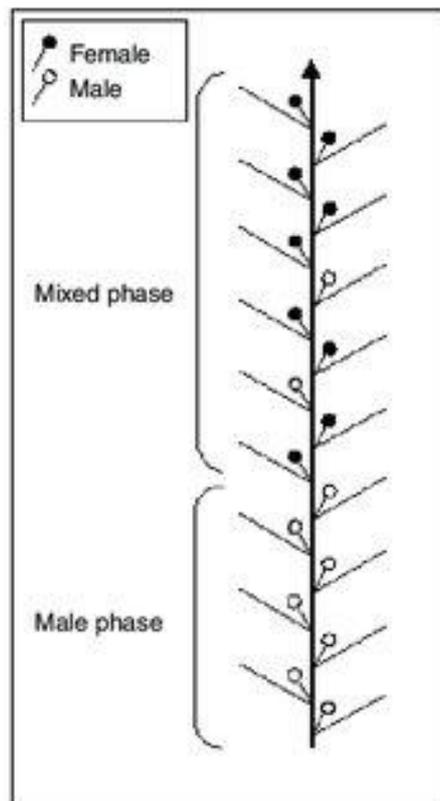


Imagen 1: Fases florales para calabacín 'Zucchini' (Peñaranda, Garrido, Gómez, & Jamilena, 2007)

En el calabacín los días cortos con baja luminosidad y temperaturas bajas promueven la formación de flores femeninas, llegando a inhibir el crecimiento de las flores masculinas, mientras que con temperaturas muy elevadas puede darse la transformación

parcial de flores femeninas en hermafroditas o la transformación de flores femeninas en masculinas (Wien, 1997; Wien et al., 2004; Peñaranda et al., 2007; López, 2016).

La transformación de las flores se debe principalmente a las hormonas, los días cortos dan lugar a la formación de auxinas, etileno y ácido abscísico (ABA); los cuales promueven la formación de flores femeninas. Por el contrario los días largos dan lugar a altos niveles de giberelinas (GAs), que promueven la formación de flores masculinas (Rudich, 1990).

De las hormonas citadas anteriormente, la más importante en el sexo de las flores es el etileno, la cual en la variedad 'Vegetable Spaghetti' tiende a ser baja, lo que provoca que esta variedad produzca un porcentaje de flores femeninas del 30%, fenómeno regido por un gen recesivo (Manzano et al., 2011).

4.3. FISIOLÓGÍA DE LA FRUCTIFICACIÓN

Cuando el ovario es fecundado, la fase de crecimiento del fruto es muy rápida y se produce de forma exponencial, debido más al crecimiento de las células que a su multiplicación, siendo influida por condiciones exógenas, las cuales producen un crecimiento más acelerado cuanto mayor es la temperatura y la humedad; y por las endógenas, marcado principalmente por la competitividad entre frutos, lo que no afecta tanto en la emisión de nuevos frutos sino en el crecimiento de los mismos (Maynard, 2007; Sharrock & Parkes, 1990; Wien H. , 1997).

Las auxinas favorecen la obtención de frutos partenocárpicos, por lo que la aplicación de auxinas sintéticas propicia la formación de estos frutos, siendo empleadas de forma comercial para aquellos cultivos donde los polinizadores naturales no pueden actuar de forma fiable debido a encontrarse en invernaderos cerrados o por el empleo de determinados productos fitosanitarios (Wien H. , 1997).

Otras hormonas como giberelinas y citoquininas también repercuten en el fruto. Las giberelinas aumentando el número de frutos y las citoquininas aumentando el cuajado y tamaño de los mismos (Wien H. , 1997).

5-MATERIAL VEGETAL

Atendiendo a la morfología del fruto, se puede dividir el calabacín en 8 morfotipos comestibles, debido a la gran diversidad que presenta la especie en cuanto a forma y tamaño del fruto (Paris, 2001; Paris et al., 2012) estos son (Imagen 2):

-Acorn. Presenta fruto ovoide agudo en el ápice. En su superficie se caracteriza por presentar 10 surcos profundos y una epidermis suave. Siendo normalmente de tonalidades verdes.

-Cocozelle. Los frutos son largos y bulbosos en el extremo distal.

-Crookneck. Su fruto es alargado, puede tener color amarillo, blanco o dorado. Presenta el cuello curvo y el extremo distal ensanchado. Siendo la cáscara del fruto verrugosa.

-Pumpkin. Su fruto presenta forma esférica y oval, suele presentar surcos, costillas o verrugas y extremos redondeados o planos. Su pupa es densa y de color amarillo-anaranjado.

-Scallop. Fruto discoidal aplastado con márgenes festoneados. Presenta color amarillo, blanco o verde pálido.

-Straightneck. Fruto cilíndrico de color amarillento ensanchado en el extremo distal y con cuello corto. Presenta cáscara verrugosa.

-Vegetable Marrow. Fruto cilíndrico y corto, de color variable, no presenta cuello y su cáscara es lisa y endurecida.

-Zucchini. Frutos oblongos de tamaño variable dependiendo de la variedad. Su cáscara es dura y lisa con color variable.

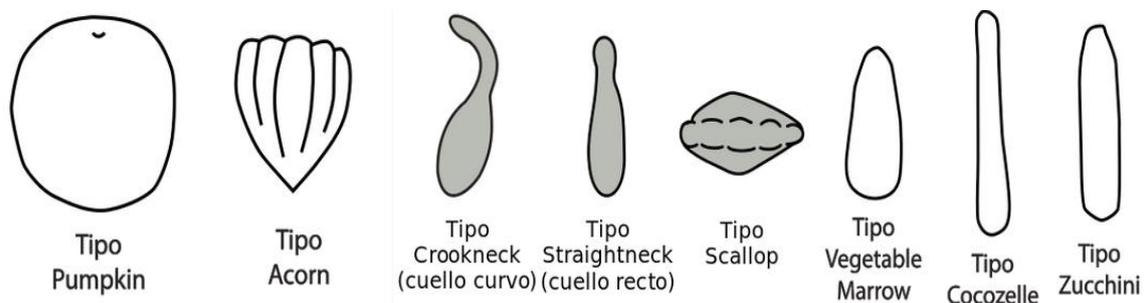


Imagen 2: Morfotipos de calabacín comestibles (Paris, 2001)

Estos morfotipos nombrados anteriormente están englobados en dos subespecies *Cucurbita pepo subsp. pepo* y *Cucurbita pepo subsp. texana*. Encontrándose en *Cucurbita pepo subsp. pepo* los morfotipos Cocozelle, Pumpkin, Vegetable Marrow y

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (*Cucurbita pepo*), en dos marcos de plantación bajo invernadero

Zucchini. Y en *Cucurbita pepo subsp. texana* Acorn, Crookneck, Scallop y Straightneck.

Además de *Cucurbita pepo subsp. pepo* y *Cucurbita pepo subsp. texana* también existe *Cucurbita pepo subsp. fraterna*, la cual es totalmente silvestre, por lo que presenta interés en lo referente a variabilidad genética, pero no desde un punto de vista agrícola.

Las variedades comerciales y cultivares de calabacín, se pueden clasificar de la siguiente forma:

A) De forma más o menos cilíndrica y atendiendo al color de la corteza del fruto (Maroto, 2002).

-Corteza de color verde: ‘Aristocrat’, ‘Algina’, ‘Black Beuty’, ‘Black Jack’, ‘Consul’, ‘Corsair’, ‘Dusk’, ‘Diamante’, ‘Elira’, ‘Elite’, ‘Samara’, ‘Servane’, ‘Zucchini’, ...

-Corteza de color amarillo: ‘Dixie’, ‘Goldbar’, ‘Gold Rush’, ‘Lemondrop’, ‘Seneca’, ‘Sudance’, ‘Taxi’,...

-Corteza de color blanca: ‘Blanca Precoz’, ‘Jedida’, ‘Neu’, ‘Opal’, ‘Virginia’, ‘White Bush’,...

B) De frutos aplastados existen:

-‘Scallopini’.

-Corteza de color amarillo: Como son ‘Golden Bush Scallop’, ‘Yellow Bush Scallop’, ‘Scallop’, ‘Sunburst’, ‘Tint’,...

-Corteza de color blanco: ‘Hybrid Patty Green Tint’, ‘White Bush Scallop’,...

En este trabajo de fin de grado se trabajará con la variedad ‘Vegetable Spaghetti’ y el cultivar ‘Orangetti’, ambos son variedades comerciales de forma más o menos cilíndrica, siendo ‘Vegetable Spaghetti’ de color blanco ligeramente amarillento-verdoso y ‘Orangetti’ de color naranja-amarillento. Los frutos de ambas variedades presentan una piel fina, endurecida, con nerviaduras longitudinales dándole una ligera forma decagonal. Estas variedades pertenecen al morfotipo Vegetable Marrow de *Cucurbita pepo subsp. pepo*.

6-PROPAGACIÓN

El calabacín se propaga por semillas, las cuales presentan una viabilidad germinativa de unos 3-4 años y tardan en germinar unos 5-8 días. Su primera hoja verdadera surge a los 2-3 días desde el desarrollo de los cotiledones, siendo éste el momento indicado de trasplantar las plantas en caso de haber realizado semillero, o el trasplante de una zona con varias plántulas a una donde la germinación no se inició, en caso de siembra directa. La temperatura óptima para la germinación esta debe estar entre 18 y 25°C.

En *Cucurbita pepo* la propagación mediante cultivo *in-vitro* y por esquejes es posible, pero no se emplea a excepción de para labores muy concretas, para las cuales se emplea principalmente el cultivo *in-vitro* puesto que se obtiene el material vegetal de forma más controlada y con plantas de mejor calidad. El cultivo *in-vitro* se emplea en micropropagación, en el saneamiento del material vegetal (cultivo de meristemos y microinjertos) y en la mejora genética:

-Micropropagación: Se emplea con la finalidad de obtener muchos ejemplares de una determinada variedad con pocos individuos, dando como resultado plantas de alta calidad a través de la conservación del germoplasma, empleándose sobretodo en especies o variedades con gran dificultad para la obtención de semillas.

-Cultivo de meristemos o microinjertos: Permiten la obtención de material vegetal sano a partir de plantas que se encuentran infectadas por distintos microorganismos como pueden ser virus, bacterias, hongos...

-Mejora genética: Hay varios procesos que pueden mejorar una especie mediante el cultivo *in-vitro*, algunos ejemplos son la variación somoclona, la cual solo puede ser empleada a través del cultivo de tejidos, ya que este proceso no interfiere en la reproducción, consistiendo en variaciones de origen nuclear o citoplasmático. El rescate de embriones, con el que se pueden superar algunos problemas de incompatibilidad sexual cultivando los embriones inmaduros en condiciones artificiales antes de que se produzca su aborto, dando lugar a híbridos que no serían posibles en condiciones naturales. O la hibridación somática, que consiste en obtener híbridos a través de la fusión de protoplastos, obteniendo una célula híbrida, a partir de la cual se genera una planta completa.

Estos tres procesos del cultivo *in-vitro*, a pesar de no ser muy empleados, permiten ya sean por individual o juntando métodos, obtener una gran cantidad de material vegetal sano en un tiempo relativamente corto, pudiendo recuperar variedades que presenten problemas germinativos o obteniendo nuevos híbridos o mutantes en un tiempo relativamente corto. Además de regenerar plantas perfectamente sanas a través de organogénesis como se muestra en el ensayo realizado por (Asins et al., 2016), en el cual, mediante cultivo *in-vitro*, se consiguen plantas de calabacín a través de explantes de su cotiledón, hipocótilo y el ápice del meristemo.

7-NECESIDADES EN CLIMA Y SUELO

Cucurbita pepo es una especie muy versátil en cuanto a clima, pudiéndose cultivar en muchas zonas del mundo, siendo su principal limitante la temperatura, pudiéndose encontrar en una u otra época del año en la mayor parte de los países del Ecuador o de las zonas templadas. Según (Bannayan & Rezaei, 2011), los cuales realizaron ensayos de esta planta en tres regiones agrícolas de condiciones muy diferentes de temperatura, altitud, y horas de sol, teniendo resultados positivos en todas ellas, nos permite ver la gran versatilidad de este cultivo para diversas condiciones.

7.1. TEMPERATURA

La temperatura y la humedad son los factores más importantes en el cultivo de *Cucurbita pepo*. Según (Serrano, 1973), la temperatura óptima de crecimiento está comprendida entre los 25-35°C, helándose a temperaturas inferiores a 0°C, pudiéndose recuperar si dichas temperaturas no duran muchas horas y deteniéndose el crecimiento con temperaturas inferiores a 8°C. Para la germinación la temperatura debe ser superior a 10°C, siendo lo óptimo que esta sea de 20-30°C.

Tabla 3: Temperaturas críticas para el calabacín

TEMPERATURAS CRITICAS DEL CALABACIN

Se hiela a:	— 1° C.
Se detiene el crecimiento a:	8° C.
Germinación:	
— Mínimo:	10° C.
— Óptimo:	20° a 30° C.
Desarrollo óptimo:	25° a 35° C.

Fuente: (Serrano, 1973)

Según (Reche, 1997), la temperatura óptima del suelo es de 20-25°C, lo que produce que la semilla germine en 2-5 días, y afectando gravemente a la germinación si la temperatura del suelo es inferior a 15°C o superior a 40°C. Después de la emergencia de la planta, la temperatura no debe ser inferior a 20°C de noche o 25°C de día. Siendo la temperatura óptima para el desarrollo vegetativo de 25-30°C, perjudicando al crecimiento del cultivo temperaturas inferiores a 10°C.

7.2. HUMEDAD

La humedad relativa óptima para el cultivo es de 65-80%, por encima de esa humedad aumenta notablemente el riesgo de enfermedades, y por debajo se produce estrés hídrico en la planta, produciendo la caída de las flores y pudiendo perjudicar el rendimiento de la cosecha notablemente (Reche, 1997; López, 2016).

En cuanto a la humedad del suelo esta debe estar entre el 85-90%, ya que el calabacín demanda mucha agua, presentando un contenido de agua del 95%. Por lo que una humedad relativa menor produciría un desarrollo inadecuado de la masa foliar.

7.3. LUMINOSIDAD

El calabacín es una planta de día neutro, aunque es más importantes para el desarrollo de la planta la temperatura y la humedad. Aunque conviene tener en cuenta que la luminosidad no sea demasiado escasa para que se produzca una fotosíntesis adecuada, por lo que el calabacín puede cultivarse en cualquier época del año siempre y cuando la temperatura sea adecuada para el cultivo (Reche, 1997).

Cabe destacar, que según (López, 2016) los días largos con temperaturas elevadas favorecen las flores masculinas, fomentando las flores femeninas los días cortos y con temperaturas más frías.

7.4. SUELO

El calabacín se adapta a distintos tipos suelos, desarrollándose mejor en los francos, con buen drenaje, profundos y gran cantidad de materia orgánica. Cuando se encuentra en suelos arcillosos, hay que tener especial cuidado para evitar que se produzcan encharcamientos, ya que esto incrementa notablemente las enfermedades y hongos transmitidos desde el suelo.

En cuanto al pH, el óptimo del suelo está entre 5,6-6,8, adaptándose perfectamente a suelos con pH de 5-7. En suelos con pH superiores a 7 empiezan a aparecer carencias de determinados nutrientes (Reche, 1997).

El cultivo se comporta mejor en suelos ligeramente ácidos, tolerando hasta 5,5 pH. Teniendo una respuesta a la salinidad intermedia, inferior a la de otras cucurbitáceas como el melón y la sandía pero mayor que la del pepino (López, 2016).

Según (Serrano, 1973), el calabacín se desarrolla mejor si el suelo es rico en materia orgánica o en su defecto si se le aplica estiércol previamente al cultivo.

8-SISTEMAS DE CULTIVO

Esta planta presenta una gran versatilidad para su cultivo, pudiendo cultivarse en casi todas las zonas del mundo siempre que se den las condiciones climáticas adecuadas, principalmente de temperatura y humedad. Con los sistemas de cultivo se aumenta aún más esta versatilidad permitiendo el cultivo en diferentes zonas y épocas. Los sistemas empleados son:

8.1. SISTEMA AL AIRE LIBRE

El cultivo del calabacín se puede realizar sin ningún problema al aire libre, pero presentará dificultades para mantener una humedad y temperatura óptimas controladas. Siendo con este sistema, más limitado a determinadas zonas y épocas del año. Además de ser más vulnerable a plagas, hongos y enfermedades.

8.2. SISTEMAS DE SEMIFORZADO: ACOLCHADO Y TÚNELES

8.2.1. Acolchado

En el caso del acolchado se usa principalmente polietileno, con la finalidad de mejorar las condiciones de cultivo, fundamentalmente la temperatura del suelo. Puede ser transparente cuando no hay tanto riesgo de malas hierbas o de colores opacos, sobre todo negro cuando además de aumentar la temperatura se pretende evitar el crecimiento de las plantas adventicias. Estos acolchados se disponen a lo largo de las líneas de plantas dejando pasillos de tierra entre ellos (López, 2016). El principal material empleado es polietileno de 15-18 micras, aunque también se pueden emplear enarenados o cubiertas de material vegetal seco.

8.2.2. Túnel

Esta planta responde muy bien al uso de túneles, especialmente a los de plástico debido a que aumentan la temperatura y mantienen la humedad, independientemente de que el suelo sea enarenado, acolchado o desnudo.

Se recomienda mantener el túnel cerrado y sin ventilar desde la siembra hasta que comience la floración, con la finalidad de que puedan entrar polinizadores naturales. Esto hace que no sea necesario aplicar tratamientos preventivos para enfermedades, plagas u hongos, ya que en estas condiciones no se manifiestan (Serrano, 1973).

Se recomienda que tengan una anchura de 0,8-1 m y una altura de 0,9 m. Siendo las labores culturales las mismas que se realizarían en un cultivo normal (Serrano, 1973).

8.3. SISTEMA FORZADO: INVERNADERO

El calabacín se cultiva bajo invernadero en aquellas zonas donde la climatología no permite su cultivo al aire libre o en las épocas del año en que la temperatura es demasiado baja para un buen desarrollo. De cara a la exportación ha aumentado bastante su cultivo en este sistema. Lo idóneo, es que el invernadero se encuentre a temperaturas entre 25-35 °C por el día y a unos 10-15 °C de noche. Siendo las labores culturales similares a las que se realizarían al aire libre salvo la poda y la forma de conducción que pueden variar, incrementando las necesidades nutritivas de la planta (Serrano Cermeño, 1973).

9-CICLOS DE CULTIVO

Los ciclos de cultivo que se usan con más frecuencia en España son (Reche, 1997; Maroto, 2002):

-Ciclo extra-temprano. Se siembra a partir de finales de noviembre dentro de invernadero en maceta o semillero, cuando presenta por lo menos dos hojas verdaderas, se trasplanta dentro del invernadero. La recolección se realizará a finales de febrero principios de marzo.

-Ciclo temprano. Suele realizarse en la zona mediterránea. Se planta en túneles o terreno acolchado a mediados de febrero, realizándose la recolección a partir de mayo.

-Ciclo normal. La siembra se realiza en función de la temperatura a partir de abril, recolectándose a partir de junio.

-Ciclo tardío. Se realiza prolongando la recolección en las zonas con mejor climatología. Para ello la siembra se realiza a partir de mediados de agosto, y el cultivo se desarrolla en invernadero. Este ciclo suele presentar gran incidencia de enfermedades.

10-SIEMBRA

La siembra que se emplea en el cultivo del calabacín puede ser de dos tipos, uno para cultivos que se destinan a exportación, y otro más empleado para vender en el mercado interior, aunque ambos métodos son perfectamente válidos en ambas situaciones, pues *Cucurbita pepo* presenta un alto porcentaje germinativo.

-Siembra directa: Se siembra entorno a 2-3 semillas por golpe, retirando posteriormente las plantas menos desarrolladas en caso de que salga más de una planta por golpe. Estas plantas desechadas pueden ser utilizadas para reponer posibles marras en otros puntos del semillero, sustituir plantas enfermas o poco vigorosas. Este tipo de siembra suele utilizar para cultivos destinados al mercado interior.

-Siembra en semillero: En esta modalidad las semillas se colocan en recipientes, de forma previa a su trasplante al terreno definitivo. El contenedor más utilizado son las bandejas de poliestireno con gran cantidad de alveolos rellenos por un sustrato comercial. Una vez germinadas las plántulas, cuando presentan por lo menos una hoja verdadera, son trasplantadas a campo o invernadero, lo que ocurre unas 3 semanas después de realizar el semillero. Este tipo de siembra se emplea más en grandes cultivos de calabacín, ya que al sembrar previamente en semillero se aprovechan las semillas de forma más eficiente sin tener que eliminar plántulas, además de tener un ambiente más controlado para el correcto desarrollo de las semillas y permitir adelantar la siembra en aquellas zonas de climatología adversa, ya que suelen hacerse bajo protección.

En algunos ensayos germinativos de semilleros de *Cucurbita pepo* consultados, como es el caso del citado por (Andrés Ruíz, 2012) o por (Villanueva Coronado, 2008) el porcentaje germinativo fue superior al 90 %, siendo lo más frecuente que los mismos superen el 95%. Por lo que en estos casos, bastó con que las semillas que se plantarán fueran solamente un 10-15% mayor a las plantas necesitadas. Pero puede haber casos más desfavorables donde este porcentaje tenga que ser algo mayor.

11-PREPARACIÓN DE LA PLANTACIÓN

11.1 PREPARACIÓN DEL SUELO

Al principio, es necesario eliminar los restos vegetales que puedan encontrarse en el terreno, nivelándolo posteriormente. Esta operación se realiza de ser posible con un motocultor o tractor con rotocultor que trabaje el suelo a una profundidad de unos 25 cm anualmente, siendo necesario para no producir costras que encharquen el suelo, cada 3 o 4 años trabajar el mismo con una labor más profunda, empleando para ello un arado de vertedera a unos 35 cm. Es conveniente aprovechar estas labores para emplear abonos orgánicos enterrándolos y distribuyéndolos adecuadamente junto a los restos vegetales. En caso necesario, luego se desinfectará el terreno (ya sea por medios físicos o químicos) y se aireará. Unos 10 días antes de que comience la plantación en el terreno se realizará un laboreo superficial a unos 15-20 cm con intención de desmenuzar, allanar y airear el terreno, en esta labor es recomendable emplear rotocultor y aplicar los abonos minerales que pueda necesitar el cultivo, aunque si el cultivo es por riego a goteo, será más conveniente aplicarlos mediante el mismo (Serrano, 1973; Reche, 2000).

11.2 PLANTACIÓN

Una vez que las plantas tienen el tamaño adecuado se procede al trasplante, en el terreno al aire libre o en el invernadero, según el caso. A la hora de decidir cual emplear, se debe prestar atención a distintos factores, ya que el invernadero supondrá un mayor coste inicial para comenzar el cultivo pero nos permitirá marcos de plantación menores, otorgará al cultivo mayor protección y nos permitirá plantar en meses del año que de hacerlo fuera del invernadero daría muchos problemas. Atendiendo más detenidamente a las dos posibilidades:

-Al aire libre: Los marcos de plantación serán más amplios en primavera y otoño debido a que hay menos iluminación y más densos en verano cuando la iluminación es mayor. Un marco adecuado puede ser, a una separación de 1-1,5 metros entre líneas y 0,8-1 metro entre plantas, es decir, a una densidad de plantación de 0,8-1,5 m²/planta (López, 2016).

-En invernadero: Permite controlar mejor la cosecha haciendo que esta dependa menos de la climatología externa y por lo tanto alargar el periodo de producción, permitiendo que esta aumente y se obtenga una mayor precocidad, entre otras ventajas. Suelen emplearse menores densidades de plantación en torno a 0,75-1 m²/planta siempre que el cultivo esté entutorado, y similar a las empleadas al aire libre si no lo está. El cultivo en invernadero nos da un mayor margen de plantación pudiendo realizar el cultivo en meses que normalmente no se podría cultivar, la temperatura óptima es de 24°C durante el día y 12-15°C en la noche (Maroto, 2002).

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

También se puede encontrar estudios en los cuales se obtuvo mejores resultados con densidades de cultivo menores a las indicadas anteriormente como el realizado en Irán por (Bannayan & Rezaei, 2011), que propone una densidad de 2,5 plantas/m², ó el realizado en Argentina por (Castagnino et al., 2008), en el que se propone una separación entre plantas de 0,25-0,5 m con pasillos de 1 m como mejor opción. Es decir, una densidad de 2-4 plantas/m².

Según (París, 1993), 'Orangetti' con una densidad de 20.000 plantas/ha se puede obtener una producción de 40 t, cosechándose a los 69 días de la plantación y recolectando frutos de unos 900 g, siendo más pequeños que los de 'Vegetable Spaghetti' pero produciendo mayor cantidad de los mismos. La densidad de plantación de 0,5 m²/planta empleada en este ensayo es más espesa que la empleada en el cultivo de otras variedades de calabacines, además se pueden ver densidades similares en otros estudios sobre la variedad 'Vegetable Spaghetti' y el cultivar 'Orangetti' como es el caso citado por (Castagnino et al., 2008), lo cual indica que probablemente, este cultivar precise de menor espacio.

12-LABORES DE CULTIVO

Una vez el cultivo empieza a desarrollarse, se tendrán que realizar cada cierto tiempo una serie de operaciones para asegurar un buen desarrollo del cultivo, evitando que sea atacado por plagas o enfermedades, mejorando el rendimiento del mismo y facilitando el trabajo de la mano de obra. Las principales labores que deben realizarse en un cultivo son:

12.1. ACLAREO

Se lleva a cabo cuando se ha realizado siembra directa y nacen varias plantas por golpe, consiste en eliminar todas las plantas menos la más vigorosa, se realiza cuando aún son pequeñas y su sistema radicular no está muy desarrollado, por lo que es fácil extraerlas sin dañar la planta que se pretende dejar en el cultivo. En caso de realizar un aclareo tardío es conveniente cortar el tallo en vez de arrancarlo para evitar dañar las raíces de la planta que se pretende dejar en la zona (Reche, 2000).

12.2. REPOSICIÓN DE MARRAS

Si se trasplanta desde un semillero es frecuente que algunas plantas mueran, por lo que se estima un 5% de más en los semilleros, para reemplazar las plantas que mueran en el trasplante (Reche, 2000).

12.3. APORCADO

El aporcado se realiza por primera vez cuando la planta tiene 3 o 4 hojas verdaderas, para ello se acumula la tierra entorno a la planta retirando las malas hierbas y las posibles costras superficiales producidas por el riego para facilitar el desarrollo radicular, es conveniente no sobrepasar la altura de los dicotiledones (Serrano, 1973), (Reche, 2000).

12.4. ENTUTORADO

La mayoría de las variedades de calabacín son plantas rastreras, por ello, es necesario entutorar la planta con la finalidad de aprovechar el espacio, obtener más luminosidad, aumentar la aireación y evitar la infección por hongos o enfermedades. Para ello hay dos formas de entutorar (Serrano, 1973; Reche, 2000).

-Mediante rafias, atadas a una barra o hilo metálico que pasa por encima de la línea de cultivo o anudándolas al techo del invernadero y que se envuelven en el calabacín haciendo un lazo a partir del cual se va guiando el crecimiento de la planta a medida que esta crece, con la finalidad de que no se doble, facilite el paso de los trabajadores y no

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

parta por su propio peso o el de sus frutos. También puede realizarse con dos cañas gruesas posicionadas en forma de triángulo, empleando la parte más elevada del triángulo como si fuera el techo del invernadero y atando de esta forma el tallo de la planta al triángulo con rafias.

-Mediante barras, colocadas al inicio del cultivo en la base de las plantas para no dañar las raíces cuando estas se encuentren más desarrolladas, a medida que el calabacín crezca se irá atando a la barra de forma que la planta crezca erguida.

12.5. FERTILIZACIÓN

Según (Reche, 2000), para una producción media de 80.000-100.000 kg/ha, se estima mediante ensayos una pérdida de 200-225 kg de nitrógeno (N), 100-125kg de fósforo (P₂O₅) y 250-300 kg de potasio.

-Nitrógeno. Se recomienda abonar la mayor parte en cobertera, empleando solo una cuarta parte como abonado de fondo.

-Fósforo. Se suele aplicar a partes iguales en abonado en fondo y cobertera, pero es preferible que el abonado en fondo sea algo menor.

-Potasio. Se reparte a partes iguales en abonado en fondo y en cobertera. Empleándose sulfato potásico como abonado en fondo y nitrato potásico en cobertera.

-Magnesio. Aunque en menor medida que los anteriores también es de gran importancia, aplicándose todo el abonado antes de la siembra o plantación.

Para suelos enarenados y riego por goteo se aplicarán 200-300 UF/ha de nitrógeno, 150-200 UF/ha de fósforo, 350-500 UF/ha de potasio y 50 UF/ha de magnesio (Reche, 2000).

Para suelos enarenados con riego en manta se emplearán 300-400 UF/ha de nitrógeno, 150-200 UF/ha de fósforo y 350-500 UF/ha de potasio (Reche, 2000).

Como resultado del estudio realizado en Irán, donde se estudió el crecimiento del calabacín bajo diferentes regímenes de temperatura y con prácticas culturales distintas (Bannayan et., 2017), concluyeron que para un mayor rendimiento en la producción de calabacines, lo óptimo es una fertilización con 250 Kg/ha, de nitrógeno para una densidad de plantación de 2,5 pl/m².

12.6. PODA

En el calabacín normalmente no se realiza una poda de formación, por lo que se ve reducida a pequeñas labores para mejorar las condiciones del cultivo, como son:

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

-Destallado. Se puede dar el caso de que aparezcan brotes secundarios, por lo que en caso de que ocurra, estos tallos se eliminarán.

-Deshojado. Sólo se realiza cuando las hojas de la parte inferior de la planta se encuentran en malas condiciones o sean excesivamente grandes dificultando la iluminación y aireación de la parte baja de la planta, pudiendo dar lugar a infecciones de diversos patógenos.

-Limpieza de flores. En el calabacín las flores se desprenden una vez eliminada su función, las cuales se pudren y pueden ser una fuente de enfermedades, por lo que deben eliminarse cuanto antes.

-Eliminación de frutos. Consiste en eliminar los frutos con crecimiento anómalo y con enfermedades, debido a que compiten en nutrientes con el resto de frutos y pueden propagar enfermedades.

12.7. POLINIZACIÓN

Cucurbita pepo es autocompatible, por lo que puede reproducirse sexualmente consigo misma. De forma natural se realiza por las denominadas abejas de las calabazas (géneros *Peponapis* y *Xenoglossa*), aunque en Canarias los principales polinizadores son las abejas y abejorros (géneros *Apis* y *Bombus*). Esta polinización también puede realizarse de forma manual por trabajadores, siendo sencilla pero laboriosa, por lo que algunos agricultores emplean colmenas para mejorar el cuajado del fruto (Reche, 1997; Decker-Walters et al., 2002).

Este proceso se realiza solo por la mañana, ya que las flores del calabacín se abren solo entre las 6 y las 12 de la mañana aproximadamente, produciéndose antes en verano y algo más tarde en invierno. Las primeras flores en abrirse son masculinas y una hora más tarde abrirán las femeninas en los días calurosos, produciéndose a la inversa en los días fríos. La fertilidad de la flor femenina se mantiene unos 4 días desde el momento en que se produce la primera apertura (Reche, 1997; Wien, 1997; Nepi & Pacini, 1993).

Para evitar este proceso, puede optarse por la aplicación de auxinas sintéticas, dado que las auxinas fomentan la producción de frutos partenocárpicos, produciendo frutos sin la fertilización del óvulo (Wien H. , 1997).

12.8. RIEGO

El primer mes de cultivo es conveniente que el riego no genere exceso de humedad en el suelo, de esta forma el calabacín fomentará su desarrollo radicular sin un exceso de desarrollo vegetativo. Después durante la fase de crecimiento rápido, momento en el que los frutos se están desarrollando la planta demanda una gran cantidad de agua,

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

precisando de riegos frecuentes pero con poco caudal para evitar el encharcamiento del suelo (Serrano, 1973; Reche, 1997).

El consumo por cultivo depende del estadio, la densidad de plantación y sistema de riego. Lo más frecuente es que el riego sea localizado, para el cual el volumen de agua a emplear oscilará entre 2000-2500 m³/ha y ciclo. Al emplear riegos a pie o en manta el gasto de agua es mucho mayor, oscilando entre 5000-6000 m³/ha y ciclo (Reche, 1997).

13-RECOLECCIÓN

La calidad final del calabacín depende bastante de los cuidados durante la recolección, ya que en este punto es en el que los frutos adquieren el tamaño y peso deseado por los consumidores. Se deben recoger con un fragmento de pedúnculo para que sea más vistoso y prestando atención en no dañarlo.

Los frutos de *Cucurbita pepo* tienen un desarrollo muy rápido, siendo aconsejable recolectarlos cada 1 o 2 días para que no sobrepasen el peso comercial, es decir, cuando el calabacín presenta un peso de entre 200-250 g. Con una longitud de unos 15-18 cm y un diámetro de 4 a 5 cm. Siendo la producción media del cultivo de unos 100.000 kilos por hectárea (Serrano, 1973).

Según (López, 2016), la recolección del calabacín se inicia 45-65 días después del trasplante cuando los frutos aún no han madurado y tienen un peso promedio de 200-250 g, una longitud de 15-25 cm y un diámetro de 4-6 cm. Realizando cortes limpios a 2 cm del fruto con tijeras o cuchillos, prestando al posterior manejo del fruto especial cuidado ya que al no haber madurado por completo su piel es muy delicada rallándose fácilmente con cualquier golpe. La calidad del fruto viene dada por características tales como el brillo, la firmeza, uniformidad de longitud, anchura, peso y sabor neutro ligeramente dulce. Por lo que se debe tener especial cuidado en su recolección y manejo posterior; recolectándose diariamente o cada pocos días dependiendo de la variedad, y la climatología para que la cosecha sea lo más homogénea posible.

En el caso de los calabacines *spaghetti*, no es necesario limitar su tamaño, ya que su peculiaridad frente a las otras variedades es que pueden sustituir perfectamente a los espaguetis típicos de pasta, siendo más bajo en calorías. Por ello un fruto de mayor tamaño implica una mayor cantidad de sustituto para la pasta de espaguetis, recolectándose cuando el fruto alcanza su completa madurez, con frutos que oscilan entre 0,8-2 kg y en ocasiones superando los 2 kg, como se ha podido observar en ciertos estudios tales como el realizado por (Castagnino et al., 1998) en el que se estudió el efecto de distintos tipos de protección sobre el rendimiento, en condiciones de secano ó en otra experiencia realizada por (Beany et al., 2002), donde se obtuvieron rendimientos de 1,46 kg/fruto de media para 'Vegetable Spaghetti' a los 100 días de la plantación y de 1,10 kg/fruto de media para 'Hasta la Pasta', ambos en plena madurez

Según (París, 1993), la recolección del cultivar 'Orangetti' se suele realizar a los 69 días obteniendo frutos de 900 g, este cultivar produce mayor cantidad de fruto que 'Vegetable Spaghetti' pero de menor peso.

14-POST-COSECHA

Este proceso consiste en acondicionar el producto una vez recogido de cara a una buena comercialización, para ello se somete al calabacín a una serie de operaciones que van desde una limpieza, pasando por una clasificación, hasta el envasado en recipientes adecuados antes de someterlo a un proceso de conservación mediante frío previo a su traslado al mercado de destino. Dentro de este proceso se pueden diferenciar tres fases según (Serrano Cermeño, 1973):

-Destrío. Consiste en la eliminación de los frutos deformes, o aquellos que se encuentren dañados por plagas o enfermedades. También serán descartados aquellos que disten mucho del peso comercial, el cual está entorno a 250 g.

En el caso de los calabacines *sphaghetti*, el peso no se limita a 250 g, siendo un peso óptimo para su recogida entre 1-2 kg, y pudiendo superarse este peso.

-Embalaje. Se empaquetan en bolsas de mallas o cajas de unos 10 kg, poniendo en la parte inferior viruta de madera y recubriendo el interior de papel de “manila”. Hay que prestar especial cuidado en no dar golpes al fruto, puesto que se daña muy fácilmente.

-Conservación. Su conservación es superior a un mes, realizándose a una temperatura que ronda los 4 °C y con una humedad superior al 4%.

Para (López, 2016) los frutos al ser recolectados y envasados se deben conservar a 5-10 °C y a una humedad del 95% pudiendo llegar a mantenerse hasta 15 días cuando ya empiecen a presentar daños. Este periodo no puede ampliarse en atmósferas modificadas como ocurre en otros cultivos, ya que *Cucurbita pepo* es poco sensible a los niveles de etileno. Por debajo de 5 °C el fruto empieza a tener leves daños que lo empeoran de forma visual, apareciendo daños más graves por congelación a temperaturas inferiores a -0,5 °C desestructurando el tejido del fruto.

Los principales problemas son la deshidratación por lo que debe entrar rápidamente en frío tras la recolección y las podredumbres en la post-cosecha provocada por varios hongos y bacterias.

En cuanto a los calabacines *sphaghetti*, dado que se recogen en fases de maduración avanzada, presentan un gran tamaño y un exocarpo completamente formado, siendo este grueso y duro que le protege más de la deshidratación y los golpes; la conservación es mucho mayor aguantando 2-3 meses con solo un leve empeoramiento estético del fruto.

15-COMERCIALIZACIÓN

Hasta el año 1990 las estadísticas españolas mostraban a *Cucurbita pepo* junto a otras cucurbitáceas. A partir de ese momento el calabacín obtiene mayor importancia, cultivándose en el año 2.000 un total de 5.017 ha, y produciendo 232.326 t, de las cuales Andalucía presentaba 3.528 ha y 195.452 t, seguido de Canarias con 365 ha y 6.820 t y en tercer lugar Murcia con 288 ha y 7.172 t. Alcanzando en estas fechas unas exportaciones de 100.000 t, de las cuales los principales importadores son Francia e Inglaterra absorbiendo el 60 % y Alemania con un 13,6 % del total (López, 2016).

Para ser comercializado el fruto debe cumplir varias condiciones como son el buen estado del pedúnculo, frutos frescos con textura firme, que no presenten golpes,... según este criterio los frutos se clasifican en 3 categorías; categoría I, para los frutos en buen estado. Categoría II, para los frutos corrientes. Categoría III, para los frutos aceptables. De estas 3 categorías las dos primeras tienen permitido la exportación siendo la última solo aceptada para mercado interior (López, 2016).

La distribución de los frutos se hace a demanda del mercado, existiendo diversas formas de embalaje, ya sea en barquetas recubiertas con película plástica, cajas o mallas. Colocando los frutos de forma horizontal (López, 2016).

Según (López, 2016) haciendo referencia a la serie histórica de exportaciones de (FEREX, 2015) comprendida entre los años 2009-2014 (Tabla 5), muestra cuales fueron durante estos años los países receptores de la producción española, siendo los principales importadores Francia y Alemania seguidos por Países Bajos y Reino Unido. Siendo el precio de venta entorno a 0,70-0,90 €/kg.

Tabla 5: Exportaciones españolas en toneladas a la UE entre 2009-2014

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Francia	106.479	105.215	105.266	94.090	96.647	100.735
Alemania	40.943	42.307	55.998	53.688	61.891	66.330
Países Bajos	22.627	23.516	27.194	32.095	31.009	36.341
Reino Unido	24.358	25.086	26.319	31.025	31.910	28.665
Portugal	7.143	8.848	9.516	9.503	9.276	10.719
Bélgica	7.903	8.741	8.726	12.529	10.271	8.895
Italia	15.321	9.145	12.101	9.476	9.521	8.214
Polonia	1.468	2.083	2.847	3.010	4.765	5.049
Suecia	2.521	2.812	3.548	2.749	4.654	3.796
Dinamarca	1.303	1.611	2.006	1.495	3.035	2.694
Austria	2.202	2.412	2.321	3.158	2.335	2.630
Grecia					2.092	2.057
Resto UE-27	4.778	5.088	5.722	5.890	5.228	7.879

Fuente: (FEREX, 2015) citado por (López, 2016)

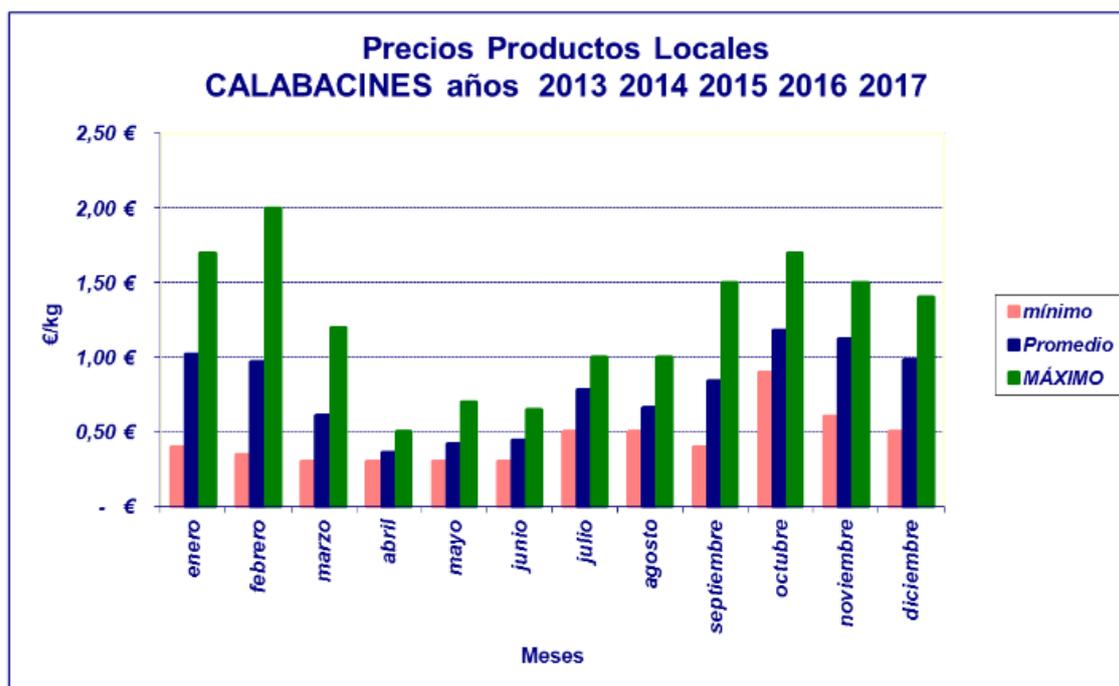
Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

En lo referente a Canarias, y basándonos en los datos de (Mercatenerife, 2020), se observa que existía en el año 2017 el cultivo del calabacín ocupaba una superficie de 453,3 ha, repartiéndose por provincias así; Santa Cruz de Tenerife con 283,4 ha y Gran Canarias con 170 ha. La producción fue de 21.700 t y 10.523 t respectivamente, estando el rendimiento entorno a los 39.400 kg/ha.

Además, (Mercatenerife, 2020) nos indica que cultivares son los más destacados en las islas. De fruto color verde pálido y fruto cilíndrico “Clarita”, “Santa Lucía”, “Casa Blanca” y “Lucía”. De calabacines redondos se destaca “Geode”. Y de verde oscuro introducidos recientemente, “Zucchini” y “Belor”.

Atendiendo a la Gráfica 8 obtenida de (Mercatenerife, 2020) de los años 2013-2017, se observa que el precio promedio suele mantenerse a 0,50-1€, descendiendo en los meses de más cosecha (de abril a junio), y alzándose cuando la cosecha es más escasa (octubre-febrero).

Gráfica 8: Variación de los precios del calabacín a lo largo del año



Fuente: (Mercatenerife, 2020)

A principios de este año 2020, el precio en (Mercatenerife, 2020) como se observa en la Tabla 6, era superior a la tendencia que presentaba el calabacín en años previos, lo que puede indicar que se han producido circunstancias diferentes en el año en curso que han hecho que el precio se eleve. Siendo la primera columna de la Tabla 6 que a

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

continuación se muestra, el precio mínimo, seguido del máximo y del medio, y expresándose en €/kg.

Tabla 6: Valor del precio del calabacín en €/kg el día 24/01/2020

00	Bubangos	LOCAL	2,60	2,80	2,70
01	Calabacines	LOCAL	2,50	2,70	2,60
03	Calabacines redondos	LOCAL	2,70	2,80	2,80
05	Calabacines zucchini	LOCAL	2,30	2,50	2,50
05	Calabacines zucchini	NO LOCAL	2,20	2,20	2,20

Fuente: (Mercatenerife, 2020)

La subida de precios del calabacín es confirmada por las noticias del precio del propio (Mercatenerife, 2020) del día 5 de diciembre del 2019, donde se observa que el precio habitual de la temporada de diciembre es de 0,82 €/kg, mientras que el precio de la semana analizada es de 2 €/kg y el de la semana anterior 2,2 €/kg como se aprecia en la Tabla 7.

Tabla 7: Precios del calabacín en €/kg para el día 05/12/2019

Precios en €/kg (origen: Provincia de S/C de Tenerife)

Fecha: 05/12/2019 semana 49		PRECIO Medio Habitual de TEMPORADA	PRECIO + frecuente SEMANA ANTERIOR	PRECIO + frecuente SEMANA ACTUAL	Variación semanal Porcentual	PRECIO + frecuente ÚLTIMO DÍA
		2,40 €	2,80 €	2,20 €	-21%	2,20 €
		2,94 €	3,50 €	3,20 €	-9%	3,20 €
		1,63 €	2,50 €	2,00 €	-20%	2,00 €
		1,00 €	1,20 €	1,00 €	-17%	0,80 €
		1,07 €	1,40 €	1,30 €	-7%	1,30 €
		0,54 €	0,60 €	0,60 €	0%	0,60 €
		0,72 €	0,90 €	0,90 €	0%	0,90 €
		3,00 €	3,70 €	3,80 €	3%	3,80 €
		0,94 €	1,20 €	1,20 €	0%	1,20 €
		0,89 €	1,00 €	1,00 €	0%	0,80 €
		3,10 €	2,00 €	2,40 €	20%	2,40 €
		2,10 €	1,00 €	1,00 €	0%	1,00 €
		1,02 €	0,50 €	0,80 €	60%	1,40 €
		1,80 €	2,80 €	2,80 €	0%	2,80 €
		0,82 €	2,20 €	2,00 €	-9%	2,40 €

Fuente: (Mercatenerife, 2020)

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

Sin embargo, en enero y febrero los precios del calabacín fueron descendiendo hasta volver a la normalidad, encontrándose a día 19 de febrero de 2020 en (Mercatenerife, 2020) como se muestra la Tabla 8 que aparece a continuación. Siendo alrededor de 1 €/kg, para el bubango y Zucchini presentando precios superiores y los calabacines más comunes precios inferiores.

Tabla 8: Precios del calabacín en €/kg para el día 19/02/2020

00	Bubangos	LOCAL	1,30	1,40	1,40
01	Calabacines	LOCAL	0,40	0,60	0,50
03	Calabacines redondos	LOCAL	0,60	0,70	0,70
05	Calabacines zucchini	LOCAL	1,30	1,50	1,40
05	Calabacines zucchini	NO LOCAL	1,00	1,10	1,10

Fuente: (Mercatenerife, 2020)

Atendiendo a las dos variedades en las que se centra este trabajo, (París, 1993) realizó un estudio comparativo del que se obtuvieron datos de tres mercados de Florida, concretamente en Sabal Palm Plaza y Port St. Lucie, a los que se les habían entregado frutos de ‘Vegetable Spaghetti’ y ‘Orangetti’ (Tabla 9), en dichas tiendas se promocionó el fruto con recetas, letreros especiales y pruebas cocinadas. Los resultados fueron más favorables para ‘Orangetti’, posiblemente por presentar un color más llamativo, un tamaño menor y sabor más dulce.

Tabla 9: Estudio comparativo de mercado de ‘Vegetable Spaghetti’ y ‘Orangetti’

Store location	No. fruit marketed		No. fruit sold		Percent sold		Ratio OG : VSP
	OG	VSP	OG	VSP	OG	VSP	
Sabal Palm Plaza, Ft. Pierce	36	24	36	12	100	50	3 : 1
Port St. Lucie, north	60	8	24	2	40	25	12 : 1
Port St. Lucie, east	90	36	83	14	92	39	6 : 1

ⁱOG= Orangetti ; VSP= Vegetable Spaghetti .

Fuente: (París, 1993)

En la Tabla 9 de las tres tiendas se observa, que en Sabal Palm Plaza, Ft. Pierce habían 36 frutos de ‘Orangetti’ y todos fueron vendidos mientras que de los 12 de ‘Vegetable Spaghetti’ se vendieron la mitad. En Port St. Lucie, norte; de los 60 frutos de ‘Orangetti’ se vendieron 24 y de los 8 ‘Vegetable Spaghetti’ solo se vendieron 2. Y en Port St. Lucie, este; de los 90 frutos de ‘Orangetti’ se vendieron 83 y de los 36 de ‘Vegetable Spaghetti’ se vendieron 14. Lo que indica muy alta aceptación de la

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

población israelí por 'Orangetti' a pesar de no estar familiarizado con esta variedad. En Canarias, al no comercializarse el calabacín spaghetti aún, se carecen de datos de precio de mercado.

16-MEJORA GENÉTICA

La mejora genética del calabacín se ha ido realizando a base de la selección de las plantas que presentan un tamaño más óptimo para el cultivo (entorno a 1,5 m) o un hábito más arbustivo, aquellas sin ramas secundarias, las que presentan mayor cantidad de flores femeninas, las que presentan mayor resistencia a determinados hongos, enfermedades y plagas o aquellas con frutos más óptimos basándose en el tamaño, forma o color. Con estas mejoras se han ido consiguiendo resistencias a varios virus de cucurbitáceas como pueden ser el virus de *Zucchini Yellow Mosaic Virus* (ZYMV), o el de *Cucumber Mosaic Virus* (CMV) (Martínez D. , 2014).

Hoy en día, según (Maroto, 2002; Martínez D. , 2014) los objetivos de la mejora genética se centran en conseguir una floración más precoz, resistencias a oídio y virosis, un porte más arbustivo y frutos de coloración, sabor y formas más atractivas.

Para obtener especies resistentes a determinadas enfermedades o hongos se localiza una variedad de *Cucurbita pepo* que presente genes que le aporten resistencia a dicho hongo o enfermedad, y se realizan cruces y retrocruces para intentar conseguir una nueva variedad comercial que presente resistencias. Pudiendo emplear no necesariamente variedades de *Cucurbita pepo* para ello, sino que se pueden utilizar especies emparentadas, que en el caso de *Cucurbita pepo* se podría cruzar con *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima* o *Cucurbita ficifolia*. Un ejemplo de ello es *Cucurbita moschata* la cual se estudia por su resistencia a virus como ToLCNDV, CMV, PRSV, WMV y ZYMV; que aunque en los estudios realizados no aportó resistencia total a *Cucurbita pepo*, si que le aportó una resistencia intermedia, retrasando los síntomas en los híbridos (Martínez et al., 2015; Sáez et al., 2016).

En el caso de ‘Vegetable Spaghetti’, es una planta de crecimiento indeterminado con gran ramificación secundaria. En el año 1986, se cruzó con ‘Fordhook Zucchini’ en el centro de investigación de Newe Ya’ar (Yizre’el Valley, al norte de Israel), obteniéndose 2 nuevos cultivares, a través de 6 generaciones de cruzamiento y de 2 a 4 generaciones de autopolinización, estos cultivares fueron ‘Orangetti’ y ‘Go-Getti’, dependiendo de si la flor femenina era de ‘Vegetable spaghetti’ y la masculina de ‘Fordhook Zucchini’ o viceversa. Hoy en día de estos dos híbridos el más cultivado es ‘Orangetti’, el cual presenta crecimiento indeterminado, un porte arbustivo de 1-1,5 m de longitud y frutos anaranjados que oscilan entre 1-1,5 kg (Edelstein et al., 1988).

Según (París, 1993), el cultivar ‘Orangetti’ presenta un fruto con exocarpo naranja, siendo el interior del fruto del mismo color ligeramente más claro y pedúnculo verde oscuro; frente a ‘Vegetable spaghetti’ con frutos verdosos amarillentos de tonalidad muy clara. Esto se debe a que durante 6 generaciones de cruzamientos y retrocruzamientos de ‘Vegetable spaghetti’ y ‘Fordhook Zucchini’ se consiguió aislar 5 genes dando lugar a la variedad ‘Orangetti’, estos genes fueron *Bu*, *B*, *D*, *L-1* y *L-2*, para los cuales ‘Vegetable Spaghetti’ es homocigoto recesivo. *Bu* afectando al hábito de crecimiento dando lugar a un crecimiento arbustivo, afectando los otros 4 genes a la coloración. La combinación de *L-1* y *L-2* dan lugar a un color intenso, que junto con *B* que aporta color naranja dan el color característico tanto del interior como el exterior del fruto en el cultivar ‘Orangetti’, mientras que *D* afecta al oscurecimiento dando lugar a

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

un fruto y pedúnculo con tonalidades más oscuras. Además, *B* produce que los frutos de 'Orangetti' sean menores que los de su antecesor (entorno a 900 g). Se cree que la combinación de *L-1*, *L-2* y *B* al otorgar un color anaranjado aportan también un mayor contenido de caroteno (provitamina A), presentando este fruto 15 veces más carotenos que 'Vegetable spaghetti' (3.0 µg/g frente a 0.2 µg/g).

17-FISIOPATÍAS, CARENCIAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES

17.1. FISIOPATÍAS Y CARENCIAS

17.1.1. Aneblado de frutos

Esta fisiopatía consiste en la aparición de deficiencias en el desarrollo de algunos frutos, que como consecuencia se amarillan, se arrugan y finalmente acaban abortando y en la mayoría de ocasiones cayendo, en caso de no caer es importante quitarlos y retirarlos del cultivo, pues son un foco de hongos y enfermedades.

Este proceso se produce por una deficiencia de nutrientes en la planta, exceso frutos por lo que no pueden mantenerse todos o frutos de tamaño excesivo que causan una gran demanda a la planta.



Foto 10: Aneblado de fruto

17.1.2. Asfixia radicular

Fisiopatía que causa la muerte de la planta debido a la ausencia de oxígeno que se ve desplazado por un exceso de agua en el suelo. Es más grave en las plantas jóvenes debido a que presentan una menor área radicular y una menor evapotranspiración (Reche, 1997).

Esta fisiopatía se ve fomentada por un mal drenaje, exceso de riego o lluvia, produciendo encharcamiento o una humedad ambiental excesiva. Los síntomas para

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

detectarla son la aparición de raíces a nivel del suelo, y marchitamiento de la planta. Para evitarla se debe mejorar el drenaje y disminuir el riego.

17.1.3. Carencias

Las principales carencias que afectan al calabacín son:

-Insuficiencia de calcio: Puede ser producida por una insuficiencia de calcio pero también puede deberse por un fallo del transporte de calcio a los frutos debido a altas temperaturas, humedad baja y salinidad. Lo que produce la podredumbre del ápice del fruto (López, 2016).

-Deficiencias de magnesio: No es frecuente en el calabacín, siendo causadas principalmente por suelos arenosos con suelos excesivamente ácidos o con contenidos del microelemento inferiores a 70 ppm. Se manifiesta con decoloraciones foliares intervenales, que en casos críticos evolucionan descomponiendo la hoja (López, 2016).

-Fitotoxicidad por manganeso: Se produce en suelos pesados, ácidos, con un pH inferior a 5,8. Produce pequeñas perforaciones en la hoja que evolucionan a manchas necróticas (López, 2016).

17.1.4. Flor pegada

Este síndrome produce el retraso del desarrollo de las flores femeninas que permanecen cerradas y unidas al fruto, teniendo que ser retirada dicha flor de forma manual para que no se produzcan podredumbres en el mismo (Peñaranda et al. 2007; Rosales et al. 2009).

Esta fisiopatía se produce cuando la planta se encuentra expuesta a temperaturas superiores a los 35 °C, siendo por tanto más frecuente en los invernaderos. Para evitarla es importante que se cuente con una buena ventilación y de ser frecuentes las altas temperaturas usar medidas de refrigeración (Peñaranda et al. 2007; Rosales et al. 2009).

17.1.5. Frutos chupados

Se distinguen fácilmente al ser calabacines que sufren en el extremo apical malformaciones, siendo estas partes subdesarrolladas y en muchos presentando pérdidas de color y pudriciones.

Se produce por someter a los frutos a condiciones adversas como pueden ser estrés hídrico, temperaturas inadecuadas, humedad relativa elevada o determinados tratamientos fitosanitarios.

17.1.6. Plateado

Decoloración de la hoja de *Cucurbita pepo* que se manifiesta inicialmente por las nervaduras principales, extendiéndose a las secundarias y que finalmente llega a decolorar completamente el haz foliar. Los primeros síntomas aparecen a los 10-15 días de que la planta sea infectada por mosca blanca, *Bemisia tabaci*. Los síntomas de la patología aparecen normalmente en aquellas hojas que no albergan larvas de *Bemisia tabaci*. Esto se debe a que la toxina causante de la fisiopatía es transmitida solo por las larvas y es inyectada a la planta mediante la alimentación de las mismas, por lo que cuando se manifiesta el “plateado” la larva ya ha alcanzado la fase adulta. Esta toxina causante del “plateado” no se da en toda la población de *Bemisia tabaci*, sino que se da en una parte a la cual se le denomina biotipo “B” (Usin et al. 1997).

17.1.7. Rajado del fruto

El fruto que sufre esta fisiopatía sigue siendo aprovechable, pero pierde calidad debido a la rotura de su exocarpo. Esto causa que sean rechazados por los consumidores volviéndolos frutos no comercializables.

Este rajado se produce cuando el fruto se ve sometido a fuertes cambios de temperatura, al mismo tiempo que esta sometido a una elevada humedad.

17.1.8. Transición sexual

Consiste en cambios hormonales que pueden hacer que solo aparezcan flores de un género o incluso que se generen flores hermafroditas.

Las altas temperaturas, así como los tratamientos con giberelinas o inhibidores de etileno aparte de favorecer la formación de nuevas flores masculinas producen el cambio de sexo de las yemas florales femeninas a bisexuales (Rudich et al., 1972; Wien, 1997; Peñaranda et al., 2007).

En caso de que las temperaturas que alcance la planta sean muy elevadas, por encima de los 38 °C, la planta cambia su expresión sexual produciendo flores masculinas (Staub & Wehner, 1996).

Además, las bajas temperaturas y un alta luminosidad parece fomentar la formación de una mayor cantidad de flores femeninas, lo que al principio del cultivo presenta un problema, ya que las bajas temperaturas inhiben la formación de flores masculinas haciendo que todas las flores del inicio del cultivo sean femeninas, pero no pueden ser polinizadas debido a la ausencia de flores masculinas (Wien H. , 1997).

17.2. PLAGAS

Algunas de las principales plagas que atacan al calabacín son:

17.2.1. Araña roja (*Tetranychus sp.*)

Las arañas rojas que atacan a *Cucurbita pepo* son los ácaros *Tetranychus urticae*, *Tetranychus turkestanii* y *Tetranychus ludeni* de la familia *Tetranychidae*. Todos se desarrollan en el envés de la hoja causando punteaduras y manchas amarillentas que pueden apreciarse también en el haz, llegando a que se sequen las hojas y caigan de aumentar la población.

La planta es más susceptible en los primeros estadios fenológicos. Y la plaga se ve favorecida por ambientes con temperaturas elevadas y poca humedad. Además de verse atraída por los cultivos con niveles de nitrógeno elevados.

Para prevenir ataques al cultivo es conveniente eliminar malas hierbas y restos de cosecha, así como evitar excesos de nitrógeno.

Aparte del uso de acaricidas, también se pueden controlar con lucha biológica. Las principales especies depredadoras de la araña roja son *Amblyseius californicus*, *Phytoseiulus persimilis* y *Feltiella acarisuga*.

17.2.2. Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*)

Las moscas blancas son homópteros de la familia *Aleyrodidae*, atacan a multitud de cultivos, entre ellos el *Cucurbita pepo*, y pueden llegar a ser transmisoras de enfermedades y fisiopatías causadas por toxinas que segregan sus larvas.

Las partes que se ven afectadas son las partes jóvenes de la planta donde los adultos depositan los huevos en el envés de las hojas. Emergiendo las larvas que son inmóviles y causan amarillamientos en la planta al absorber la savia. Esto puede causar fisiopatías como “el plateado” que es causado por el biotipo “B” de *Bemisia tabaci* según (Usin et al., 1997).

Trialeurodes vaporariorum transmite el “virus del amarilleamiento”. Mientras que *Bemisia tabaci* transmite mayor cantidad de virus entre ellos “virus de la cuchara” (TYLCV) Santos et al., 2009).

Para prevenirlos se aconseja colocar mallas en las bandas de los invernaderos, trampas adhesivas amarillas, no abandonar los brotes al final del ciclo y eliminación de fuentes de infección como malas hierbas y restos de cultivo.

Algunos de los enemigos naturales de *Trialeurodes vaporariorum* son *Encarsia formosa*, *Encarsia transvena*, *Encarsia lutea*, *Encarsia tricolor*, *Cyrtopeltis tenuis*, *Eretmocerus californicus*... Para *Bemisia tabaci* podemos encontrar *Eretmocerus*

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (*Cucurbita pepo*), en dos marcos de plantación bajo invernadero

mundus, *Encarsia transvena*, *Encarsia lutea*, *Cyrtopeltis tenuis*, *Eretmocerus californicus*...

17.2.3. Pulgón (*Aphis gossypii* y *Myzus persicae*)

Los principales pulgones que se encuentran en invernaderos y atacan a *Cucurbita pepo* son *Aphis gossypii* y *Myzus persicae*, homópteros de la familia *Aphididae*. Sus hembras pueden ser aladas ó ápteras, de forma que las hembras aladas se desplazan formando nuevos focos que dan lugar a colonias, principalmente esto sucede en primavera y otoño.

Los pulgones son transmisores de gran cantidad de enfermedades al alimentarse de plantas infectadas y tras desplazarse a plantas sanas alimentarse de estas, algunas de estas enfermedades son el “virus del mosaico de la sandía” (WMV-2), el “virus de las manchas anulares de la papaya” (PRSV) ó el “virus del mosaico del calabacín” (ZYMV) entre otros (Perera González & Espino de Paz, 2016).

La forma áptera de *Aphis gossypii* es de cuerpo verde o amarillo con manchas negras; mientras que *Myzus persicae* es completamente verde.

Para prevenir la plaga se colocan mallas en las bandas del invernadero, trampas cromáticas amarillas y se eliminan las malas hierbas y restos de cultivo.

Como enemigos naturales podemos encontrar *Aphidoletes aphidimyza*, *Aphidius matricariae*, *Aphidius colemani*, *Lysiphlebus testaceipes* y *Aphidius colemani*.

17.2.4. Trips (*Frankliniella occidentalis*)

El principal trip que afecta a *Cucurbita pepo* es *Frankliniella occidentalis* perteneciente a la familia *Thripidae*. Los adultos colonizan nuevos cultivos poniendo puestas en las hojas, frutos y flores. Estas larvas al alimentarse causan daños en los órganos afectados pudiendo llegar a necrosarse.

El principal problema de esta plaga es la transmisión de virus, como el “virus del bronceado del tomate” (TSWV).

Como métodos preventivos se encuentran la colocación de mallas en las bandas de los invernaderos, eliminación de malas hierbas y restos de cultivo, y colocación de trampas cromáticas azules.

Como depredadores naturales podemos encontrar *Amblyseius barkeri*, *Aeolothrips sp.* y *Orius spp.*

17.3. ENFERMEDADES

Muchas son las enfermedades que puede sufrir el calabacín, las más destacadas son:

17.3.1. ENFERMEDADES FÚNGICAS

17.3.1.1. Botrytis o Podredumbre gris

Producida por *Botrytis cinerea*, perteneciente a la familia *Sclerotiniaceae*, la infección suele comenzar por flores que no se han desprendido de la planta, heridas producidas por la poda o frutos que han abortado. Se puede observar una necrosis blanda en frutos, así como pudrición de tallo, peciolo y flores.

Para evitar este hongo se debe evitar que el cultivo tenga una elevada humedad ambiental, marcos de plantación estrecho, una masa foliar elevada o exceso de abonos nitrogenados.



Foto 10: Botrytis

17.3.1.2. Cladosporiosis

Es causada por el hongo *Cladosporium cucumerinum* de la familia *Cladosporiaceae*, causando en el fruto manchas de color pardo que exudan y se recubren de una vellosidad grisácea.

Para prevenir este hongo evitar humedades elevadas y falta de ventilación en el cultivo.

17.3.1.3. Mildiu

Los ataques de mildiu al calabacín vienen dados por *Pseudoperonospora cubensis*, de la familia *Pernosporaceae*. Los síntomas que ocasiona a la planta son manchas entre los nervios con forma poligonal y aspecto oleoso que se dan en el haz de la hoja. Con el tiempo estas manchas se tornan amarillentas, terminando por necrosarse y secándose. En el envés se pueden apreciar esporangiosporos de color grisáceo.

Las medidas de prevención consisten en favorecer la aireación del cultivo, evitar exceso de humedad ambiental y eliminar las partes infectadas.

17.3.1.4. Oídio

Se produce por los hongos *Erysiphe cichoracearum* y *Sphaerotheca fuliginea*, de las familias *Erysiphaceae* y *Dicróglossidae* respectivamente. El oídio afecta principalmente a las hojas tanto del haz como del envés, produciendo manchas aisladas y circulares recubiertas por micelio blanco. Un ataque intenso llega a recubrir la planta de este micelio, amarilleando las hojas y produciendo su secado y posterior caída.

Como medidas preventivas se debe mantener el cultivo aireado, evitar encharcamientos y tratar con azufre en la superficie de la planta. Una vez detectado los productos en base a azufre siguen siendo los más eficaces dado que el hongo se desarrolla en la superficie de la planta.



Foto 11: Oídio

17.3.1.5. Sclerotinia o Podredumbre blanca

La podredumbre blanca es producida por *Sclerotinia sclerotiorum*, de la familia *Sclerotiniaceae*. Este hongo ataca principalmente los tallos, peciolo y frutos jóvenes, produciendo el reblandecimiento de los mismos y recubriéndolos de una vellosidad blanca.

Como medidas preventivas conviene que el cultivo no tenga una humedad elevada y que se encuentre bien ventilado.

17.3.2. ENFERMEDADES BACTERIANAS

17.3.2.1. *Erwinia carotovora* (Podredumbre blanda o Pie negro)

La bacteria *Erwinia carotovora* pertenece a la familia *Erwiniaceae*. Penetra por las heridas de poda, recolección y frutos; causando podredumbres negruzcas y húmedas en los tallos y podredumbres blandas en los frutos que causan fuerte olor a podrido.

Esta bacteria puede sobrevivir en el suelo, agua de riego y raíces de malas hierbas. Siendo sus condiciones más favorables altas humedades y temperaturas de 25-35⁰C.

Para su prevención se deben eliminar las malas hierbas, restos de cultivo y plantas infectadas. Desinfectar las herramientas empleadas en la poda y la cosecha con lejía al pasar de una planta a otra. Mantener el cultivo ventilado y evitar exceso de riego.

17.3.2.2. *Erwinia tracheiphila* (Marchitez bacteriana)

Esta bacteria de la familia *Erwiniaceae* ataca a todas las cucurbitáceas, principalmente al melón y la sandía, pero también ataca a calabaza y calabacín. Se caracteriza por la multiplicación a través del tejido vascular deteniendo el transporte de agua y matando la planta. Como primer síntoma de la enfermedad se observa el marchitamiento de las hojas individuales de un solo tallo.

Los principales vectores de esta enfermedad son *Acalymma vittatum* y *Diabrotica undecimpunctata*. Los cuales transmiten la enfermedad de una planta a otra al alimentarse de plantas que presenten esta bacteria.

Para prevenir la enfermedad se debe controlar al vector, eliminar las malas hierbas del cultivo y desinfectar las herramientas empleadas en las labores culturales entre plantas.

17.3.2.3. *Pseudomonas syringae* (Mancha angular de las cucurbitáceas)

Esta enfermedad de la familia *Pseudomonadaceae* causa manchas en las hojas de unos 8 milímetros que se encuentran delimitadas por los nervios, las cuales se secan y

agujerean causando importantes daños a la planta. Los ataques suelen darse principalmente en los semilleros.

Para prevenirlo se recomienda utilizar semillas sanas y desinfectadas, evitar exceso de humedad ambiental y eliminar plantas infectadas.

17.3.3. ENFERMEDADES VÍRICAS

17.3.3.1. Virus de las manchas anulares de la papaya (PRSV)

Virus del género *Potyvirus* y la familia *Potyviridae*. Produce mosaico y abullonado del fruto. Afectando a calabacín, melón, pepino, sandía, calabaza y papaya.

Se ha detectado en Canarias con grandes incidencias (Perera González & Espino de Paz, 2016).

El virus es transmitido por gran cantidad de pulgones como *Aphis craccivora*, *Aphis gossypii* y *Myzus persicae*. Transmitiéndose además mediante las labores culturales.

Para prevenir el virus debe mantenerse un control de los vectores de la enfermedad así como eliminar malas hierbas y desinfectar las herramientas empleadas en las labores del cultivo.

17.3.3.2. Virus del mosaico de la calabaza (SqMV)

Virus del género *Potyvirus* y la familia *Potyviridae* que produce manchas en forma de mosaico, manchas cloróticas y deformación. En los frutos ocasiona protuberancias que impiden la comercialización así como deformaciones.

Este virus sólo se ha detectado en Canarias en un cultivo de melón bajo invernadero en 1993 (Perera González & Espino de Paz, 2016).

Se transmite a través de coleópteros como *Acalymna trivittata*, *Epilachna chrysomelina* y *Diabrotica undecimpunctata*. Los cuales no se encuentran en Canarias. Además de transmitirse por semilla y a través de la poda y la recolección.

Para controlar el virus es importante utilizar material vegetal sano, controlar los vectores y desinfectar las herramientas de poda y recolección al pasar de una planta a otra.

17.3.3.3. Virus del mosaico del calabacín (ZYMV)

Este virus del género *Potyvirus* y la familia *Potyviridae* afecta a las cucurbitáceas causando la decoloración de las nerviaciones y el amarilleamiento en las hojas, que si la enfermedad avanza derivan en enanismo en la planta y frutos deformes.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

Los principales vectores de esta enfermedad son los pulgones *Aphis craccivora*, *Aphis gossypii*, *Macrosiphum euphorbiae* y *Myzus persicae*. La forma de transmisión es mediante la alimentación de los vectores al alimentarse de plantas infectadas pasando posteriormente a plantas no infectadas. Siendo posible también el paso de la infección mediante labores del cultivo como la poda o recolección de frutos.

Para prevenirlo se debe comprar material vegetal sano, realizar rotaciones de cultivos, eliminar malas hiervas y plantas contaminadas, así como tomar medidas para evitar la aparición de pulgones en el cultivo.

17.3.3.4. Virus del mosaico del pepino (CMV)

El CMV pertenece al género *Cucumovirus* de la familia *Bromoviridae*, afecta principalmente al calabacín, melón y pepino, causando como primeros síntomas manchas en forma de mosaico, encrespamiento y deformaciones en las hojas. Produce además plantas enanas y frutos con presencia de manchas en forma de mosaico y si está muy extendido deformaciones.

El virus se ve transmitido principalmente por pulgones como *Aphis craccivora*, *Aphis fabae*, *Aphis gossypii*, *Macrosiphum euphorbiae* y *Myzus persicae* mediante la alimentación, infectándose al alimentarse de plantas contaminadas y pasando el virus al alimentarse posteriormente de plantas no infectadas. Además puede transmitirse mediante cortes o heridas realizadas por las labores del cultivo.

Es importante destacar que este virus no se transmite por semillas en cucurbitáceas, aunque si lo hace en otras especies entre las que se encuentran plantas silvestres (Perera González & Espino de Paz, 2016).

Como medidas de control pueden eliminarse malas hierbas y plantas infectadas, debe controlarse a los vectores y desinfectar las herramientas entre plantas al realizar las labores del cultivo.

17.3.3.5. Virus del mosaico de la sandía (WMV-2)

Virus del género *Potyvirus* y la familia *Potyviridae*. Causa un mosaico de manchas de color verde oscuro junto a los nervios y deformación del limbo en hojas. Afectando a cucurbitáceas y además al guisante la judía y la espinaca.

Este virus no ha sido detectado en Canarias (Perera González & Espino de Paz, 2016).

El virus se transmite principalmente por pulgones siendo transmitido al menos por 38 especies, no se transmite por semillas en cucurbitáceas y en el calabacín se transmite de forma mecánica mediante labores del cultivo.

Como medidas de control se deben controlar los pulgones y desinfectar las herramientas empleadas en el cultivo al cambiar de planta.

17.3.3.6. Virus del rizado de la hoja del tomate de Nueva Delhi (ToLCNDV)

Este virus pertenece al género *Begomovirus* y a la familia *Geminiviridae*. Las plantas afectadas presentan una parada del desarrollo, las hojas se doblan alrededor de su nervio central, presentando clorosis en los bordes. En los frutos se aprecia una rugosidad en la superficie.

Este virus fue detectado en Almería en 2013, atacando al calabacín en gran medida. Desde el 2013 en Canarias se han realizado desde entonces prospecciones sin encontrarse el virus en las islas (Perera González & Espino de Paz, 2016).

Este virus no se transmite por semillas, siendo su principal vector la mosca blanca *Bemisia tabaci*.

Como medidas preventivas debe controlarse la población de mosca blanca y eliminar las malas hierbas del cultivo.

17.3.3.7. Virus de las venas amarillas del pepino (CVYV)

Virus del género *Ipomovirus* y la familia *Potyviridae*. Produce amarilleamiento en la planta y dificulta el desarrollo. Esta enfermedad no produce síntomas en el fruto. Los cultivos más afectados son el melón y el pepino, pero también afecta a cucúrbitas como el calabacín y la sandía.

Se detectó en Canarias a partir de 2009 con bajas incidencias en cultivos de calabacín, melón, pepino y sandía (Perera González & Espino de Paz, 2016).

Es transmitido por la mosca blanca *Bemisia tabaci*.

Para prevenirlo se debe controlar el vector y eliminar las malas hierbas.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

4-PARTE

EXPERIMENTAL

4- PARTE EXPERIMENTAL

1-MATERIAL Y MÉTODOS

1.1. LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

Este cultivo se realizó en la Sección de Ingeniería Agrícola de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad de La Laguna. Que se encuentra en la provincia de Santa Cruz de Tenerife, municipio de La Laguna, en el número 2 de la carretera general de Geneto.

Para localizar el conjunto de invernaderos que se empleó parcialmente para el cultivo según datos del SIGPAC (Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas), este se encuentra en la comunidad 5, provincia 38, municipio 23, polígono 53, parcela 9.000, recinto 309 como se puede ver desde la vista aérea de la Imagen 3. Con unas coordenadas geográficas de latitud $28^{\circ} 28' 43.76''$ y longitud $16^{\circ} 19' 4.42''$. A una altitud sobre el nivel del mar de 550 m.



Imagen 3: Ubicación del cultivo (SIGPAC)

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero



La información de esta parcela es la vigente en SigPac a fecha 25/04/2020.

Fecha de vuelo: 00/2018

Fecha de la cartografía catastral (1): 7/9/2019

Provincia	Municipio	Agregado	Zona	Poligono	Parcela	Superficie (ha)	Referencia Catastral
38 - SANTA CRUZ DE TENERIFE	23 - LA LAGUNA	0	0	53	9000	109,4657	

Recinto	Superficie (ha)	Pendiente (%)	Uso	Admisibilidad en pastos		Coef.Regadío	Incidencias	Región
				(%)	(ha)			
309	0,1394	15,60	IV			100		

Imagen 4: Datos de la parcela (SIGPAC)

1.2. TIPO DE INVERNADERO

El cultivo se llevó a cabo en un invernadero holandés multicapilla, con cubierta de vidrio y ventanas cenitales, de unos 500 m² de superficie. Concretamente en la sección denominada “Cultivos Intensivos” de las tres secciones similares que forman el bloque de invernaderos multicapilla.

1.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Este trabajo se realizó con dos variedades, ‘Orangetti’ (V1, en el esquema marcado de naranja) y ‘Vegetable Spaghetti’ (V2, en el esquema, marcado de blanco), empleando semillas de ambas, aunque mayoritariamente de ‘Vegetable Spaguetti’ como plantas bordes (B, marcadas de rojo). Además de estas variedades se estudió dos marcos de plantación, siendo la separación entre líneas (L, en el esquema) siempre de 1 m, pero la separación en la misma línea podía ser de 0,5 m (fondo verde en el esquema) o de 1 m (fondo azul en el esquema). Esto se realizó dividiendo las líneas en dos marcos con distintas separaciones, plantando en la mitad de cada línea una planta borde que dividiera las plantas de separación de 0,5 m por un lado y las de 1 m al otro (representada con fondo rojo). Además para que la zona del invernadero no repercutiera en los resultados del trabajo se plantaron ambas variedades en líneas alternas a excepción de las líneas 1 y 18, las cuales eran de plantas bordes. Para que tampoco la cercanía a la manguera principal repercutiera en los datos del estudio, se dividió la plantación en dos bloques, en el primero con las plantas de 1 m de separación de la misma línea estando más cercanas a la tubería principal, encontrándose las de 0,5 m de

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

separación más lejanas, invirtiéndose el proceso en el bloque 2. Todo esto se puede apreciar de forma más clara en el “Esquema 1”.

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18
	B	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2	V1	V2	B
B	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Marco 1	x	x	x	x	x	x	x	x	x									x
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	x	x	x	x	x	x	x	x	x									x
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	x	x	x	x	x	x	x	x	x									x
B	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Marco 2	x									x	x	x	x	x	x	x	x	x
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	x									x	x	x	x	x	x	x	x	x
	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	x									x	x	x	x	x	x	x	x	x
B	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Bloque 1									Bloque 2								

Esquema 1. Plano del diseño experimental

En total se plantaron 56 plantas de ‘Vegetable Spaghetti’ y otras 56 de ‘Orangetti’, empleándose 74 plantas para los bordes, las plantas bordes incluían plantas de ambas variedades, y dentro de estas plantas se incluye la línea divisoria que separa las plantas separadas 0,5 m de las de separación de 1 m. Plantándose en total 188 plantas.

En total se contaba con 19 m de ancho y 7 m de longitud, siendo la superficie total de 133 m². Habiendo plantas con un marco de plantación de 0,5 m² (1 x 0,5 m²) y plantas con marco de 1m² (1 x 1 m²). Véase Esquem 1.

1.4. MATERIAL VEGETAL

Las semillas fueron encargadas a una empresa que se encuentra en Launceston, Reino Unido. El pedido fue enviado en una fina caja de cartón con dos sobres cerrados herméticamente, el de ‘Orangetti’ tal y como se solicitó consistió en 100 semillas, mientras que ‘Vegetable Spaghetti’ al ser más económico se compró al peso, llegando entorno a 250 semillas.

1.5. AGUA Y SUELO

Los análisis de suelo y agua que se emplearon fueron contrastados con las directrices dadas por (Agromática, 2020), para el análisis de suelo y tomando los datos de interpretación de aguas de (Medifer, 2018).

Tabla 10: Análisis de suelo

Parámetro	Unidad	Valor	Interpretación
Materia orgánica	%	1,5	Correcto (1,5-2,5)
Fósforo (P)	ppm	172	Muy alto (35-70)
Calcio (Ca)	Cmol/Kg meq/100g	15,8 (51,6% total de cationes)	Correcto (11-25)
Magnesio (Mg)		7,4 (24,2 % total cationes)	Correcto (6-14)
Sodio (Na)		3,3 (10,8 % total cationes)	Bajo (4-17)
Potasio (K)		4,1 (13,4 % total cationes)	Correcto (1-5)
pH	pH	6,9	Correcto (6,5-7,5)
C.E. del extracto saturado	dS/m a 25 °C	5,7	Riesgo moderado de salinidad (0-4)
Porcentaje de saturación	%	48	Algo alto (30-45)

En cuanto al análisis de suelo de la Tabla 10, el principal problema es el contenido en fósforo, siendo este mucho mayor de lo que debería. El hecho de que el fósforo sea muy elevado suele ser normal en suelos agrícolas, a pesar de lo cual sigue siendo perjudicial, ya que el fósforo reacciona con los aportes de calcio o el que se encuentre en el agua de riego formando fosfato tricálcico, siendo este un precipitado no asimilable por las plantas y que endurece el suelo, dificultando el crecimiento de las raíces.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

Tabla 11: Análisis de agua

Parámetro	Unidad	Valor	Valor óptimo
pH	pH	8,4	Alto (6,5-8)
CE	dS/m a 25 °C	0,912	Correcta (0-2)
Nitrato	ppm	4	Correcto (0-10)
Carbonato	meq/l	0,67	Alto (0-0,1)
Bicarbonato		5,5	Alto (1,5-4,5)
Sulfato		1,5	Correcto (0-20)
Cloruro		1,5	Correcto (0-30)
Calcio		0,79	Correcto (0-20)
Magnesio		3,9	Correcto (0-5)
Sodio		4,1	Correcto (0-40)
Potasio		0,54	Correcto (0-2)
Ph de equilibrio		pH	6,84

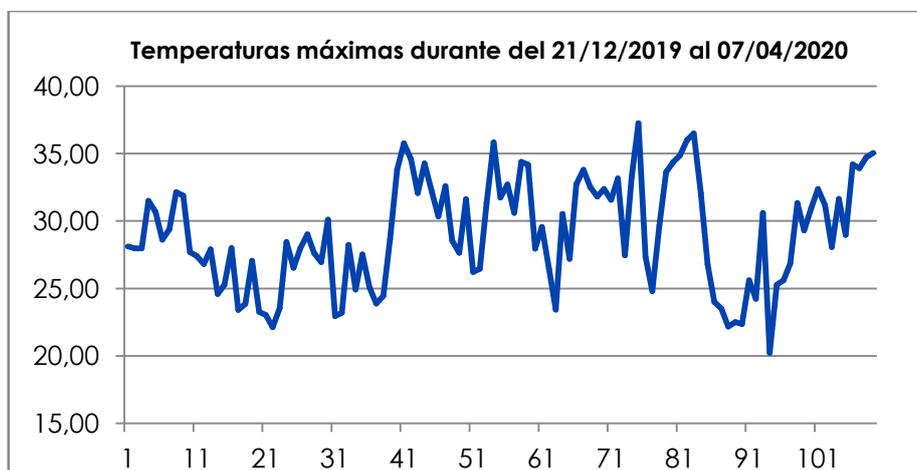
Con los datos de la Tabla 11, observamos que los valores de pH superiores a 8 son aguas muy básicas, teniendo una menor concentración de iones H^+ , lo que puede causar deficiencias de Fe en el cultivo. Además el exceso de carbonatos y bicarbonatos puede producir precipitación formando carbonato de calcio, lo que puede causar problemas de taponamiento en tuberías, haciendo que el riego sea irregular en la plantación o que ciertos goteros se taponen.

1.6. CONDICIONES AMBIENTALES

Para conocer los parámetros climáticos se empleó una estación meteorológica, la cual se encontraba en un invernadero cercano. Se trata de una estación automática HOBO 21, la cual se encuentra programada para registrar datos cada 15 minutos. Obteniendo la radiación, así como las humedades y temperaturas tanto mínimas, máximas como medias. Al comparar estos valores, con los datos recogidos con un termómetro en el invernadero que se realizó el ensayo, se comprobó que los datos de la estación para los mismos días eran varios grados más fríos. Por lo que se procedió a realizar una correlación de datos, para ello, se realizó una gráfica de dispersión lineal, en la que se relacionaban los datos de temperatura máxima recogidos por la estación, con los datos más elevados obtenidos con el termómetro a mediodía, con lo que se obtuvo una fórmula mediante la cual se calcularon las temperaturas máximas de nuestro invernadero. Según (Reche, 1997), el calabacín no debe estar por debajo de los 20 °C, siendo lo óptimo que se encuentre entre 25-35 °C, por lo que distinguimos como zonas

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

de riesgo por temperaturas elevadas aquellas cuya temperatura máxima supera los 35 °C, y zonas de riesgo por frío, aquellas que que presentan una temperatura máxima cercana a los 20 °C, ya que durante el resto del día habrán estado por debajo de esta temperatura.



Gráfica 9: Temperaturas máximas durante el cultivo en grados centígrados

En cuanto a la radiación y humedad, se estipula que es similar a la del otro invernadero, siendo para el ensayo mucho más importantes los datos referentes a la temperatura.

1.7. SEMILLEROS Y TRANSPLANTE

Los semilleros fueron realizados el 2 de diciembre de 2019 en el invernadero multicapilla, concretamente en la sección denominada “Hidroponía”, para plantar las semillas se emplearon dos bandejas de poliestireno expandido con alveolos, los cuales fueron rellenos con sustrato de turba, enterrando ligeramente las semillas, empleando una bandeja para ‘Vegetable Spaghetti’ y otra para ‘Orangetti’.

A los 7 días de la plantación se comprobó que aunque aún no habían germinado completamente ya se podía ver como la mayor parte de las plántulas empezaba a salir de la turba (Foto 1), llegando el día 9, a estar todas las plántulas con dicotiledones a excepción de las que nunca germinaron. Según la bibliografía consultada, nombrada anteriormente en los apartados de “Fisiología del crecimiento vegetativo” (Apartado 6.1) y “Temperatura” (Apartado 9.1) la germinación debe producirse entre los 5-8 días, por lo que a los 9 sería algo tardía, pero esto puede ser debido a causa de la temperatura, ya que al haber realizado los semilleros en diciembre la temperatura no siempre fue superior a los 20 °C.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

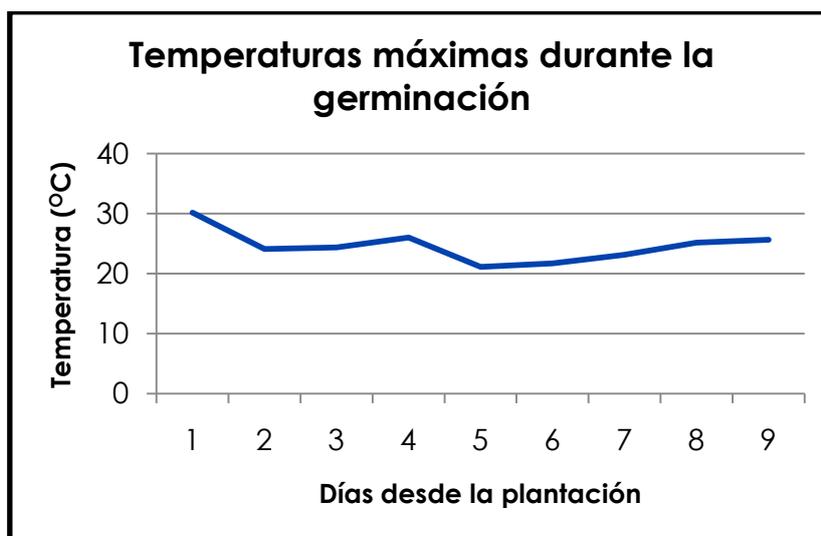


Foto 12: Semilleros de una semana

El trasplante se produjo 2 semanas en semillero (Foto 13), llevando las plantas al campo el día 21 de diciembre de 2019. Tras el trasplante se realizó un riego de apoyo. Aplicando 2 días después el primer espolvoreado con azufre, pues el suelo de la plantación presentaba antecedentes de oídio.



Foto 13: Semilleros a las dos semanas



Gráfica 10: Temperaturas máximas durante la germinación en grados centígrados

1.8. RIEGO Y FERTILIZACIÓN

Se empleó un sistema de riego por goteo. La instalación de riego dispone de dos filtros de arena y dos filtros de malla. La fertilización se realizó a través del riego, el cual fue aumentando conforme a las demandas del cultivo pudiéndose diferenciar tres fases.

La primera fase se llevó a cabo en las dos primeras semanas tras la plantación. Con riegos diarios de 5 minutos que aportaban a la planta 0,3 litros. El agua presentaba un pH de 6,5 con una C.E. de 1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un equilibrio (N-P-K) de 13-40-13.

La segunda fase comenzó a partir de las dos primeras semanas hasta que cuajaron los primeros frutos. Consistió en dar riegos de 15 minutos que aportaban 1 litro de agua. El agua presentaba las mismas condiciones que en la primera fase, pH de 6,5, C.E. de 1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un equilibrio de 13-40-13.

En la tercera fase, desde el cuajado del fruto hasta el final del cultivo se aumentó el riego a 20 minutos, aportando 1,25 litros/planta. El pH se mantuvo en 6,5 y la C.E. cambió ligeramente a 1700 $\mu\text{S}/\text{cm}$, además se cambió el equilibrio a 1-1-1.

Para regular el pH y realizar la fertirrigación con los equilibrios mencionados en las 3 fases, se empleó un conjunto de 3 depósitos controlados por un programador de riego. El primero con intención de regular el pH contenía ácido fosfórico y ácido nítrico. El segundo nitrato cálcico y ácido nítrico. Y el tercero sulfato potásico y nitrato potásico.

1.9. LABORES CULTURALES

-Reposición: La primera labor que se realizó fue la reposición de tres plántulas que no habían sobrevivido al trasplante, llevándose a cabo el día 27 de diciembre con las plantas sobrantes del semillero, regando las plantas para mejorar la probabilidad de supervivencia de las mismas.

-Tratamiento fúngico: El espolvoreado de azufre que se había realizado dos días después del trasplante por primera vez, se empieza a realizar semanalmente a partir del día 15 de enero de 2020. Esto fue debido a la aparición de las primeras plantas con leves rastros de oídio, realizándose a partir de ese momento según la infección del cultivo cada semana o semana y media. A partir del 18 de marzo de 2020 fue la última vez que se sulfató debido a que eran las últimas semanas del cultivo y no era posible obtener más azufre a consecuencia del decreto de estado de alarma por COVID-19, lo que se notó en un gran aumento de la infección de oídio.



Foto 14: Espolvoreo de azufre

-Deshojado: Con la finalidad de airear el cultivo y fomentar el crecimiento de las hojas superiores a las cuales les llegaba más luminosidad, así como de sanear el cultivo, se eliminaron las hojas de la parte más baja y sombreada, retirando las que se encontraban en los primeros 30-50 cm, dependiendo del tamaño de la planta, siendo la variedad ‘Vegetable Spaghetti’ notablemente más alta que ‘Orangetti’. Además se eliminaron las

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

hojas infectadas por oídio para evitar que se propagara, esta acción junto con el espolvoreado fue increíblemente efectivo reduciendo el hongo a una infección mínima.

-Entutorado: El entutorado de las plantas se realizó entre el 22 y 23 de enero de 2020, anudando las rafias a la planta y atándolas a alambres metálicos fijados a 2 metros de altura en el invernadero, a medida que la planta iba creciendo esta se iba guiando en espiral a través de la rafia, y en ‘Vegetable Spaghetti’ en la cual gran parte de las plantas superaron los 2 metros se siguió entutorando por los alambres metálicos, con la finalidad de ver que crecimiento podía llegar a desarrollar dicha variedad. Además debido al peso que ejercían los frutos sobre la planta, también se entutoró los frutos anudando el pedúnculo a los alambres metálicos para impedir que partieran la planta.



Foto 15. Fruto entutorado y longitud de rama secundaria en “Vegetable Spaghetti”

-Eliminación de ramas secundarias: Tanto ‘Orangetti’ como ‘Vegetable Spaghetti’ generaron gran cantidad de ramas secundarias, como la finalidad del trabajo es conocer como se comporta la planta junto con sus frutos, se optó por dejar crecer dos ramas secundarias, una a cada lado entutorándolas al igual que se había realizado con el tallo principal.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

-Eliminación de varias hierbas: Con la finalidad de airear lo máximo posible el cultivo para evitar hongos, así como plagas que puedan hospedarse en las malas hierbas estas se eliminaban cada dos semanas.

-Polinización. La apertura de la primera flor femenina fue el 30 de enero de 2020, momento a partir del cual se desarrollaron muchas más, encontrándose al día siguiente ya 4 flores. Desafortunadamente, no aparecieron flores masculinas hasta el día 4 de febrero y los primeros polinizadores naturales aparecieron por primera vez el 12 de febrero, por lo que los primeros días se realizó polinización manual con ayuda de un bastoncillo, hasta que se comprobó que ya había bastantes abejas polinizando el cultivo, tanto el retraso en la llegada de las abejas como en la apertura de flores masculinas se debe principalmente a realizar una siembra extra-temprana, siendo las temperaturas algo más frías, lo que fomenta la aparición de flores femeninas como muestra la bibliografía consultada en “Fisiología floral” (Apartado 6.2).



Foto 16: Abeja polinizando flor femenina de ‘Orangetti’

1.10. RECOLECCIÓN Y CLASIFICACIÓN

Los primeros frutos aparecieron el día 10 de febrero en ‘Vegetable Spaghetti’ (Foto 17) y el 11 de febrero para ‘Orangetti’, debido a la peculiaridad del mesocarpo de estos

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

frutos se esperó a la maduración de los mismos para su recolección la cual se realizó semanalmente, siendo la primera recolección el día 3 de marzo, y la última el 7 de abril, realizando 6 recolecciones en total. Para cosechar los frutos se empleó un cuchillo realizando un corte limpio para obtener el fruto con 2 cm de pedúnculo.



Foto 17: Primer fruto del cultivo

Estos frutos eran pesados y medidos tanto en longitud como en anchura al ser cosechados (Foto 18). No pudiendo clasificarse según el “Reglamento (CE) No 1757/2003 de la Comisión de 3 de octubre de 2003” que trata sobre las normas de comercialización y clasificación pues esta normativa solo comprende a los calabacines cosechados tiernos, y que se presenten con flor. Como se explica en el “Anexo 1. Definición del producto” siendo inviables por tanto las medidas y longitudes descritas en el reglamento.

Por ello, que se comprobó si otros reglamentos servían por similitud como es el de clasificación de calabazas con la “ORDEN de 1 de agosto de 2016, por la que se aprueba la norma de calidad de la calabaza, para la utilización del símbolo gráfico de las Regiones Ultraperiféricas”, pero en el “Anexo 1- Definición del producto y ámbito de aplicación” se especifica que solo aplica a las especies *Cucurbita maxima* y *Cucurbita mostacha*, además de explicar que no existe norma comunitaria o internacional de calidad para calabazas aplicándose de esta forma la normativa general de comercialización.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

Al no poderse clasificar según ninguna normativa, los frutos fueron clasificados en intervalos de peso de 250 gramos, y de 1 cm para la longitud y anchura en las tablas visuales que pueden verse más adelante “Variables estudiadas” (Parte experimental. Apartado 3.4), con la única intención de distinguir más fácilmente la homogeneidad de los mismos dependiendo de la variedad y el marco de plantación.



Foto 18: Pesada de “Orangetti”

También se realizó un seguimiento de las flores masculinas, femeninas y frutos que iban apareciendo a lo largo del cultivo para cada variedad con cada marco de plantación (Foto 19), para poder saber en que momento se produce mayor cantidad de flores de cada sexo y frutos comparándolos con el tiempo que lleva el cultivo y la temperatura a la que se encuentre.



Foto 19: Conteo de flores y frutos

1.11. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Las plagas no ocasionaron problemas en el cultivo, detectándose en muy poca cantidad araña roja, la cual no ocasionó ningún daño. Siendo el principal problema los hongos, principalmente el oídio que se controló con azufre y eliminando las hojas más contaminadas hasta que debido al COVID-19 el acceso a las instalaciones se complicó y no fue posible seguir espolvoreando azufre semanalmente, notándose un rápido aumento de los daños por oídio (Fotos 20 y 21), afortunadamente en este momento estaban terminando de madurar los últimos frutos de la cosecha antes de su eliminación por lo que no ocasionó pérdidas.



Foto 20: Infección por oídio

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero



Foto 21: Infección por oídio

En cantidades pequeñas también hubo las últimas semanas de cultivo algunos daños por *Botrytis cinerea* como se aprecia en la Foto 22, los pocos frutos que presentaban daños fueron eliminados conforme fueron detectados.



Foto 22: Infección por Botrytis

También al final de la cosecha, algunas plantas de mayor tamaño empezaron a mostrar deficiencias de nutrientes que producían amarilleamiento y quemaduras en las hojas (Foto 23), lo que fue causado probablemente por una falta de potasio debido a su gran

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

tamaño con grandes ramas secundarias y gran cantidad de frutos, lo que producía que la planta destinara el potasio a la formación de los frutos y las hojas no recibieran las cantidades suficientes de este nutriente.



Foto 23: Deficiencia de potasio

Cabe destacar que debido al tamaño de los frutos, muchos calabacines jóvenes no llegaban a desarrollarse dando lugar a frutos aneblados (Foto 24), los cuales fueron retirados para evitar que se infectaran de hongos y bacterias, pudiendo contaminar al cultivo.



Foto 24: Aneblado de fruto

1.12. DATOS ESTADÍSTICOS

El análisis estadístico de este ensayo se realizó con el programa IBM SPSS Statistics. Se realizó un análisis de la varianza para estudiar la influencia de los factores marco de plantación (0,5 m² ó 1 m²) y variedad 'Vegetable Spaghetti' o a 'Orangetti' para las variables peso, longitud y anchura de los frutos.

Previamente se realizaron las pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza, hipótesis necesarias para la aplicación del análisis de la varianza.

2- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

Tras la plantación se realizó un seguimiento de los semilleros, observando que hasta el día 9, no aparecen las primeras plántulas, como se puede ver en la Tabla 12. A partir del día 7, aunque no había ninguna semilla germinada, si que se veía que la mayor parte de las mismas estaban creciendo, abultando la tierra del semillero y comenzando a salir de ella.

Tabla 12: Germinación de las semillas

Variedades	Vegetable Spaghetti	Orangetti
Día 5	0/130	0/70
Día 7	0/130	0/70
Día 9	127/130	66/70
Día 11	127/130	66/70
Día 13	127/130	66/70

Como se puede observar, la germinación fue muy homogénea, germinando 127 de 130 semillas sembradas de ‘Vegetable Spaghetti’ y 66 de 70 en el caso de ‘Orangetti’. Que expresado en porcentajes fueron 97,69 % y 94,29 % respectivamente. Siendo ambos resultados muy favorables, coincidiendo con (Andrés Ruíz, 2012) ó (Villanueva Coronado, 2008), que obtuvieron en sus ensayos porcentajes de germinación superior al 90 %, siendo lo más frecuente que los mismos superen el 95 %. Este buen resultado puede deberse a que se dieron las condiciones adecuadas para la germinación. Dado que la temperatura se mantuvo entre los 20-30 °C, valores óptimos para esta fase.

Cabe destacar que se realizó un contraste de comparación de proporciones, sin encontrarse diferencias significativas al nivel del 0,05 %.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

2.2. PRECOCIDAD

Al ser un cultivo relativamente nuevo y por lo tanto que no cuenta con muchos ensayos, es interesante conocer los momentos clave en cuanto al desarrollo del fruto.

Tabla 13: Aparición y maduración de los primeros frutos

Variedad y marco	Días desde la plantación	
	Aparición de frutos	Recolección de los primeros frutos
Vegetable Spaghetti 1 x 1 m ²	56	75
Vegetable Spaghetti 1 x 0,5 m ²	54	75
Orangetti 1 x 1 m ²	54	72
Orangetti 1 x 0,5 m ²	54	72

Como se puede comprobar en la Tabla 13, no hay apenas diferencia en la aparición de los primeros frutos para ambas variedades o para los distintos marcos de plantación empleados, registrándose los primeros frutos el día 54 tras la plantación, a excepción de 'Vegetable Spaghetti' para marco 1 x 1 m², cuyos frutos aparecieron dos días más tarde, el día 56 tras la plantación. Posteriormente a la aparición de estos primeros frutos no dejaron de aparecer nuevos diariamente.

En cuanto a la recolección de frutos (Tabla 13), tampoco hubo una diferencia notable, en vez de hacer una gran recolección de todo el cultivo, los frutos se fueron recolectando a medida que maduraban, siendo los primeros frutos en madurar los de 'Orangetti' el día 72 tras la plantación, y tres días más tarde, a los 75 de la plantación, los de 'Vegetable Spaghetti'. Momento a partir del cual siguieron madurando frutos cada pocos días para todas las variedades y marcos estudiados.

Este proceso de maduración fue algo tardío, ya que de quererse recolectar todos los frutos simultáneamente se tendría que haber esperado entorno a 10 días más, hasta los 82 días para 'Orangetti' y 85 para 'Vegetable Spaghetti', y según (París, 1993), en su ensayo con 'Orangetti' los frutos fueron recolectados a los 69 días, sí es verdad que las condiciones ambientales y de cultivo no han sido las mismas.

2.3. FLORACIÓN

Se observó también cuando empezaron a aparecer las primeras flores de cada género, en cada variedad y marco, así como los porcentajes por género en el momento en que más flores masculinas y más flores femeninas se encontraban en el cultivo.

Tabla 14: Aparición de las primeras flores y porcentajes durante el máximo floración

	Inicio de floración (días tras la plantación)		Máximo de floración (%)	
	Primeras flores masculinas	Primeras flores femeninas	% Flores masculinas (*)	% Flores femeninas (*)
Vegetable Spaghetti 1 x 1 m ²	44	47	55,55(m) a 57,14(f) a	44,45(m) c 42,86(f) c
Vegetable Spaghetti 1 x 0,5 m ²	44	47	89,65(m) c 71,43(f) c	10,35(m) a 28,57(f) a
Orangetti 1 x 1 m ²	47	47	64(m) b 50(f) a	36(m) b 50(f) c
Orangetti 1 x 0,5 m ²	51	47	65,91(m) b 65,91(f) b	34,09(m) b 34,09(f) b

(*) Durante el máximo de floración, se registran dos datos, momento con mayor número de flores masculinas (m), y momento con mayor cantidad de flores femeninas (f).

En la Tabla 14 se observa que el marco de plantación no parece afectar al inicio de la floración, siendo en el mismo momento en el que aparecen las flores femeninas de ambas variedades, a los 47 días de la plantación. Como diferencia apreciable pero leve entre ambas variedades, ‘Vegetable Spaghetti’ presentó un desarrollo de las flores masculinas unos días antes que las femeninas, a los 44 días de la plantación, mientras que en ‘Orangetti’ el desarrollo de estas fue simultáneo al de las femeninas para el marco 1 x 1 m², a los 47 días, y 4 días después para el marco 1 x 0,5 m², a los 51 días.

En cuanto a los porcentajes de floración por sexos, se aprecia en la Tabla 14 que en ningún momento hay más flores femeninas que masculinas. Según (Manzano, Martínez, Megías, Gómez, Garrido, & Jamilena, 2011), ‘Vegetable Spaghetti’ tan solo produce un

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

30 % de flores femeninas, en nuestro caso ambas variedades superan este porcentaje tanto en el periodo con más flores femeninas (f) como en el momento con mayor número de flores masculinas (m), con la excepción de 'Vegetable Spaghetti' 1 x 0,5 m², que no llega en ninguno de los dos momentos al 30 %. Cabe destacar que los porcentajes de flores femeninas en el cultivo respecto a las masculinas tampoco se alejaron del 30% de forma notable en la mayor parte de los casos, por lo que el gen recesivo de 'Vegetable Spaghetti' debió ser transmitido también a 'Orangetti'.

Para la comparación de proporciones entre variedades y marcos, se realizó un contraste la χ^2 de Pearson, tanto en el momento de mayor cantidad de flores masculinas como femeninas, encontrándose diferencias significativas al 0,05, tal y como se indica en la Tabla 14.

2.4. VARIABLES CUANTITATIVAS

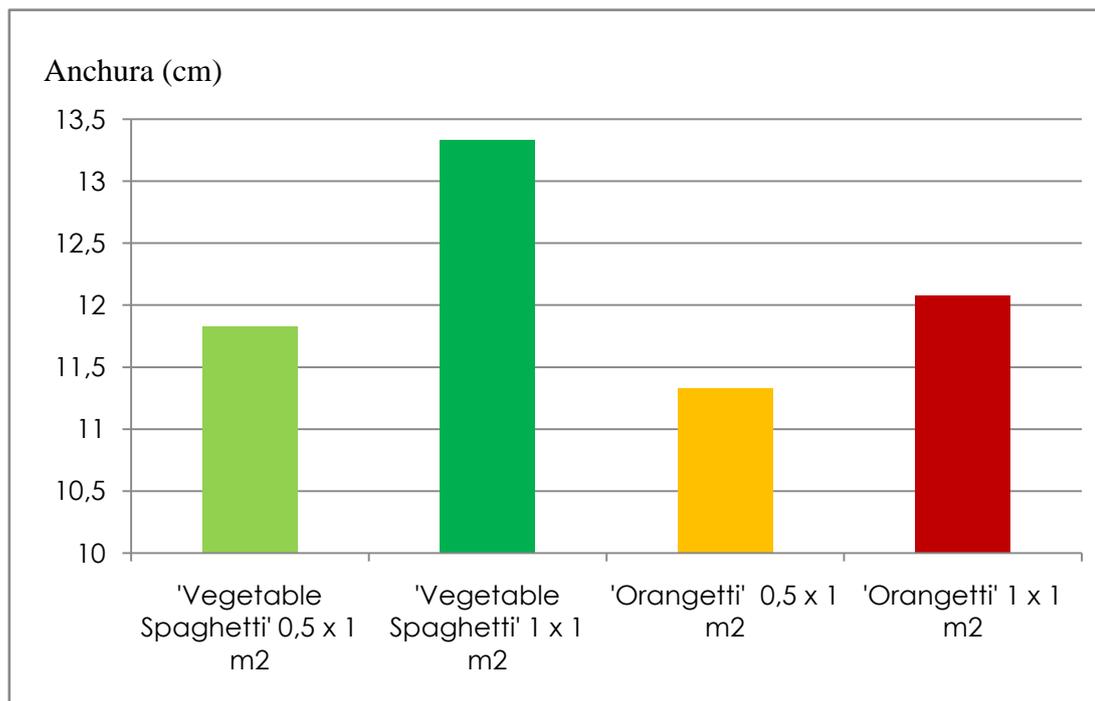
En este ensayo se estudiaron las variables peso, longitud y anchura de los frutos, comparando las dos variedades 'Vegetable Spaghetti' y 'Orangetti', en dos marcos de plantación (0,5 x 1 m² o 1 x 1 m²), para comprobar el efecto de dichos factores, se aplicó un análisis de la varianza, previa comprobación de las hipótesis de normalidad y homogeneidad.

2.4.1. Anchura

Tabla 15: Media de la anchura de los frutos

	Media de anchura (cm)	Desviación	Grupos Homólogos
'Vegetable Spaghetti' 0,5 x 1 m ²	11,83	1,13	a
'Vegetable Spaghetti' 1 x 1 m ²	13,33	1,39	a
'Orangetti' 0,5 x 1 m ²	11,33	0,49	a
'Orangetti' 1 x 1 m ²	12,08	1,24	a

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero



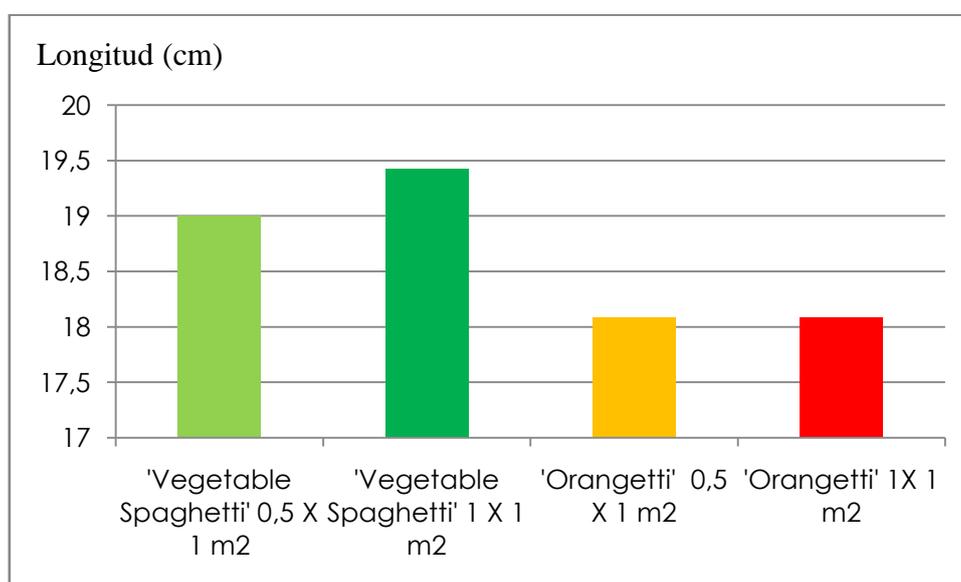
Gráfica 16: Anchuras medias según variedad y marco de plantación

En la Tabla 15 y la Gráfica 16 se observan las medias de anchura para cada variedad y para cada marco de plantación, junto con la desviación típica, que indica que frutos resultaron más homogéneos para este parámetro. A pesar de que las anchuras medias apenas distan 2 cm, siendo la menor 11,33 cm y la mayor 13,33 cm. También se aprecia como los frutos pertenecientes a 'Orangetti' presentaron menos variaciones de anchura, lo que se aprecia fijándonos en la desviación, al igual que los que presentan un marco de 0,5 x 1 m², siendo por tanto el cultivar 'Orangetti' para un marco 0,5 x 1 m² el que presenta una anchura casi idéntica entre todos los frutos, con una desviación de 0,49 esto le otorga un valor añadido desde un punto de vista comercial. Con la aplicación del análisis de la varianza, no se encontraron diferencias significativas entre las anchuras de los frutos recolectados, al nivel del 0,05.

2.4.2. Longitud

Tabla 16: Media de la longitud de los frutos

	Media de longitud (cm)	Desviación	Grupos Homólogos
'Vegetable Spaghetti' 0,5 X 1 m ²	19	0,90	a
'Vegetable Spaghetti' 1 X 1 m ²	19,42	0,97	a
'Orangetti' 0,5 X 1 m ²	18,08	0,669	a
'Orangetti' 1X 1 m ²	18,08	0,64	a



Gráfica 17: Longitudes medias para las diferentes variedades y marcos de plantación.

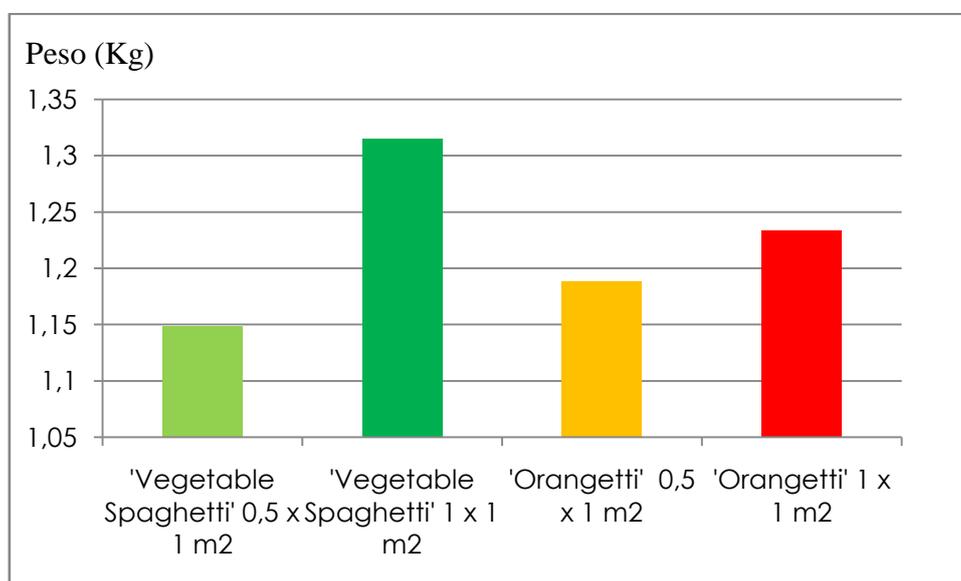
Al igual que ocurre con la anchura, en la longitud en la Tabla 16 y la Gráfica 17 se aprecia que no hay una diferencia significativa para ambas variedades y marcos de plantación, siendo la media mayor la de 'Vegetable Spaghetti' para un marco de plantación de 1 x 1 m², con 19,42 cm, además de la que presenta una desviación mayor, y la de menor longitud ambas 'Orangetti', con una longitud de 18,08 cm. Al igual que en la anchura, 'Orangetti' para un marco de 0,5 x 1 m² es la que presenta menor desviación, haciendo que sus frutos sean más homogéneos y haciéndolos más valiosos desde un punto de vista comercial. Al igual que con la anchura, el análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre las variedades y los marcos de plantación para la longitud.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

2.4.3. Peso

Tabla 17: Media del peso de los frutos

	Media del peso(Kg)	Desviación	Grupos homólogos
'Vegetable Spaghetti' 0,5 x 1 m ²	1,149	0,218	a
'Vegetable Spaghetti' 1 x 1 m ²	1,315	0,511	a
'Orangetti' 0,5 x 1 m ²	1,188	0,076	a
'Orangetti' 1 x 1 m ²	1,234	0,307	a



Gráfica 18: Peso medio según variedad y marco de plantación

Para el peso, tal y como se observa en la Tabla 17 y la Gráfica 18, los frutos con menor y mayor peso son los de 'Vegetable Spaghetti', dependiendo si presentan un marco de 0,5 x 1 m² para una media de 1,149 kg o de 1 x 1 m² para 1,315 kg. Siendo como en los casos de anchura y longitud el que menor desviación presenta el 'Orangetti' para 0,5 x 1 m² de marco, lo que hace que presente frutos más homogéneos y comerciales. También podemos observar que en 'Vegetable Spaghetti' para 1 m² se encuentran algunos frutos que superan notablemente la media, elevando la misma. A pesar de ello, el análisis de varianza para el nivel 0,05 muestra que no existe una diferencia significativa para los distintos frutos en cuanto al peso se refiere.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

2.4.4. Análisis conjunto.

Al observar en conjunto las Tablas 15, 16 y 17, y los Gráficos 16, 17 y 18. Se aprecia que los frutos son muy similares para los parámetros anchura, longitud y peso. Tanto en las diferentes variedades como en los marcos, siendo 'Vegetable Spaghetti' para 1 x 1 m² la de frutos menos homogéneos y 'Orangetti' para 0,5 x 1 m² la que presenta más homogeneidad, lo que le otorgaría una ventaja a la hora de la comercialización por tener peso y dimensiones prácticamente iguales. A pesar de ello, no existe una diferencia significativa para ninguno de los valores estudiados entre las dos variedades y los marcos de plantación.

2.5. RENDIMIENTO

Uno de los parámetros más importantes, en el desarrollo de un cultivo es la producción, tanto por planta como por unidad de superficie. A continuación se presenta el rendimiento para ambas variedades y marcos de plantación.

Tabla 18: Rendimiento por hectárea y por planta para ambas variedades y marcos de producción.

	Peso medio de los frutos (kg)	Frutos por parcela (*)	Rendimiento (t/ha)	Rendimiento por planta (kg)
Vegetable Spaghetti 1 x 1 m	1,315	31 a	25,478	2,548
Vegetable Spaghetti 1 x 0,5 m	1,149	51 b	29,299	1,464
Orangetti 1 x 1 m	1,234	48 b	37,020	3,702
Orangetti 1 x 0,5 m	1,188	58 b	34,452	1,722

(*)Las parcelas para marco de plantación de 0,5 x 1 m² suman 20 m², mientras que las de marco de plantación de 1 x 1 m² suman 16 m². Esto se debe a las distancias con las plantas borde.

Al comprobar la producción por hectárea en toneladas de las distintas variedades según el marco de plantación (Tabla 18), se puede comprobar que el cultivar 'Orangetti'

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

presenta una producción algo mayor que la variedad ‘Vegetable Spaghetti’ para el mismo marco de plantación. Esto se debe al número de frutos recolectados. Con el objetivo de ver si el número de frutos era significativamente diferente se aplicó un test de χ^2 de Pearson, encontrándose diferencias significativas al nivel del 0,05, tal y como se indican en la Tabla 18.

Fijándonos en el cultivar ‘Orangetti’ (Tabla 18), se observa que no hay una diferencia notable en el rendimiento de los frutos según los marcos estudiados, y aunque se produce un menor rendimiento por planta para el marco de plantación $0,5 \times 1 \text{ m}^2$, siendo este 1,723 kg/planta frente a 3,702 kg/planta para $1 \times 1 \text{ m}^2$, al prestar atención a la superficie cultivada se obtiene una producción similar al emplear ambos marcos, obteniendo 34,452 t/ha frente a 37,020 t/ha para la separación menor.

En ‘Vegetable Spaghetti’ ocurre de forma similar a ‘Orangetti’, en rendimiento por planta es superior un marco mayor de $1 \times 1 \text{ m}^2$, obteniendo 2,548 kg/planta frente a 1,465 kg /planta. Pero al fijarnos en la superficie cultivada el marco de $0,5 \times 1 \text{ m}^2$ es ligeramente más productivo, obteniendo 29,299 t/ha frente a 25,478 t/ha.

Al comparar ambas variedades ‘Orangetti’ presenta una rentabilidad mayor siendo su rendimiento por planta mejor que el de ‘Vegetable Spaghetti’ para el mismo marco de plantación, y su rendimiento por hectárea superior en todos los casos.

Al contrastar nuestros rendimientos con los obtenidos por (París, 1993), la producción de nuestro cultivo fue ligeramente inferior, siendo el rendimiento del ensayo citado de 40 t/ha para ‘Orangetti’, frente al nuestro que para el mismo cultivar y el marco $0,5 \times 1 \text{ m}^2$ fue 34,452 t/ha, y para el marco $1 \times 1 \text{ m}^2$ fue 37,020 lo que puede deberse a los ataques de oídio sufridos durante el cultivo y las diferencias en la realización de ambos ensayos.

2.6. MORFOLOGÍA

Debido a la poca información que hay sobre las características morfológicas de la variedad ‘Vegetable Spaghetti’ y el cultivar ‘Orangetti’, a lo largo del cultivo se han ido recogiendo datos sobre las principales características morfológicas de estas variedades.

2.6.1. Desarrollo del tallo.

En cuanto al crecimiento de la planta se observó que ‘Vegetable Spaghetti’ presentaba un crecimiento mucho mayor, siendo lo común que los ejemplares de esta variedad llegaran hasta una altura de 1,5-2,5 m, presentando un gran desarrollo de ramas secundarias con un crecimiento similar al de la rama principal. Siendo tanto su rama principal como las secundarias muy finas y flexibles, lo que hace muy fácil su entutorado. En cuanto a su hábito de crecimiento, presentaba un claro porte herbáceo.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

Por otra parte, el cultivar ‘Orangetti’ presentaba una altura menor, llegando a medir entre 1-1,5 m, generando ramas secundarias entorno a medio metro de longitud y con un hábito de crecimiento semi arbustivo. Su tallo, al ser más ancho y menos flexible que el de ‘Vegetable Spaghetti’, dificulta más el entutorado, incluso con el tiempo, se puede llegar a partir el tallo con el peso de los frutos. Estas diferencias pueden apreciarse en la Foto 25.



Foto 25: ‘Vegetable Spaghetti’ (Izquierda frutos blanquecinos) y ‘Orangetti’ (Derecha frutos naranjas) en fase de crecimiento

2.6.2. Desarrollo foliar.

Tanto la hoja de ‘Vegetable Spaghetti’ como la de ‘Orangetti’ son muy similares, siendo en ambos casos hojas palmeadas divididas en 5 lóbulos, con una entrada entre los lóbulos de uso 3-7 cm, la cual es pequeña en comparación con el tamaño de las hojas superior a los 20 cm de diámetro. En cuanto a su borde es aserrado, y su envés se encuentra recubierto de tricomas. Además, presenta manchas blanquecinas pegadas a las nerviaciones. Es en el color es en lo que podemos diferenciar ambas variedades, la de ‘Vegetable Spaghetti’ es de una tonalidad verde oscura, mientras que ‘Orangetti’ es más clara (Foto 26).

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (*Cucurbita pepo*), en dos marcos de plantación bajo invernadero



Foto 26: 'Orangetti' (Izquierda), 'Vegetable Spaghetti' (Derecha)

2.6.3. Desarrollo floral.

Las flores son muy similares a las del resto de *Cucurbita pepo*, presentando forma acampanada con pedúnculos cortos en las flores femeninas y de 15-20 cm en las masculinas. Su principal diferencia reside en el ovario ínfero, siendo del mismo color que el resto de la planta en la variedad 'Vegetable Spaghetti' pero presentando una tonalidad amarillo anaranjada en el cultivar 'Orangetti' (Foto 27), color que se mantendrá tanto en el exocarpo, mesocarpo y endocarpo del fruto cuando este madure, siendo más intenso y oscuro en las capas más externas.



Foto 27: 'Orangetti' (Izquierda), 'Vegetable Spaghetti' (Derecha)

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

2.6.4. Desarrollo frutal.

A diferencia del resto de calabacines, las variedades estudiadas presentan un contenido de fibra mayor, lo que produce que al hornearlos formen fibras similares a espaguetis, por lo tanto los frutos se recolectan en su madurez teniendo un exocarpo bien desarrollado que permite mantener el fruto en condiciones naturales sin que este apenas tenga pérdidas de calidad, aguantando entre 2-4 meses sin pérdidas apreciables.

‘Orangetti’ presenta una tonalidad amarillo anaranjada, manteniéndose este color desde el ovario de su flor, siendo más claro en las capas interiores del fruto y con color más oscuro e intenso en la parte exterior con pequeñas punteaduras blancas.

En cuanto a ‘Vegetable Spaghetti’ comienza con un color de la capa más externa verde claro, que va perdiendo intensidad a medida que el fruto crece, adquiriendo un color blanquecino con matiz verdoso amarillento, volviéndose opaco en el momento de la recolección. Tanto si se encuentra en la planta como si ha sido recolectado, su leve color verdoso amarillento se va volviendo más amarillo con el paso del tiempo adquiriendo una tonalidad amarilla clara unos dos meses después del momento de la recolección.

Las diferencias entre ‘Orangetti’ y ‘Vegetable Spaghetti’ pueden verse en la Foto 28.



Foto 28: ‘Orangetti’ (Izquierda), ‘Vegetable Spaghetti’ (Derecha)

5-CONCLUSIONES

5-CONCLUSIONES

1. Los porcentajes de germinación fueron elevados en ambas variedades, siendo superior en 'Vegetable Spaghetti' con un 97,69 %, frente a 'Orangetti' con un 94,29%.
2. Tanto 'Orangetti' como 'Vegetable Spaghetti' germinaron al mismo tiempo.
3. Atendiendo a las dimensiones de la planta, ambas son de gran tamaño, 'Orangetti' tiene una longitud de 1-1,5 m² y 'Vegetable Spaghetti' de 1,5-2,5 m².
4. La variedad 'Vegetable Spaghetti' presenta gran cantidad de ramas secundarias de gran tamaño.
5. La precocidad fue similar, en ambas variedades, apareciendo los primeros frutos a los 54-56 días del transplante.
6. El comienzo de la maduración fue similar. Recolectándose los primeros frutos a los 72 días tras la plantación en 'Orangetti' y a los 75 días en 'Vegetable Spaghetti'.
7. El inicio de la floración fue similar, apareciendo las primeras flores masculinas entre los 44-51 días y las flores femeninas a los 47 días para todas las variedades y marcos.
8. El porcentaje de flores femeninas fue en todos los casos inferior al de masculinas.
9. El porcentaje de flores femeninas fue dispar entre las variedades y marcos. Siendo más elevado en los marcos de plantación de 1 x 1 m².
10. Las variaciones de temperatura en el invernadero no influyeron significativamente en la formación flores masculinas o femeninas.
11. Tanto para el marco como para la variedad, no se encontraron diferencias significativas para los parámetros peso, longitud y anchura de los frutos.
12. Los rendimientos fueron similares, siendo ligeramente mayores en el cultivar 'Orangetti'.
13. Los rendimientos oscilaron entre 25-37 t/ha, por lo que fueron similares independientemente de marcos y variedades. Siendo menores en 'Vegetable Spaghetti' para el marco 1 x 1 m² y superiores en 'Orangetti' para el marco de plantación de 1 x 1 m².

5. CONCLUSIONS

1. The germination percentages were high in both varieties, being higher in 'Vegetable Spaghetti' with 97.69%, compared to 'Orangetti' with 94.29%.
2. Both 'Orangetti' and 'Vegetable Spaghetti' germinated at the same time.
3. Considering the dimensions of the plant, both are large, 'Orangetti' has an width of 1-1.5 m² and 'Vegetable Spaghetti' 1.5-2.5 m².
4. The 'Vegetable Spaghetti' variety has an elevated number of large secondary branches.
5. The precocity was similar in both varieties, the first fruits was appearing to the 54-56 days after transplanting.
6. The beginning of maturation there weren't significant differences. Harvesting the first fruits after of 72 days in 'Orangetti' since the transplanting and after of 75 days in 'Vegetable Spaghetti'.
7. The beginning of flowering was similar, with the first male flowers appearing between 44-51 days and female flowers at 47 days for all varieties and frames.
8. The percentage of female flowers was in all cases lower than the male.
9. The percentage of female flowers was uneven between varieties and frames. Being higher in the plantation frames of 1 x 1 m².
10. Temperature variations in the greenhouse did not significantly influence the formation of male or female flowers.
11. For both frames and varieties, they were not found significant differences for the parameters weight, length and width of the fruits.
12. Yields were similar, being slightly higher in the 'Orangetti' cultivar.
13. Yields ranged from 25-37 t / ha, so they were similar regardless of frameworks and varieties. Yields per plant being higher in 'Orangetti' for the plantation framework of 1 x 1 m².

6-BIBLIOGRAFÍA

6- BIBLIOGRAFÍA

Agromática. (2020). *Cómo descifrar un análisis de suelo*. Recuperado el 15 de mayo de 2020, de Agromática: <https://www.agromatica.es/como-descifrar-un-analisis-de-suelo/>

Andrés Ruíz, I. M. (2012). *Estudio Preliminar para el Desarrollo de una Colección de Mutantes en Calabacín (Cucurbita pepo)*. Almería: Universidad de Almería Escuela Politécnica Superior.

Asins, S., Atarés, A., & Moreno, V. (2016). *Regeneración de Calabacín (Cucurbita pepo L.) mediante Técnicas de Cultivo In Vitro*. Valencia: Univeridad Politécnica de Valencia. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agrónoma y del Medio Natural. Instituto Biomolecular de Medios Celulares y Plantas.

Atsmon, D., & Galun, E. (1960). A morphogenetic study of staminate, pistillate, and hermaphroditic flowers in *Cucumis sativus* L. En *Phytomorphology* (págs. 10: 110-115).

Bannayan, M., & Rezaei, E. (2011). *Climatic Suitability of Growing Summer Squash (Cucurbita pepo L.) as a Medicinal Plant in Iran*. Mashhad, Irán: Academic Press.

Beany, A. H., Stoffella, P. J., Roe, N., & Picha, D. H. (2002). *Production, Fruit Quality, and Nutritional Value of Spaghetti Squash*. Alexandria, Virginia, Estados Unidos.: ASHS Press.

Castagnino, A. M., Navarro, M., Sastre, P., & Fernández, F. (1998). *Efectos de distintos tipos de rotección sobre el rendimiento de zapallo spaghetti (Cucurbita pepo var. vegetable spaghetti) en condiciones de secano*.

Castagnino, A. M., Sastre Vázquez, P., Díaz, K., Menet, A., Sasale, S., & Navarro Dujmovich, M. (12 de Mayo de 2008). *Adaptación de una nueva hortaliza (Cucurbita pepo var. vegetable spaghetti) a diferentes condiciones de cultivo*. Obtenido de Scientific Electronic Library Online: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2008000300008

Catagnino, A. M., Sastre Vázquez, P., Menet, A., & Sasale, S. (2005). Evaluación de técnicas de defensa y de la densidad en el cultivo de una nueva. *Revista de Ciencias Agrarias y Tecnología de los Alimentos*. Vol. 23 .

Decker, D. S. (1988). Origin(s), Evolution, and Systematics of *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae). En *Economic Botany* (págs. 42: 4-15). Bronx, New York: New York Botanical Garden.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

Decker-Walters, D. S., Staub, J. E., Chung, S., Nakata, E., & Quemedá, H. D. (2002). Diversity in Free-living Populations of Cucurbita pepo (Cucurbitaceae) as Assessed by Random Amplified Polymorphic DNA. En *Systematic Botany* (págs. 27: 19-28). Wyoming, Estados Unidos: The American Society of Plant Taxonomists.

Edelstein, M., Paris, H. S., & Nerson, H. (1988). *Dominance of bush growth habit in spaghetti squash (Cucurbita pepo)*. Haifa, Israel: Department of Vegetable Crops, Agricultural Research Organization, Newe Ya'ar Experiment Station.

FAO. (2019). *Organización de las Naciones Unidas para Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/home/es>

FEREX. (2015). *Federación Española de Asociaciones de Productores Exportadores de Frutas, Hortalizas, Flores y Plantas vivas*. Obtenido de <http://www.fepex.es/datos-del-sector/>

Ferriol, M., Picó, B., & Nuez, F. (2003). Genetic diversity of a germplasm collection of Cucurbita pepo using SRAP and AFLP markers. En *Theor Appl Genet.* (págs. 107: 271-282). Valencia, España: Springer-Verlag.

Gwanama, C., Labuschagne, M. T., & Botha, A. M. (2001). *Genetic effects and heterosis of flowering and fruit characteristics of tropical pumpkin*.

Hernández Abreu, J. M., Mascarell Inta, J., Duarte Minués, S., Pérez Regalado, A., Santana Ojeda, J. L., Monzón, S., y otros. (1980). *Seminario sobre Interpretación de Análisis Químico de Suelos, Aguas y Plantas*. Centro Regional de Investigación y Desarrollo Agrario Canarias.

López Marín, J. (2016). Calabacín. En J. Maroto Borrego, & C. Baixauli Soria, *Cultivos hortícolas al aire libre* (págs. 595-623). Cajamar Caja Rural.

López, J. (2016). Calabacín. En J. Maroto Borrego, & C. Baixauli Soria, *Cultivos hortícolas al aire libre* (págs. 595-623). Cajamar Caja Rural.

Lust, T. A., & Paris, H. S. (2016). Italian horticultural and culinary records of summer squash (Cucurbita pepo, Cucurbitaceae) and emergence of the zucchini in 19th-century Milan. En *Annals of Botany* (págs. 118: 53-69). Oxford: Oxford University Press.

Manzano, S. (2009). *Regulación genética de la determinación sexual en Cucurbita pepo: clonación, caracterización y análisis funcional de genes implicados en la biosíntesis, percepción y respuesta a etileno*. Almería: Tesis doctoral. Universidad de Almería.

Manzano, S., Martínez, C., Megías, Z., Gómez, P., Garrido, D., & Jamilena, M. (2011). The role of ethylene and brassinosteroids in the control of sex expression and flower development in Cucurbita pepo. En *Plant Growth Regul* (págs. 213-221). Springer Science + Business Media.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

- Maroto, J. (2002). *Horticultura herbácea especial*. (5 ed.). Madrid: Mundi-Prensa.
- Martínez, C., Manzano, S., Megías, Z., García, A., Garrido, R., Paris, H., y otros. (2015). *Screening of Cucurbita germplasm for ToLCNDV resistance under natural greenhouse conditions*. Obtenido de ISHS: https://www.actahort.org/books/1151/1151_10.htm
- Martínez, D. (2014). *Mejora genética del cultivo de calabacín: Incremento del valor añadido mediante la obtención de variedades con mayor calidad sensorial y nutricional*. Córdoba.: Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba.
- Maynard, L. (2007). *Cucurbita Crop Growth and Development*. Indiana, Estados Unidos.: Department of Horticulture and Landscape Architecture Purdue University.
- Medifer. (2018). Salinidad, Interpretación de análisis de aguas de riego. En *I. Jornada Interpretación Análisis de Agua y Salinidad*. Archena.
- Mercatenerife, S. (2020). Obtenido de Mercatenerife: <https://mercatenerife.com/>
- Nepi, M., & Pacini, E. (1993). Pollination, Pollen Viability and Pistil Receptivity in Cucurbita pepo. En *Annals of Botany* (págs. 72: 527-536). Oxford.
- Paris, H. S. (1986). *A proposed subspecific classification for cucurbita pepo*. Haifa, Israel.: Department of Vegetable Crops, Agricultural Research Organization, Newe Ya'ar Experiment Station.
- Paris, H. S. (2001). *History of the Cultivar-Groups of Cucurbita pepo*. Ramat Yishay, Israel: Department of Vegetable Crops, Agricultural Research Organization, Newe Ya'ar Research Center.
- Paris, H. S. (1993). *Orangetti Squash in Field, Market, and Kitchen*. Florida, Estados Unidos: University of Florida.
- Paris, H. S., Lebeda, A., Kristkova, E., Thomas, C., & Michael, H. N. (2012). Parallel Evolution Under Domestication and Phenotypic Differentiation of the Cultivated Subspecies of Cucurbita pepo (Cucurbitaceae). En *Economic Botany* (págs. 71-90). Bronx, New York: The New York Botanical Garden Press.
- Peñaranda, A. P., 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. En *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* (págs. 82: 579-584). Granada: SciPress.
- Perera González, S. D., & Espino de Paz, A. I. (2016). *Virosis en calabacín*. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas. Cabildo de Tenerife.
- Perl-Treves, R. (1999). Male to female conversion along the cucumber shoot: approaches to studying sex genes and floral development in Cucumis sativus.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

En C. Ainsworth, *Sex determination in plants book*. (págs. 189-215). Oxford: BIOS Scientific Publishers.

Reche, J. (1997). *Cultivo del Calabacín en Invernadero*. Almería: Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Almería.

Reche, J. (2000). *Cultivo Intensivo del Calabacín*. Madrid: Hojas Divulgativas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Rosales, R., Jamilena, M., Gómez, P., & Garrido, D. (Mayo de 2009). *Hormonal control of floral abscission in zucchini squash (Cucurbita pepo)*. Obtenido de ResearchGate:
https://www.researchgate.net/publication/226392266_Hormonal_control_of_floral_abscission_in_zucchini_squash_Cucurbita_pepo

Rudich, J. (1990). Biochemical aspects of hormonal regulation of sex expression in cucurbits. En D. M. Bates, R. W. Robinson, & J. C., *Biology and utilization of the Cucurbitaceae* (págs. 269-280). Ithaca, New York.: Cornell University Press.

Rudich, J., Halevy, A., & Kedar, N. (1972). Ethylene evolution from cucumber plants as related to sex expression. En *Plant Physiol* (págs. 49,998-999). American Society of Plant Biologists.

Sáez, C., Martínez, C., Ferriol, M., Manzano, S., Velasco, L., Jamilena, M., y otros. (16 de Marzo de 2016). *Resistance to Tomato leaf curl New Delhi virus in Cucurbita spp.* Obtenido de Wiley Online Library:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/aab.12283>

Santos Coello, B., Melián Hernández, V., Perera González, S., Trujillo Díaz, L., Solaz Luces, C., & Amador Martín, S. (2009). *Guía de lucha contra las plagas de las hortalizas*. Cabildo de Tenerife. Área de agricultura, ganadería, pesca y agua.

Serrano Cermeño, Z. (1973). *Cultivo del calabacín*. Madrid: Hojas divulgadoras. Ministerio de Agricultura.

Serrano, Z. (1973). *Cultivo del calabacín*. Madrid: Hojas divulgadoras. Ministerio de Agricultura.

Sharrock, K. R., & Parkes, S. L. (1990). Physiological changes during development and storage of fruit of buttercup squash in relation to their susceptibility to rot. En *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. (págs. 185-196). Auckland, New Zealand: Crow copyright.

Smith, B. D. (1997). The Initial Domestication of Cucurbita pepo in the Americas 10.000 Years Ago. *Science Vol.276* , 932-934.

Staub, J., & Wehner, T. (1996). Temperature stress. En *Compendium of Cucurbit Diseases and Pests. Part III* (págs. 66-67). Estados Unidos: The American Phytopathological Society (APS).

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

Stevens, P. F. (3 de 7 de 2020). *Cucurbitales*. Obtenido de Angiosperm Phylogeny Website.: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>

Usin, C., Guirao, P., Cifuentes, D., Esteben, J., & Beitia, F. (1997). Inducción diferencial de «plateado» en variedades de calabacín, por diversas poblaciones de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera, Aleyrodidae).. (págs. 551-556). Madrid.

Villanueva Coronado, V. M. (2008). *Producción de semilla de calabacita (Cucurbita pepo L.) bajo fertilización química orgánica*. Buenavista, Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".

Wien, H. C., Stapleton, S. C., Maynard, D. N., Clurg, C., & Riggs, D. (2004). Flowering, sex expression, and fruiting of pumpkin (*Cucurbita* sp.) cultivar under various temperatures in greenhouse and distant field trials. En *HortScience* (págs. 39:239-242). Albany, New York: Board.

Wien, H. (1997). *The cucurbits: cucumber, melon, squash and pumpkin*. New York: The physiology of vegetable crops.CABI.

7-ANEJOS

7. ANEJOS

7.1. ANEJO ESTADÍSTICO

7.1.1. Peso

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Kilogramos por fruto

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,127 ^a	3	,042	,748	,530
Intersección	63,429	1	63,429	1116,676	,000
Variedad	,000	1	,000	,004	,947
Marco	,106	1	,106	1,862	,180
Variedad * Marco	,030	1	,030	,520	,475
Error	2,272	40	,057		
Total	66,368	44			
Total corregido	2,399	43			

a. R al cuadrado = ,053 (R al cuadrado ajustada = -,018)

7.1.2. Longitud

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Centímetros de longitud

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	4,225 ^a	3	1,408	,754	,526
Intersección	14762,630	1	14762,630	7906,680	,000
Variedad	,009	1	,009	,005	,945
Marco	,306	1	,306	,164	,688
Variedad * Marco	3,676	1	3,676	1,969	,168
Error	74,684	40	1,867		
Total	15064,000	44			
Total corregido	78,909	43			

a. R al cuadrado = ,054 (R al cuadrado ajustada = -,017)

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

7.1.3. Anchura

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Centímetros de anchura

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	10,929 ^a	3	3,643	2,206	,102
Intersección	6276,193	1	6276,193	3800,990	,000
Variedad	4,376	1	4,376	2,650	,111
Marco	7,107	1	7,107	4,304	,045
Variedad * Marco	,038	1	,038	,023	,880
Error	66,048	40	1,651		
Total	6389,000	44			
Total corregido	76,977	43			

a. R al cuadrado = ,142 (R al cuadrado ajustada = ,078)

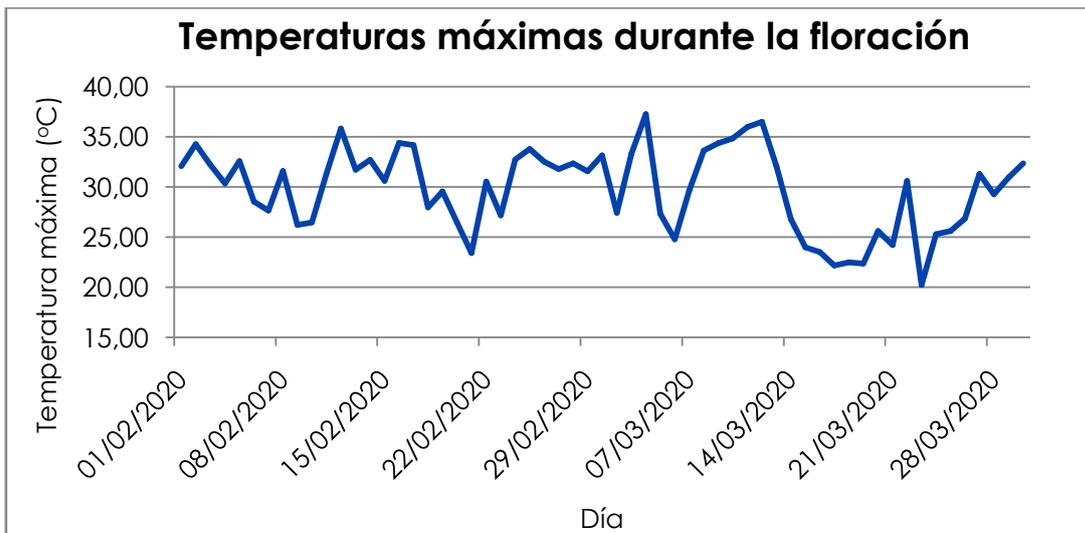
7.2. ANEJO FISIOLÓGÍA DE LA FLORACIÓN Y LA FRUCTIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA MÁXIMA Y EL TIEMPO DE CULTIVO

Como se explicó anteriormente en “Fisiología floral” (Apartado 6.2.), varios autores indican que el sexo de las flores se ve en gran medida modificado por las condiciones en las que se desarrolle, especialmente dependen de la temperatura. Por lo que se ha realizado un seguimiento de la floración, contabilizando ambos sexos para cada variedad y marco. Con la finalidad de compararlos con el tiempo de cultivo y las temperaturas máximas obtenidas por correlación con un invernadero cercano como se explica en “Condiciones ambientales” (Apartado 1.6.). Esto nos indica si en nuestro cultivo interfirieron los cambios de temperatura, a pesar de encontrarse atenuada al estar bajo invernadero, si la floración se manifestó por etapas, o si interfirieron ambos.

Al fijarnos en las temperaturas máximas (Tabla 14) desde que comenzó la floración, y no disponer de las mínimas de cada día, podemos estimar que en los días cuyas temperaturas máximas superaban los 35 °C o se mantenían cercanas debe haber estado la mayor parte del día por encima de los 30 °C, y por ende es más probable que se produzca un aumento de flores masculinas en los días siguientes. A la inversa pasa con las temperaturas cercanas a 20 °C, estimándose que la mayor parte del día hizo temperaturas entre los 15 °C y 20 °C, siendo mayor la probabilidad de que se desarrollen flores femeninas.

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

Según la Gráfica 11 y lo explicado anteriormente podemos apreciar las temperaturas más bajas del día 15 al 20 de marzo y del día 22 al 23 de ese mes, por lo que de verse afectado nuestro cultivo debería haber desarrollado mayor cantidad de flores femeninas alrededor de esos días. Los periodos más calurosos son del 12 al 14 de febrero, del 4 al 5 de marzo y del 9 al 13 del mismo mes, por lo que de haber afectado las temperaturas a la floración deberían haberse desarrollado mayor cantidad de flores masculinas entorno a esas fechas.

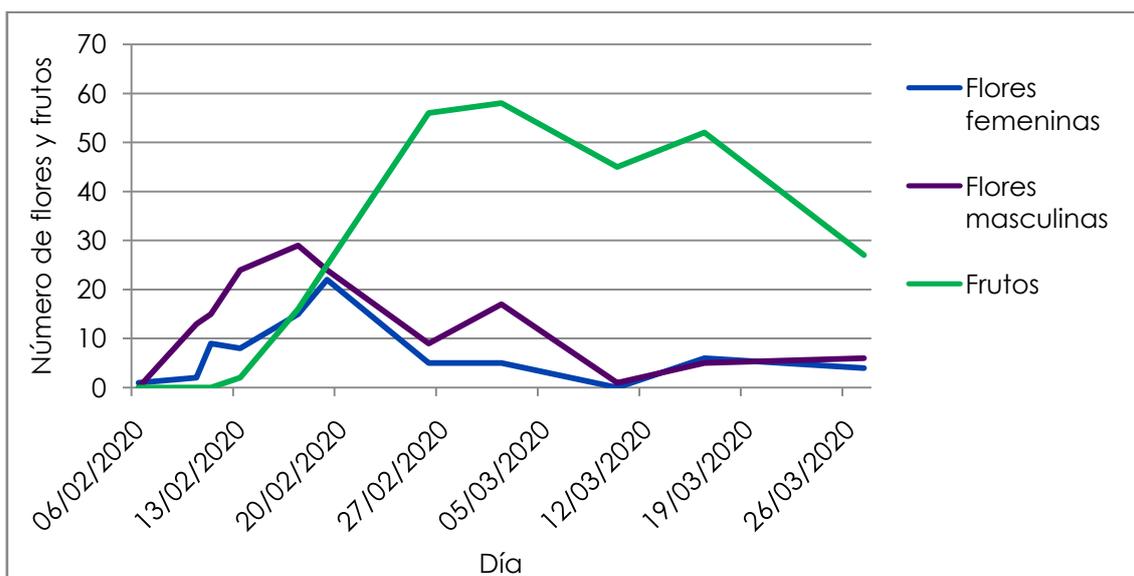


Gráfica 11: Temperaturas máximas durante el periodo de floración en grados centígrados

7.2.1. El cultivar *Orangetti*, en el marco de 0,5 x 1 m²

Si se observan las temperaturas que se produjeron (Gráfica 11), parece que en este rango no se produce una influencia de la temperatura que haga que las flores pertenezcan a un sexo u otro (Gráfica 12), lo que si podemos notar es un notable incremento de flores primero masculinas y unos días después femeninas, llegando a la máxima cantidad de flores masculinas el día 17 de febrero y de femeninas el 20 del mismo mes, incrementándose notablemente el número de frutos hasta el día 26 de febrero. Esto nos indica que se produce primero la aparición de flores masculinas a los 29 días tras el transplante, apareciendo las femeninas a partir de los 31 días. Momento a partir del cual se siguen produciendo flores de ambos sexos pero en cantidades muy bajas sin picos apreciables.

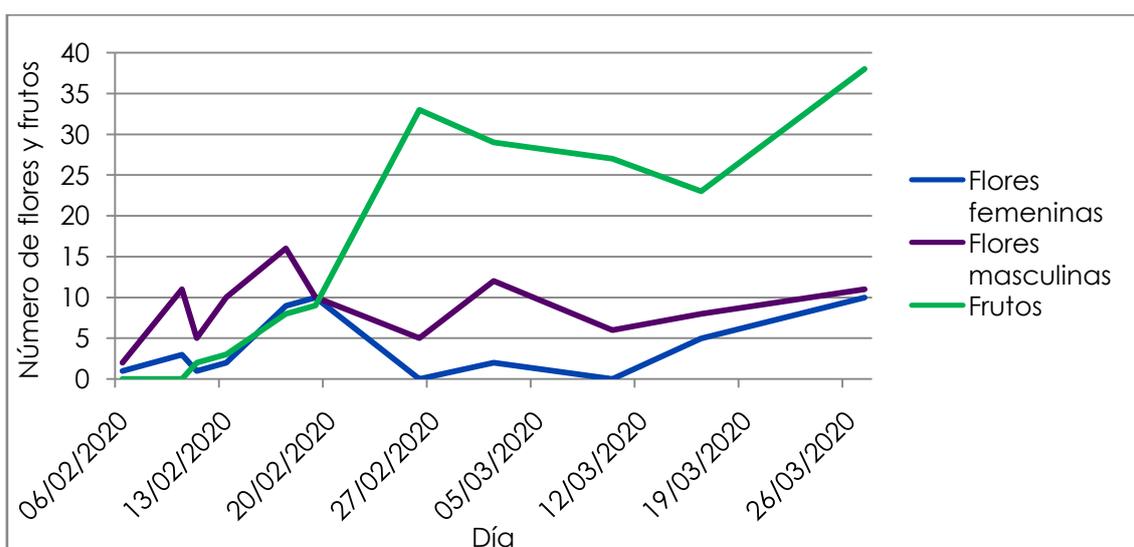
Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero



Gráfica 12: Floración y fructificación de 'Orangetti' marco de plantación 0,5 x 1m²

7.2.2. El cultivar *Orangetti* en el marco de 1 x 1 m²

En este caso se observa lo mismo que para el marco anterior, no se ve un aumento notable en las flores de un sexo respecto al contrario (Gráfica 13) en las fechas con subidas o bajadas de temperaturas. Pero si podemos ver 2 picos de floración, el primero entorno al 17 de febrero para las flores masculinas y el 20 para las femeninas, y el segundo a finales del ensayo dando un gran número de ambas flores el 27 de marzo. Ambos picos se corresponden con un aumento del número de frutos. Siendo el primer pico de producción a los 18 días para las flores masculinas y los 21 para las femeninas, y el segundo a los 67 días para ambos géneros.

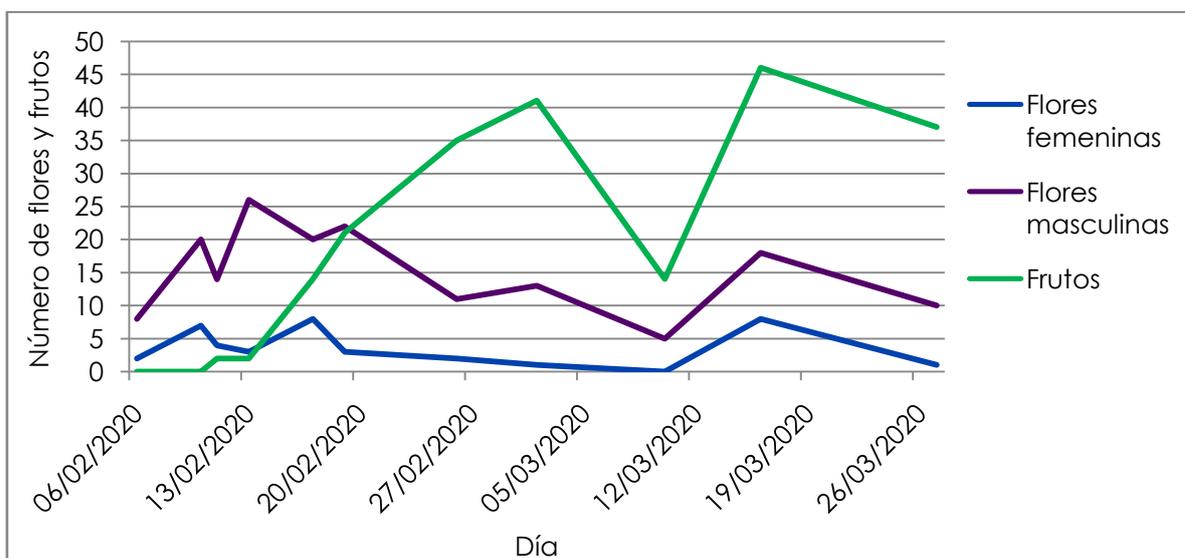


Gráfica 13: Floración y fructificación de 'Orangetti' marco de plantación 1 x 1 m²

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

7.2.3. La variedad *Vegetable Spaghetti* en el marco 0,5 x 1 m²

Al igual que en el cultivar ‘Orangetti’ en ‘Vegetable Spaguetti’ no parecen interferir notablemente los cambios de temperatura (Gráfica 11), con respecto de la floración (Gráfica 14). Respecto al tiempo de cultivo observamos dos etapas en las que aumenta el número de flores. La primera, en el día 13 de febrero para las flores masculinas y el 19 del mismo mes para las femeninas y un segundo periodo el día 16 de marzo para las flores de ambos géneros. Con un aumento de la fructificación acorde a los periodos de floración. En cuanto al tiempo de las etapas de floración la primera fue a los 22 días para las flores masculinas y a los 28 para las femeninas, y en la segunda, ambos géneros aumentaron a los 56 días.



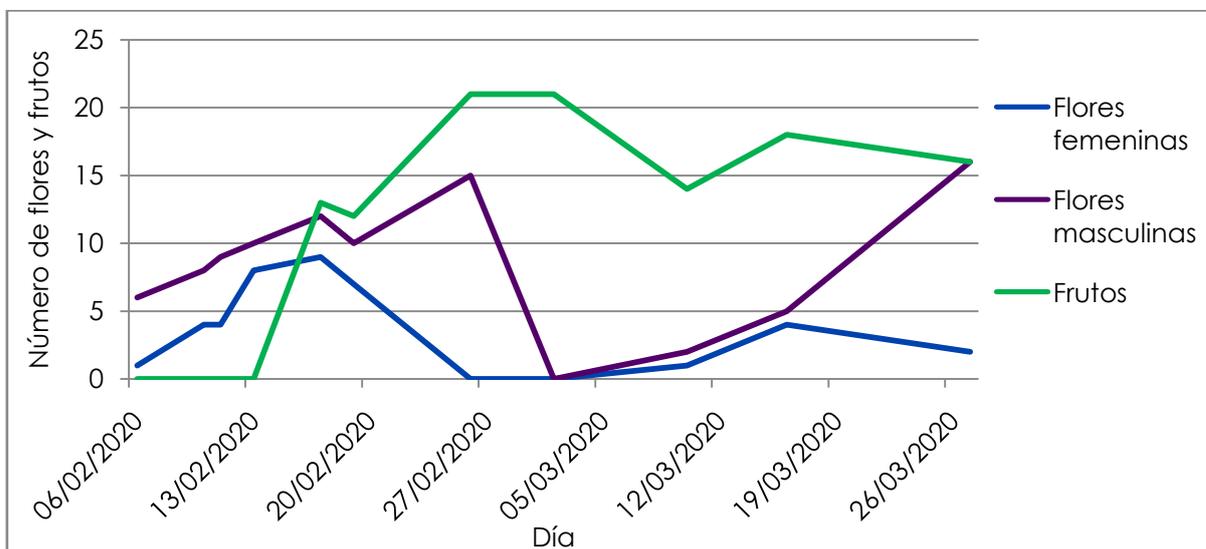
Gráfica 14: Floración y fructificación de ‘Vegetable Spaghetti’ marco de plantación 0,5 x 1 m²

7.2.4. La variedad *Vegetable Spaghetti* 1x 1 m

En ‘Vegetable Spaghetti’ con marco de plantación de un metro si que se observa un incremento anómalo de las flores masculinas sin que aumenten las femeninas (Gráfica 15), pero no parece estar ligado a la temperatura (Gráfica 11), debido a que en el periodo que esto ocurre, no se registra ningún aumento significativo de temperatura, produciéndose este incremento el 27 de marzo, por lo que se atribuye a una segunda etapa de floración, en la que las flores femeninas iban a incrementarse en los días consecutivos, pero no se dispone de datos al respecto debido a que el ensayo terminó por causas del estado de alarma del COVID-19, interpretándose esta anomalía como una segunda etapa de floración. En cuanto a la primera etapa para las flores masculinas se produjo el día 17 de febrero, disminuyendo ligeramente y aumentando más el 26 del mismo mes, tras lo cual el número de flores masculinas cae drásticamente, mientras que en las femeninas se dio el día 17 de febrero también; comenzando la segunda etapa el día 27 de marzo con las flores femeninas. La primera etapa para ambos géneros se

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

produjo a los 28 días de la plantación y la segunda comenzó con las flores masculinas a los 67 días. Al igual que en las tablas anteriores se observa que la producción de frutos coincide perfectamente con la floración.



Gráfica 15: Floración y fructificación de 'Vegetable Spaghetti' marco de plantación 1 x 1 m²

7.2.5. Conjunto de las tablas

Al observar en su conjunto las 4 tablas de floración, observamos que la temperatura no afectó en el sexo de las flores, seguramente debido a que el cultivo se encontraba protegido bajo invernadero protegiendo a las plantas de cambios drásticos de temperatura. Haciendo que el cultivo no estuviera durante periodos excesivamente largos fuera de las zonas de temperatura óptimas (20-30 °C).

En cuanto a las etapas de floración no hubo diferencias significativas entre los marcos o las variedades, manifestándose ambos sexos simultáneamente o de manera más frecuente, primero se producía el incremento de flores masculinas y unos días más tarde el de femeninas. Siendo lo más corriente de 18 a 28 días tras la plantación para la primera etapa y para la segunda a partir del día 56 siendo normalmente entorno al 67, con excepción de 'Orangetti' con marco de plantación de 0,5 x 1 m² que no presentó segunda etapa, posiblemente esta si que se produciría de haber tenido el cultivo durante más tiempo, pero el día 67 fue la última observación del cultivo debido al COVID-19.

Cabe destacar que durante casi todo el cultivo las flores masculinas presentaron un número mayor que las femeninas, siendo en algunos periodos el doble que las femeninas.

Es importante recalcar, que a partir del día 14 de marzo se decreto el estado de alarma por COVID-19, solo pudiendo asistir 1 vez por semana a realizar las labores del cultivo, por lo que a partir de ese momento las tomas de datos se vuelven más espaciadas, y por

Ensayo agronómico comparativo, de dos variedades de calabacín spaghetti (Cucurbita pepo), en dos marcos de plantación bajo invernadero

el riesgo que implicaba, el último conteo se realizó el 27 de marzo, terminando pocos días más tarde con el ensayo.

