

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
SECCIÓN DE INGENIERÍA AGRARIA**

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

**Ensayo comparativo de cultivares de
calabacín redondo (*Cucurbita pepo* L.),
bajo invernadero**



Christian González Ramos
San Cristóbal de La Laguna, septiembre 2019



**AUTORIZACIÓN DEL TRABAJO FIN DE GRADO
POR SUS DIRECTORES**
CURSO...../.....

DIRECTOR – COORDINADOR:

DIRECTOR:

como Director/es del alumno/a..... en
el TFG titulado:

.....
.....
.....nº de Ref.....

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..... de de.....

Fdo:.....

(Firma de los directores)

SR. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE TRABAJO FIN DE GRADO

Me gustaría comenzar dando las gracias a mis compañeros y amigos de carrera, por el apoyo incesante durante todos estos años.

Agradecer también a mis tutores de trabajo Isidoro Rodríguez Hernández y a Carmen Elvira Ramos Domínguez, su disposición constante y enseñanzas.

Mencionar también al personal completo de la Escuela Politécnica Superior, y en especial, a Fernando Delgado Benítez, por su colaboración en la realización de este proyecto.

También dar gracias por la ayuda de mis amigos Óscar Díaz Rodríguez, Javier Dorta Rodríguez, Sergio Rodríguez García y Noelia Herrera Borges, por su participación activa en el ensayo y los ánimos brindados.

Finalmente a mi padre, a mi madre, a mi hermana, y a mi familia, por no dejar de confiar en mí, y por el sacrificio que han hecho durante todos estos años. Los quiero mucho.

A todos y cada uno, **gracias.**



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	3
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Generalidades	4
3.1.1 Origen, etimología del nombre y evolución histórica del calabacín	4
3.1.2 Usos y su valor nutricional.....	5
3.1.3 Importancia económica.....	8
3.2 Taxonomía y morfología	18
3.2.1 Taxonomía	18
3.2.2 Morfología	19
3.2.2.1 Morfología de la familia.....	19
3.2.2.2 Morfología del género.....	20
3.2.2.3 Morfología de la especie.....	21
3.3 Fisiología	24
3.3.1 Fisiología del crecimiento vegetativo	24
3.3.2 Comportamiento floral	25
3.3.2.1 Factores genéticos responsables de la determinación sexual	27
3.3.2.2 Factores hormonales responsables de la determinación sexual	28
3.3.2.3 Factores ambientales responsables de la determinación sexual	29
3.3.3 Polinización y cuajado del fruto.	30
3.3.4 Crecimiento del fruto.....	33
3.4 Material vegetal	36
3.5 Exigencia en clima y suelo.....	42
3.5.1 Clima	42
3.5.1.1 Temperatura.....	42
3.5.1.2 Luz	43
3.5.1.3 Humedad.....	44
3.5.2 Suelo	44
3.6 Siembra y plantación	45
3.6.1 Labores previas a la plantación	45
3.6.2 Siembra.....	46
3.6.3 Plantación.....	47
3.7 Sistemas de cultivo.....	48
3.7.1 Ciclos de cultivo.....	48
3.8 Labores culturales	50
3.8.1 Reposición de marras.....	50

3.8.2	Aclareo	50
3.8.3	Aporcado	50
3.8.4	Entutorado.....	51
3.8.5	Poda.....	52
3.8.6	Riego.....	53
3.8.7	Limpieza de flores	55
3.8.8	Limpieza de frutos	55
3.8.9	Fertilización	55
3.8.10	Polinización.....	57
3.9	Recolección, posrecolección, conservación y comercialización	58
3.9.1	Recolección.....	58
3.9.2	Postrecolección y conservación.....	62
3.9.3	Comercialización	63
3.10	Accidentes y fisiopatías, plagas, enfermedades y virus.....	64
3.10.1	Accidentes y fisiopatías.....	64
3.10.1.1	Asfixia radicular	64
3.10.1.2	Blanqueo de hojas.....	64
3.10.1.3	Frutos chupados.....	64
3.10.1.4	Frutos aneblados.....	65
3.10.1.5	Frutos torcidos.....	65
3.10.1.6	Carenciales	65
3.10.1.7	Fitotóxicas	66
3.10.2	Plagas.....	66
3.10.2.1	Pulgones	66
3.10.2.2	Mosca blanca	67
3.10.2.3	Trips	67
3.10.2.4	Minadora de hojas o submarino.....	68
3.10.2.5	Ácaros	69
3.10.3	Enfermedades.....	69
3.10.3.1	Enfermedades producidas por hongos	69
3.10.3.1.1	Oídio.....	69
3.10.3.1.2	Míldiu.....	70
3.10.3.1.3	Antracnosis.....	70
3.10.3.1.4	Cladosporiosis.....	70
3.10.3.1.5	Manchas foliares	71
3.10.3.1.6	Botritis o podredumbre gris.....	71
3.10.3.1.7	Sclerotinia o podredumbre blanca	72
3.10.3.2	Enfermedades producidas por bacterias.....	72
3.10.3.3	Enfermedades producidas por virus	73

3.10.3.4	Enfermedades de suelo.....	75
4.	PARTE EXPERIMENTAL	76
4.1	Material y métodos.....	76
4.1.1	Situación del ensayo.....	76
4.1.2	Tipo de invernadero utilizado.....	76
4.1.3	Diseño experimental.....	77
4.1.4	Obtención de semillas.....	79
4.1.5	Preparación de semilleros.....	80
4.1.6	Análisis de agua.....	81
4.1.7	Análisis de suelo.....	83
4.1.8	Instalación de una estación meteorológica.....	84
4.1.8.1	Temperatura.....	84
4.1.8.2	Humedad.....	85
4.1.9	Trasplante.....	86
4.1.10	Sistema de riego.....	87
4.1.11	Fertilización.....	88
4.1.12	Entutorado y colocación de placas cromáticas.....	90
4.1.13	Eliminación de malas hierbas.....	91
4.1.14	Azufrado.....	92
4.1.15	Polinización.....	92
4.1.16	Eliminación de flores y frutos.....	93
4.1.17	Recolección.....	93
4.1.18	Fisiopatías.....	95
4.1.18.1	Frutos aneblados.....	95
4.1.18.2	Deformaciones.....	95
4.1.19	Plagas.....	95
4.1.19.1	Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>).....	95
4.1.19.2	Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>).....	96
4.1.20	Enfermedades.....	97
4.1.20.1	Oídio y Botritis.....	97
4.1.21	Datos recogidos para el análisis estadístico.....	98
4.1.22	Análisis estadístico.....	99
4.2	Resultados y discusión.....	101
4.2.1	Porcentaje de germinación.....	101
4.2.2	Parámetros productivos.....	102
4.2.2.1	Diámetro.....	102
4.2.2.2	Longitud.....	103
4.2.2.3	Peso.....	104
4.2.3	Destrío.....	105

4.2.3.1	Diámetro.....	108
4.2.3.2	Longitud.....	109
4.2.3.3	Peso.....	110
4.2.4	Abortos.....	111
4.2.5	Rendimiento.....	114
4.3	Conclusiones.....	119
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	122
6.	ANEJO ESTADÍSTICO	126



Título: Ensayo comparativo de cultivares de calabacín redondo (*Cucurbita pepo* L.), bajo invernadero.

Autores: González-Ramos, C.; Rodríguez-Hernández, I; Ramos-Domínguez, C.E.

Palabras clave: 'Geode', 'Satélite', 'Redondo de Niza', longitud, diámetro, peso y rendimiento.

Resumen:

El calabacín (*Cucurbita pepo* L.) ha adquirido una notable importancia en estos últimos años. Como consecuencia de esto, se ha establecido un cultivo que compara agronómicamente los cultivares Geode, Satélite y Redondo de Niza en condiciones de invernadero. El ensayo fue llevado a cabo en las instalaciones de la EPSI de la Universidad de La Laguna, Tenerife, bajo invernadero de polietileno térmico flexible, con una superficie de 59,5 m². Siguiendo un diseño estadístico de bloques al azar con tres cultivares ('Geode', 'Satélite' y 'Redondo de Niza'), y tres repeticiones, con plantas borde. Previamente se realizó un semillero en bandejas de poliestireno expandido y con un sustrato a base de turba. Una vez germinadas las plantas y cuando las plántulas tenían un desarrollo adecuado, se pasaron al terreno de asiento definitivo, con un marco de plantación de 1,5 x 0,5 m. El cultivo transcurrió sin grandes incidencias y se realizaron las labores oportunas de mantenimiento como riego, fertilización, etc., hasta el momento de la recolección. Llegado este punto, se pasó a la toma de datos que eran necesarios para el estudio posterior de los parámetros agronómicos: Peso, longitud, diámetro y rendimiento de los cultivares. Éstos fueron analizados mediante los métodos estadísticos de análisis de la varianza, previa comprobación de las hipótesis de Homocedasticidad y Normalidad. Se concluyó que 'Geode', 'Satélite' y 'Redondo de Niza', no han tenido un comportamiento óptimo a niveles productivos como consecuencia de las bajas temperaturas registradas durante el periodo de desarrollo de los frutos. Sin embargo, hay una diferencia notable entre 'Satélite' y 'Geode' con respecto al 'Redondo de Niza' a favor de las dos primeras.

Title: Comparative test of cultivars of round zucchini (*Cucurbita pepo* L.), under greenhouse.

Authors: González-Ramos, C.; Rodríguez-Hernández, I; Ramos-Domínguez, C.E.

Keywords: 'Geode', 'Satélite', 'Redondo de Niza', length, diameter, weight, yield.

Abstract:

Zucchini (*Cucurbita pepo* L.) has experienced an important growth in the last years. As a consequence of this, a crop has been established that agronomically compares 'Geode', 'Satélite' and 'Redondo de Niza' cultivars under greenhouse conditions. The test was realized in the EPSI department of the University of La Laguna, Tenerife, under a flexible thermal polyethylene greenhouse, with an area of 59.5 m². Following a randomized statistical design of blocks with three cultivars ('Geode', 'Satélite' and 'Redondo de Niza'), and three repetitions, with border plants. Previously, a seedbed was made in expanded polystyrene and with a substrate of peat moss. Once the plants were germinated and when the seedlings had an adequate development, they were moved to the final seating area, with a 1.5 x 0.5 m plantation frame. The crop took place without major incidents and the appropriate maintenance work such as irrigation, fertilization, etc., were carried out until the time of collecting. At this point, we proceeded taking the collecting data that were necessary for the subsequent study of the agronomic parameters: Weight, length, diameter and yield of the cultivars. These were analyzed using statistical methods of analysis of variance, after checking the hypothesis of Homocedasticity and Normality. It was concluded that 'Geode', 'Satélite' and 'Redondo de Niza', have not had an optimum performance at productive levels as a result of the low temperatures registered during the fruit development period. However, there is a notable difference between 'Satélite' and 'Geode' with 'Redondo de Niza' in favor of the first two.



1. INTRODUCCIÓN



El calabacín (*Cucurbita pepo* L.) es una planta rastrera de ciclo corto de origen americano. Actualmente ha adquirido una gran importancia en el mercado nacional y regional, debido principalmente al aprovechamiento de sus frutos.

Su cultivo se ha incrementado en España, siendo destinado incluso a la exportación, lo cual, ha llevado a tener que intensificar el cultivo, colocándolo bajo protección.

La aparición en el mercado de diferentes variedades en cuanto a tamaño, forma y color de sus frutos hace que sea necesario hacer ensayos de experimentación con estas nuevas variedades, en las condiciones concretas de cultivo de cada zona. Por esta razón, se están llevando a cabo diferentes ensayos como: *Ensayo comparativo de tres variedades de calabacín (Cucurbita pepo L.), dos de ellas amarillas y una verde tipo Zucchini, cultivado en hidroponía sobre fibra de coco, bajo invernadero* (Arbelo, 2018), *Ensayo de seis cultivares de calabacín tipo Zucchini* (Díaz, 2018), etc.

Esta importancia creciente se ve reflejada en los datos de superficie y producción según el MAPAMA, de manera que en el año 2018, había una superficie de cultivo de 11.037 ha, de las cuales, 8.956 ha estaban bajo cultivo protegido y las restantes al aire libre. Las producciones de 591.341 t para este año, también indican los altos niveles productivos de esta hortaliza. Por otro lado, las comunidades autónomas con mayor superficie de cultivo fueron Andalucía y Canarias, con 8.809 y 407 ha respectivamente, representando el 83 y el 4% de la producción nacional.

En Canarias se ha cultivado siempre, principalmente el bubango, nombre local que se le da a las variedades de crecimiento indeterminado con frutos oblongos, siendo una hortaliza muy bien valorada por los consumidores locales.

La adaptación a los mercados de exportación y el poco conocimiento que se tiene a nivel insular de nuevas variedades como las de tipo redondo, conlleva a la realización de un estudio que determine el comportamiento de éstas bajo las condiciones climáticas de Canarias y su incidencia en el mercado.

Una vez conocido esto, se ha planteado la realización de esta experiencia entre los cultivares de forma redonda 'Geode', 'Satélite' y 'Redondo de Niza',

Ensayo comparativo de cultivares de calabacín redondo (*Cucurbita pepo* L.), bajo invernadero

con el fin de obtener datos productivos para ahondar en el conocimiento de las mismas y establecer una relación comparativa con otras variedades. Este ensayo fue llevado a cabo en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, sección de Ingeniería Agraria de la Universidad de La Laguna, Tenerife.



2. OBJETIVOS



De acuerdo con lo dicho anteriormente, se pretende comparar los cultivares de calabacín redondo Satélite, Geode y Redondo de Niza, con el fin de determinar las características agronómicas que definen su producción.



3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA





3.1 Generalidades



3.1.1 Origen, etimología del nombre y evolución histórica del calabacín

Existen diferentes fuentes contradictorias sobre las distintas procedencias u orígenes del calabacín (*Cucurbita pepo* L.), dejando una incertidumbre enigmática sobre el mismo.

La mayoría atribuyen su origen a la América Precolombina, concretamente a México, siendo esta una de las especies que introdujeron los españoles en Europa, durante la época del descubrimiento. Por el contrario, otras hacen referencias al continente asiático como lugar de procedencia, además de existir numerosos escritos de tiempos inmemoriales que datan del cultivo en zonas del Mediterráneo como Grecia, Egipto o Italia.

Finalmente, el origen del calabacín se remonta a Norteamérica con afirmaciones como las de Smith (1997). Este último autor tomó muestras de distintas semillas de calabaza, pedúnculos y fragmentos de cáscara de fruta, de las zonas estratigráficas del período Arcaico de la cueva de Guilá Naquitz en Oaxaca, México. Mediante pruebas realizadas con datación por radiocarbono y apoyado en el espectrómetro de masas, considera que las muestras tomadas documentan el cultivo de *Cucurbita pepo* L. por los habitantes de Guilá Naquitz en dicha cueva, en un periodo de entre 8.000 y 10.000 años, siendo un cultivo domesticado que precede al maíz, al frijol y otras especies domésticas con datación directa en las Américas por más de 4000 años.

Autores como López, J. (2017) respaldan esta idea añadiendo lo siguiente. *“El calabacín parece tener su origen más remoto en Oxaca (México), situándolo en el paraje de la cueva de Guilá Naquitz, atribuyéndosele a esos vestigios de 8 a 10.000 años de antigüedad. Tras el descubrimiento de América es traído a Europa, y en 1550 hay referencias de su presencia en algunos herbarios. Después, tras cruzamientos realizados entre cultivares mexicanos y estadounidenses, aparecieron unos tipos que se extendieron por el norte de África y el Oriente Próximo. Los tipos que hoy en día conocemos parecen tener su origen en los llamados Cocozelle, originarios del sur de Europa (Ruiz, 2000), con frutos largos y grandes, de color verde oscuro surcado por bandas longitudinales de tonalidades difusas color crema, similares a los tipos Marrow actuales.”*

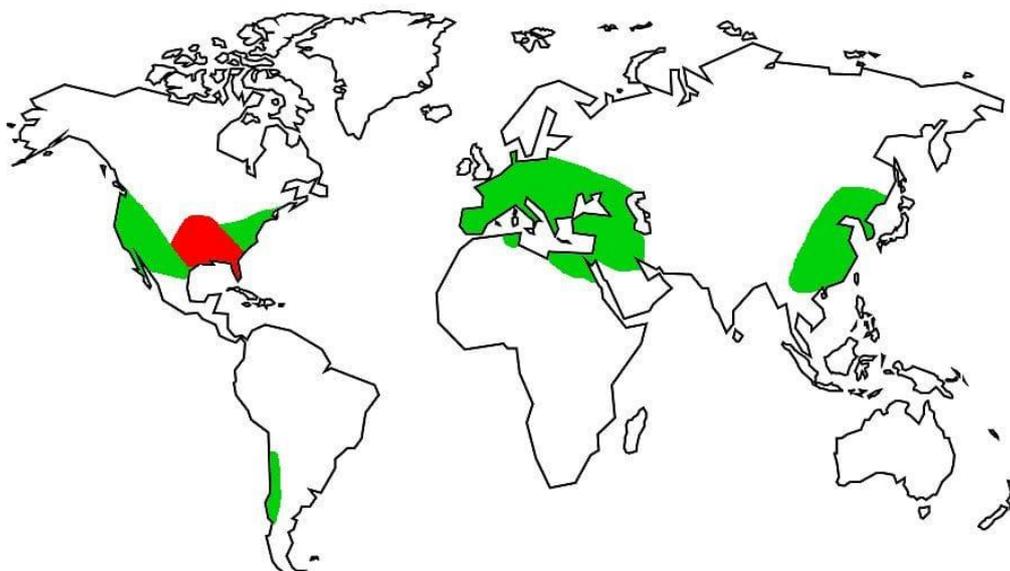


Ilustración 1: Región de origen y de cultivo de *Cucurbita pepo* L. (Schuchert, 1997).

Como se ha mencionado anteriormente, una de las teorías de la llegada del calabacín a las Canarias coincide con el desarrollo de otros cultivos tropicales en las islas. Se cree que se debe principalmente a las rutas expedicionarias de Colón en 1492. En estas rutas, se producían intercambios de cultivos y animales domésticos, y Canarias en concreto, servía como punto de parada de los trayectos. Esto provocaba la llegada a las mismas de cultivos como el maíz, judías, tomates, papas, pimientos, cucúrbitas y otros, que se extendieron por España y también por el resto de Europa (León, 2002).

La domesticación de la especie se debía al buen aprovechamiento de sus frutos con fines gastronómicos, y el buen rendimiento productivo.

3.1.2 Usos y su valor nutricional

Actualmente, el principal uso del calabacín es el gastronómico, siendo su fruto inmaduro la parte más utilizada en la cocina, aunque su flor y sus semillas son cada día más valoradas como aderezo culinario. Tiene por lo tanto sentido hablar del valor nutricional del cultivo en un mismo apartado.

El interés del cultivo no está asociado únicamente a niveles de productividad y rendimiento para la obtención de beneficios puramente económicos. La Fundación Española de la Nutrición respalda lo dicho

anteriormente. Según dicha fundación, el calabacín es una de las hortalizas con menor contenido calórico.

Pertenece a la misma familia botánica que la calabaza, aunque presenta algunas diferencias con ella, en cuanto a su composición. De hecho, el calabacín aporta cantidades menores de fibra, y sin embargo, una proporción ligeramente superior de agua. Además, mientras que la calabaza es rica en b-carotenos, el contenido de éstos en el calabacín es más reducido. Aun así, su consumo contribuye a cubrir las necesidades de vitaminas y minerales, especialmente las de vitamina C y potasio, siendo los aportes del vitamina C los más significativos. Un calabacín de tamaño medio aporta el 26% de las ingestas recomendadas al día para esta vitamina en hombres y mujeres de 20 a 39 años.

La presencia de mucílagos confiere a esta hortaliza propiedades emolientes o suavizantes sobre el aparato digestivo, por lo que, al tratarse de un alimento fácil de digerir y con ligero efecto laxante, resulta adecuado en caso de problemas digestivos como dispepsia o mala digestión, gastritis y estreñimiento.

La **tabla 1**, muestra de forma desglosada la composición nutricional del calabacín (*Cucurbita pepo* L.).

Tabla 1: Composición nutricional del calabacín.

Composición nutricional				
	Por 100 g de porción comestible	Por unidad mediana (100 g)	Recomendaciones día-hombres	Recomendaciones día-mujeres
Energía (Kcal)	14	10	3.000	2.300
Proteínas (g)	0,6	0,4	54	41
Lípidos totales (g)	0,2	0,1	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	1,5	375-413	288-316
Fibra (g)	0,5	0,4	>35	>25
Agua (g)	96,5	67,6	2.500	2.000
Calcio (mg)	24	16,8	1.000	1.000
Hierro (mg)	0,4	0,3	10	18
Yodo (μ g)	—	—	140	110
Magnesio (mg)	8	5,6	350	330
Zinc (mg)	0,2	0,1	15	15
Sodio (mg)	1	0,7	<2.000	<2.000
Potasio (mg)	140	98,0	3.500	3.500
Fósforo (mg)	17	11,9	700	700
Selenio (μ g)	1	0,7	70	55
Tiamina (mg)	0,04	0,03	1,2	0,9
Riboflavina (mg)	0,04	0,03	1,8	1,4
Equivalentes niacina (mg)	0,6	0,4	20	15
Vitamina B ₆ (mg)	0,06	0,04	1,8	1,6
Folatos (μ g)	13	9,1	400	400
Vitamina B ₁₂ (μ g)	0	0	2	2
Vitamina C (mg)	22	15,4	60	60
Vitamina A: Eq. Retinol (μ g)	4,5	3,2	1.000	800
Vitamina D (μ g)	0	0	15	15
Vitamina E (mg)	Tr	Tr	12	12

Fuente: Moreiras, 2013.

Andrés Ruiz, I. (2012) amplifica el nivel de información respecto al valor nutricional, señalando que el calabacín (*Cucurbita pepo* L.) está compuesto por un gran número de aminoácidos, entre los que destacan la alanina, arginina, glicina, lisina y cisteína, responsables de las numerosas propiedades medicinales de este producto, como podrían ser: Propiedades vermífugas, para lo que es necesario consumir el interior del fruto. Propiedades antipiréticas, diuréticas y antiespasmódicas, para lo que es necesario tomar infusiones de sus hojas. Mejora del sistema inmunológico. Tratamiento de quemaduras y anomalías en la piel para lo que se usa el fruto de manera externa.

Otro de los actuales usos del calabacín, según la Asociación Española de Acuarófilos es como alimento para una serie de especies de peces que necesitan una dieta vegetal, como los *Ancistrus*.

El calabacín es rico en Niacina (vitamina A) y Tiamina (vitamina B) pero sobre todo hay que mencionar la abundancia de ácidos entre sus componentes, sobre todo linoleico, aspártico y salicílico y que están abriendo una puerta a nuevos usos de esta especie.

3.1.3 Importancia económica

La importancia creciente del calabacín (*Cucurbita pepo* L.) como hortaliza de consumo es notable. Un alto nivel productivo va en consonancia con un alto nivel económico, acompañado de una gran extensión de superficie, que puede ser reflejada con distintos datos estadísticos como los obtenidos a través de la FAO (2019), véase la **Ilustración 2**, que proporciona datos de superficie y producción de calabacín por países productores desde el año 1994 hasta el 2017. La dificultad de encontrar datos fielmente representativos se debe a que en la mayor parte de las estadísticas oficiales, se incluyen calabazas y calabacines conjuntamente.

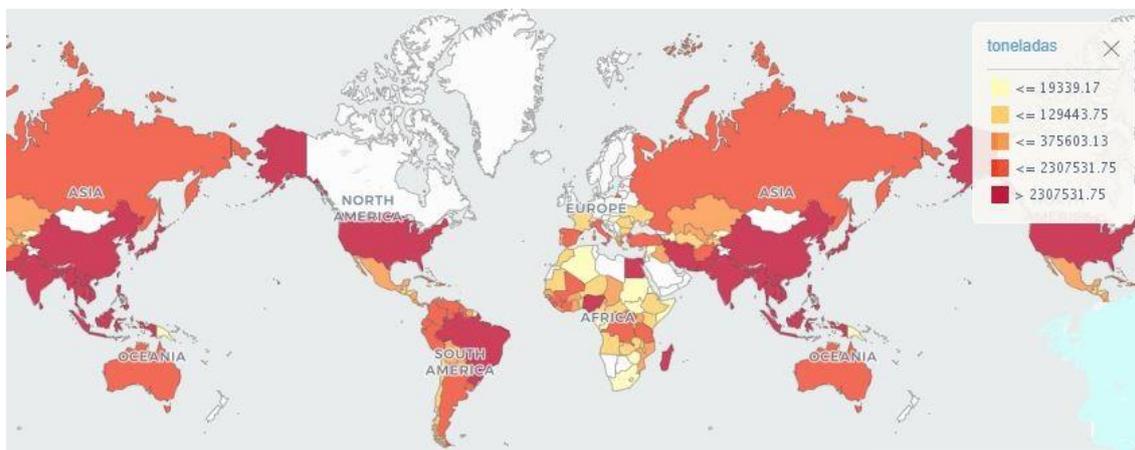


Ilustración 2: Producción mundial de calabaza, calabacín y calabaza confitera (FAO, 2019).

La **Ilustración 2**, muestra las cantidades de producción en toneladas de calabaza, calabacín y calabaza confitera en el 2017.

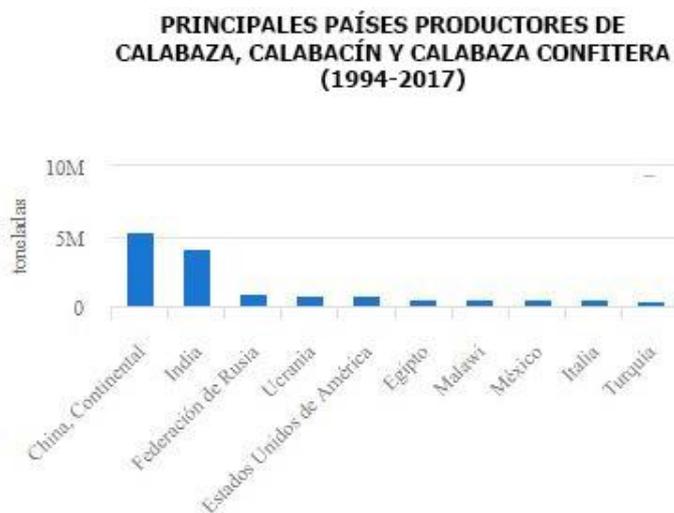
Las principales producciones se encuentran en los continentes americano y asiático, con producciones superiores a las 2.307.531,75 toneladas.

Ensayo comparativo de cultivares de calabacín redondo (*Cucurbita pepo* L.), bajo invernadero



Gráfica 1: Evolución de la producción y superficie cultivada a nivel mundial de calabaza, calabacín y calabaza confitera desde 1994 hasta 2017 (FAO, 2019).

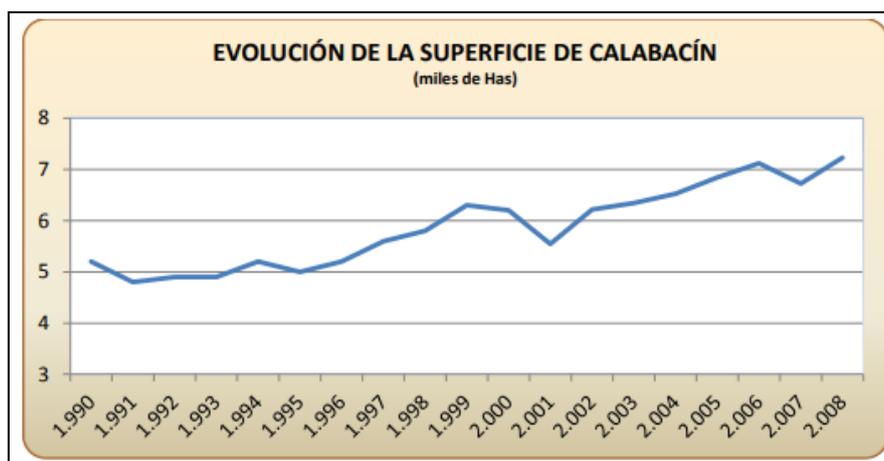
La relación entre los niveles de producción mundial y la superficie total cultivada, representados por la línea roja y línea azul respectivamente, queda de manifiesto en la **Gráfica 1**. En ella, se puede ver cómo en un período de estudio desde 1994 hasta el 2017, la producción y el área de cultivo se ha duplicado, pasando de 13.123.803 toneladas y 1.086.272 ha en 1994, hasta 27.449.481 toneladas y 2.078.450 ha en 2017.



Gráfica 2: Principales países productores de calabaza, calabacín y calabaza confitera desde 1994 hasta 2017 (FAO, 2019).

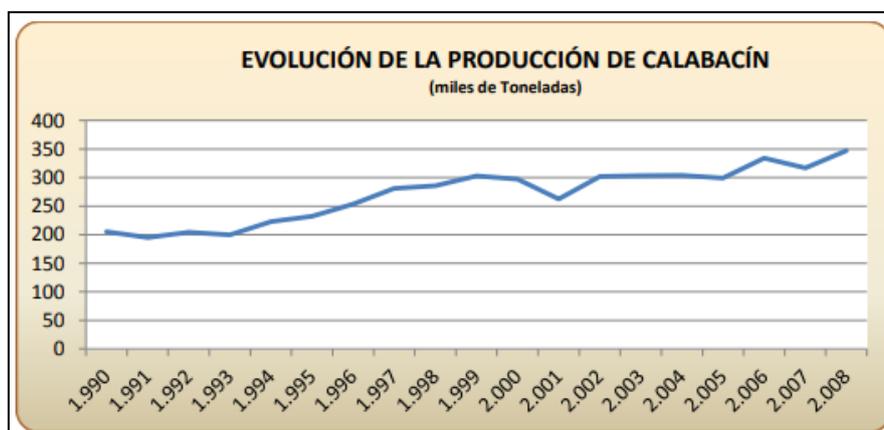
También, es importante poner de manifiesto que los principales países productivos de calabacín son los que aparecen en la **Gráfica 2**. China e India encabezan la lista con producciones en torno a las 5 millones de toneladas, seguidas por la Federación de Rusia, Ucrania, Estados Unidos de América y otros, con producciones similares y cercanas al millón de toneladas.

Tras hacer un análisis de la producción mundial, es interesante hacer lo pertinente a nivel nacional. Andrés-Ruiz, I. (2012), apoyada en datos actualizados del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, afirma que el calabacín es una de las hortalizas que, durante los últimos veinte años, se ha visto aumentar de forma muy significativa la superficie dedicada a su cultivo en España, incrementándose en más de un 139 %, tal y como se muestra en la **Gráfica 3**.



Gráfica 3: Evolución de la superficie cultivada de calabacín en España (Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, 2.009).

En consonancia con la superficie de cultivo, la producción, durante este mismo periodo, se ha visto aumentada un 169%, pero, el verdadero incremento en la importancia de este cultivo viene dado por el aumento en más del 300% del valor económico de la producción tal y como se muestra en las **Gráficas 4 y 5**.

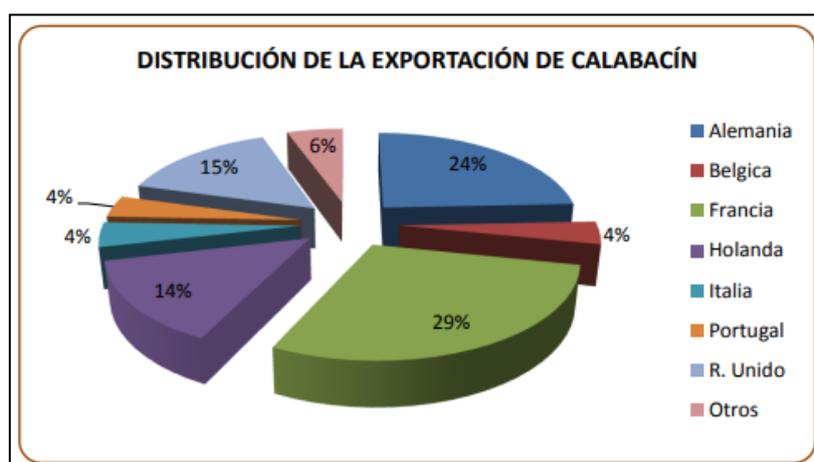


Gráfica 4: Evolución de la producción de calabacín en España (Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, 2.009).



Gráfica 5: Evolución del valor económico de la producción de calabacín en España (Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, 2009).

Cabe destacar que, el crecimiento del valor económico de la producción estaba vinculado a la exportación de la misma. En el 2008, el 75% de la producción nacional recaía sobre la Comunidad Autónoma de Andalucía, situada a la cabeza de todas las restantes comunidades autónomas. La distribución de la producción de calabacín (*Cucurbita pepo* L.) no es homogénea en todas las provincias de Andalucía, siendo Almería la que asume el liderazgo con el 70 % de la producción andaluza. En la **Gráfica 6**, se pueden ver cuáles han sido los principales países destinatarios de la exportación de la producción almeriense de calabacín.

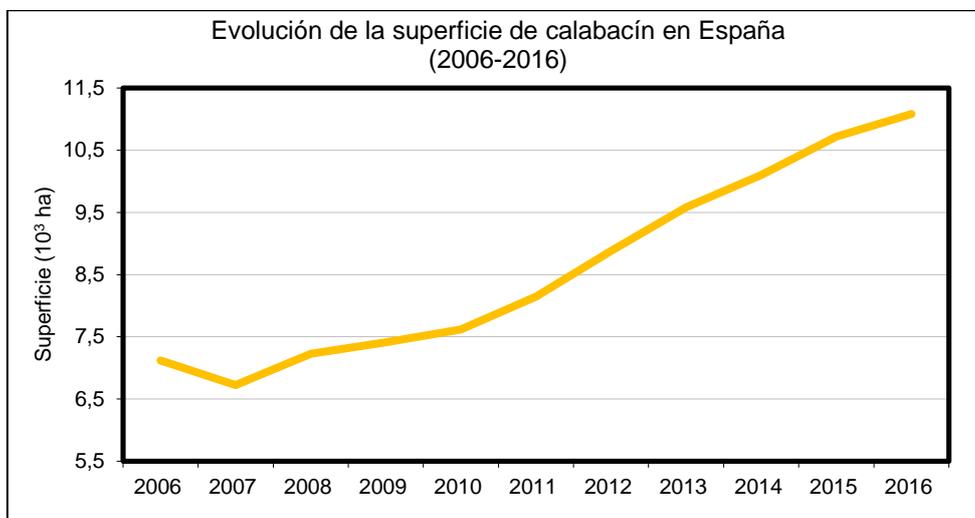


Gráfica 6: Distribución de la exportación de calabacín producido en Almería (Anuario de Agricultura de la Provincia de Almería, 2.010).

Datos más actualizados como los del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPAMA), aportan información sobre las evoluciones históricas

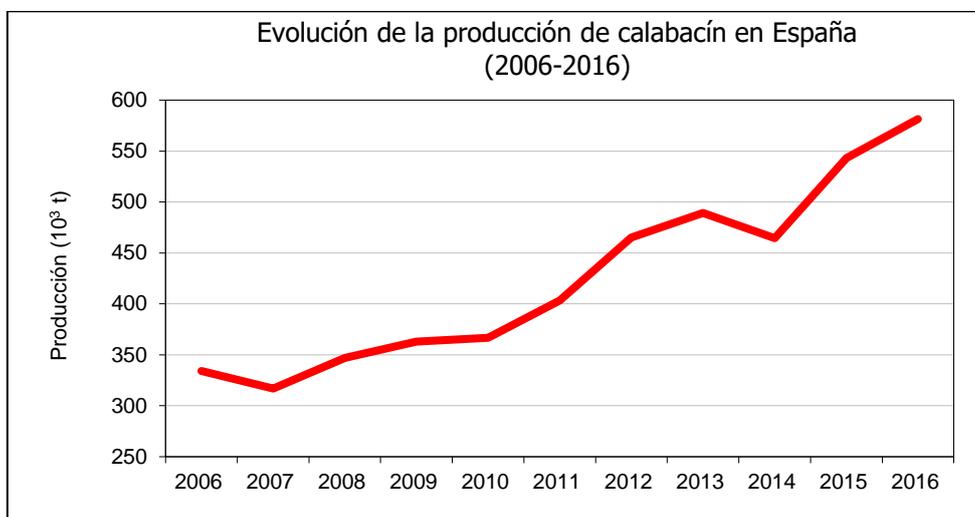
Ensayo comparativo de cultivares de calabacín redondo (*Cucurbita pepo* L.), bajo invernadero

asociadas al cultivo desde 2006 hasta 2016, que permiten realizar un seguimiento a nivel de producción, superficie y valor.



Gráfica 7: Evolución de la superficie de *Cucurbita Pepo* L. en miles de hectáreas desde el 2006 hasta el 2016 en España (MAPAMA, 2019).

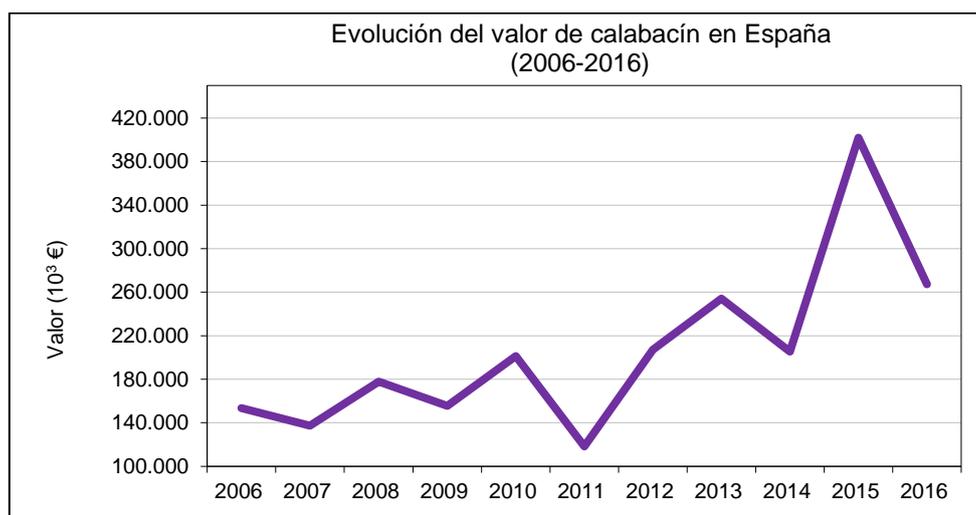
La **Gráfica 7** muestra que la superficie de *Cucurbita pepo* L. ha pasado de las 7.100 ha de cultivo en el año 2006, a unas 11.100 ha en el año 2016.



Gráfica 8: Evolución a nivel productivo de *Cucurbita Pepo* L. en miles de toneladas desde el 2006 hasta el 2016 en España (MAPAMA, 2019).

Las producciones de calabacín, conforme aumenta la superficie de cultivo, también se incrementan, pasando de las 334.000 toneladas en el año 2006, a las 581.500 toneladas para el 2016.

Ensayo comparativo de cultivares de calabacín redondo (*Cucurbita pepo* L.), bajo invernadero



Gráfica 9: Evolución del valor de *Cucurbita Pepo* L. en miles de euros desde el 2006 hasta el 2016 en España (MAPAMA, 2019).

La **Gráfica 9** muestra que en el 2006, el valor por las producciones de calabacín estaban en torno a los 151.000.000 €, subiendo de forma considerable en el año 2015 hasta los 401.801.000 €, y experimentando una bajada brusca en el 2016 hasta 267.259.000 €.

Finalmente, la **Tabla 2** compara las gráficas anteriores y permite extraer una conclusión final:

Tabla 2: Serie de la evolución histórica del calabacín en España (MAPAMA, 2019).

SUPERFICIES Y PRODUCCIONES DE CULTIVOS

13.6.24.1. HORTALIZAS DE FRUTO-CALABACÍN:

Serie histórica de superficie, rendimiento, producción, precio, valor

Años	Superficie (miles de hectáreas)	Rendimiento (qm/ha)	Producción (miles de toneladas)	Precio medio percibido por los agricultores (euros/100kg)	Valor (miles de euros)
2006	7,1	469	334,0	45,93	153.426
2007	6,7	471	316,7	43,33	137.237
2008	7,2	480	347,0	51,27	177.886
2009	7,4	490	362,8	42,87	155.521
2010	7,6	481	366,5	54,89	201.171
2011	8,1	495	403,4	29,33	118.311
2012	8,9	524	465,0	44,52	207.035
2013	9,6	511	489,3	51,91	253.994
2014	10,1	460	464,5	44,20	205.307
2015	10,7	507	543,2	73,97	401.801
2016	11,1	525	581,5	45,96	267.259

El crecimiento del calabacín (*Cucurbita pepo* L.) a nivel de producción y rendimiento ha sido notable a lo largo de estos diez últimos años. Un aumento de un 56% a nivel de superficie, un 74% más de toneladas producidas

Ensayo comparativo de cultivares de calabacín redondo (*Cucurbita pepo* L.), bajo invernadero

certifican la importancia del mismo a nivel nacional y la mejora de la tecnificación del cultivo a medida que avanzan los años.

Por otro lado, el precio de calabacín ha variado en función de las condiciones de mercado. Sin embargo, se puede analizar de forma directa que su precio se ha incrementado en este periodo.

Una vez explicado el plano productivo y económico a nivel nacional, es necesario comprender la evolución del cultivo a nivel provincial:

Tabla 3: Análisis de la superficie cultivada en España de calabacín (MAPAMA, 2019).

SUPERFICIES Y PRODUCCIONES DE CULTIVOS

13.6.24.2. HORTALIZAS DE FRUTO-CALABACÍN: Análisis provincial de superficie, rendimiento y producción, 2016

Provincias y Comunidades Autónomas	Superficie (hectáreas)			
	Secano	Regadío		Total
		Aire libre	Protegido	
GALICIA	–	113	–	113
P. DE ASTURIAS	26	12	2	40
CANTABRIA	–	–	–	–
PAÍS VASCO	29	18	2	49
NAVARRA	–	102	2	104
LA RIOJA	–	20	3	23
ARAGÓN	–	48	2	50
CATALUÑA	3	375	18	396
BALEARES	–	85	34	119
CASTILLA Y LEÓN	–	34	8	42
MADRID	–	13	–	13
CASTILLA-LA MANCHA	–	57	–	57
C. VALENCIANA	–	164	242	406
R. DE MURCIA	–	31	280	311
EXTREMADURA	–	147	–	147
ANDALUCÍA	10	808	7.955	8.773
Las Palmas	7	107	56	170
S.C. de Tenerife	1	105	162	268
CANARIAS	8	212	218	438
ESPAÑA	76	2.239	8.766	11.081

A nivel nacional, tal y como se muestra en la **Tabla 3**, la superficie total cultivada en España es de 11.081 ha, de las cuales, 8.776 son en regadío protegido, que representa el 79,11% del total, lo cual, es un indicativo de la importancia que ha adquirido este cultivo de cara a la exportación.

En cuanto a superficie cultivada, Canarias se sitúa como segunda comunidad con mayor superficie cultivada a nivel nacional, representando un

Ensayo comparativo de cultivares de calabacín redondo (*Cucurbita pepo* L.), bajo invernadero

3,95% de la superficie total, detrás de Andalucía, con 438 ha de las cuales, 218 ha corresponden a regadío protegido, y 212 en regadío al aire libre. En este caso, se observa que aún la superficie protegida no ha aumentado demasiado, siendo similar a la cultivada al aire libre. En tercer lugar, se encuentra La Comunidad Valenciana, con una superficie muy próxima de 406 ha, que representa el 3,66% de la superficie total, donde si predomina el regadío protegido, 242 ha, sobre el regadío al aire libre 164 ha, veáse **Tabla 3**.

Tabla 4: Datos de producción y rendimiento de *Cucurbita pepo* L. en España (MAPAMA, 2019).

SUPERFICIES Y PRODUCCIONES DE CULTIVOS

13.6.24.2. HORTALIZAS DE FRUTO-CALABACÍN: Análisis provincial de superficie, rendimiento y producción, 2016

Provincias y Comunidades Autónomas	Rendimiento (kg/ha)			Producción (toneladas)
	Secano	Regadío		
		Aire libre	Protegido	
GALICIA	-	63.761	-	7.205
P. DE ASTURIAS	15.000	25.000	40.000	770
CANTABRIA	-	-	-	-
PAÍS VASCO	11.798	26.927	53.825	934
NAVARRA	-	81.200	81.800	8.446
LA RIOJA	-	45.000	68.000	1.104
ARAGÓN	-	71.535	62.000	3.558
CATALUÑA	16.400	32.138	63.639	13.244
BALEARES	-	20.000	43.950	3.194
CASTILLA Y LEÓN	-	24.294	35.000	1.106
MADRID	-	31.000	-	403
CASTILLA-LA MANCHA	-	25.121	-	1.432
C. VALENCIANA	-	32.243	41.928	15.435
R. DE MURCIA	-	14.500	63.500	18.230
EXTREMADURA	-	47.214	-	6.940
ANDALUCÍA	8.000	34.152	56.524	477.330
Las Palmas	5.000	36.308	63.500	7.476
S.C. de Tenerife	21.000	35.000	67.859	14.696
CANARIAS	7.000	35.660	66.739	22.172
ESPAÑA	12.070	37.897	56.551	581.503

Según estos datos, Canarias es la segunda comunidad autónoma de producción del calabacín (*Cucurbita pepo* L.) en España, con un 4% aproximadamente de la producción nacional, por detrás de Andalucía, y por delante de la Región de Murcia, véase **Tabla 4**.

De forma más concreta, podemos establecer un análisis de la superficie del cultivo a nivel provincial en Canarias, y además, por islas, gracias a los datos aportados por el Instituto Canario de Estadísticas (ISTAC):

SUPERFICIE CULTIVADA DE CALABACÍN EN CANARIAS (2008-2016)

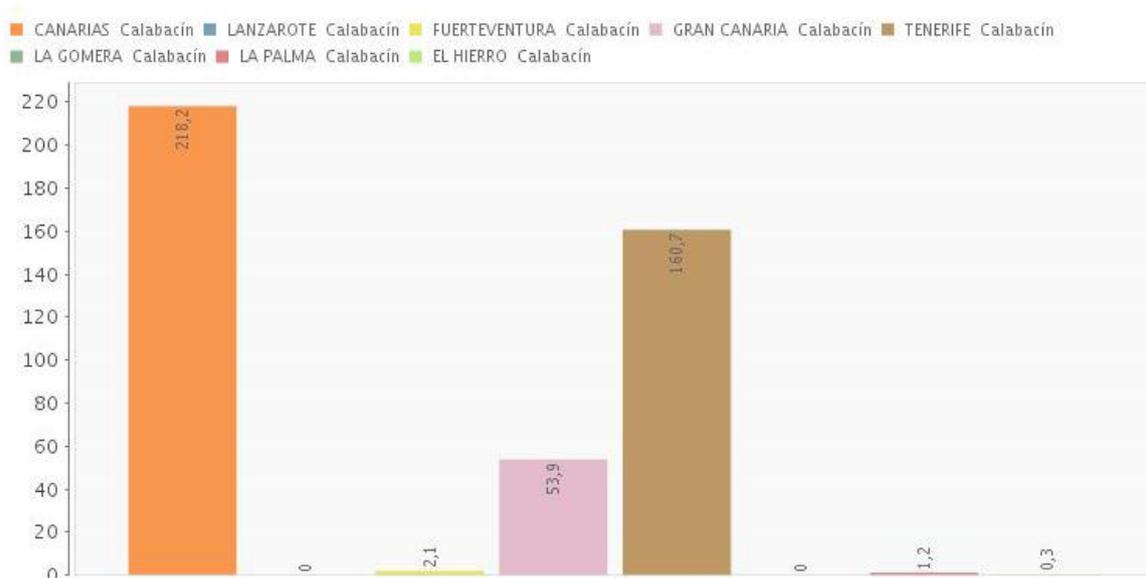


Gráfica 10: Superficie cultivada de calabacín en Canarias desde el año 2008, hasta el año 2016 (ISTAC, 2019).

En la **Gráfica 10**, se puede ver la evolución histórica de la superficie en hectáreas del calabacín (*Cucurbita pepo* L.), desde el año 2008, hasta el año 2016.

En todo este conjunto de gráficas, se puede observar que las islas de Tenerife y Gran Canaria son predominantes en cuanto a superficie cultivada, mientras que en las islas restantes, la producción es prácticamente inexistente, conformando la producción total o casi total a nivel provincial.

SUPERFICIE CULTIVADA DE CALABACÍN EN CANARIAS (2016)



Gráfica 11: Superficie cultivada de calabacín en Canarias en el año 2016 (ISTAC, 2019).

Si se habla de datos específicos, en el año 2016, Tenerife ha tenido una superficie cultivada bajo cultivo protegido de unas 160'7 ha., seguida de Gran Canaria con 53'9 hectáreas, Lanzarote, La Palma y el Hierro, con superficies de 2'1, 1'2 y 0'3 hectáreas respectivamente. Estas superficies se han mantenido más o menos constantes en el periodo analizado, véase **Gráfica 11**.



3.2 Taxonomía y morfología



3.2.1 Taxonomía

El calabacín (*Cucurbita pepo* L.), presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Dilleniidae*

Orden: *Cucurbitales*

Familia: *Cucurbitaceae*

Subfamilia: *Cucurbitoideae*

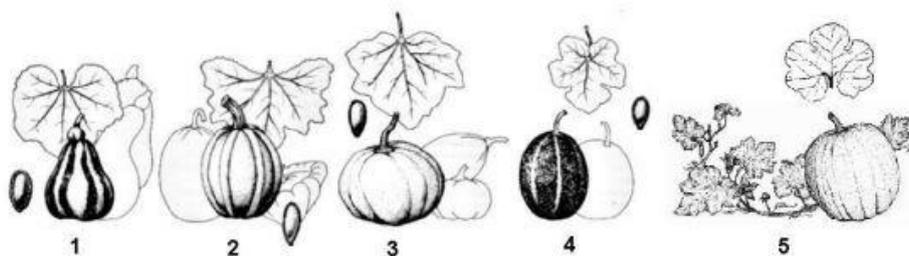
Género: *Cucurbita*

Especie: *Cucurbita pepo*

Lira Saade, R y Rodríguez Arévalo I. (2006) postulan que la familia *Cucurbitaceae* incluye alrededor de 118 géneros y 825 especies en todo el Mundo.

También señalar que, el género *Cucurbita* cuenta con aproximadamente 27 especies, 22 de ellas silvestres, y otras 5 cultivadas, entre las que se incluyen *C. pepo* L., *C. argyrosperma* Huber., *C. moschata* Duch. ex Poir., *C. ficifolia* Bouché y *C. máxima* Duch. ex Lam.

Ilustración 3: Especies cultivadas del género *Cucurbita*.



Cucurbita: 1. *C. argyrosperma*; 2. *C. pepo*; 3. *C. moschata*; 4. *C. ficifolia* y 5. *C. maxima* (Elab. propia a partir de HERÁNDO BERMEJO y LEÓN, 1994).

Fuente: Bermejo y León, 1994.

3.2.2 Morfología

3.2.2.1 Morfología de la familia



Ilustración 4: Planta de calabacín (Pinterest, 2019).

Lira, R. y Rodríguez, (2006), las describe como plantas rastreras o trepadoras, anuales o perennes, monoicas o dioicas; tallos herbáceos y delgados a muy engrosados y de aspecto leñoso, generalmente ramificados, angulosos, surcados, ocasionalmente rollizos.

Las hojas presentan disposición alterna, son pecioladas, en forma de láminas ovado-cordadas a sub-orbiculares, ocasionalmente reniformes, triangulares, sagitadas o hastadas, simples y enteras a diversamente divididas. Algunas veces folioladas, glabras a variadamente indumentadas, frecuentemente pubescente-escabrosas, principalmente en el haz (rara vez en ambas superficies), y se caracterizan por la presencia de abundantes tricomas cónicos, rígidos y de base multicelular, así como zarcillos laterales con respecto al pecíolo, simples o con un variado número de ramas, algunas veces rudimentarios.

Sus flores unisexuales o rara vez las pistiladas bisexuales, pueden ser axilares, solitarias o dispuestas en fascículos, racimos, panículas, glomérulos o inflorescencias umbeloides, con perianto pentámero, algunas veces reducido a tetrámero o trimero u ocasionalmente con mayor número de partes. El receptáculo o hipantio es campanulado, urceolado, cupuliforme, cilíndrico o infundibuliforme.

Los lóbulos o sépalos triangulares, denticulares, ovado-elípticos, lanceolados, subulados o espatulados, con una corola que se inserta en el limbo del receptáculo, generalmente es campanulada, gamopétala, dividida casi hasta a la base o hasta más o menos la mitad de su longitud total. Normalmente presenta simetría actinomorfa, rara vez ligeramente zigomorfa, de color blanco, amarillo, verdoso, blanco-verdoso, amarillo-verdoso u ocre-verdoso, ocasionalmente anaranjado brillante, rosa o rojo.

Los frutos son de tipo baya, pepo, anfisarca o rara vez capsulares o samaroides, indehiscentes o dehiscentes, glabros e inermes a diversamente indumentados y/o armados. Con un mesocarpo carnoso, jugoso, fibroso-reticulado a seco y muy reducido o algunas veces cartilaginoso a leñoso, formando cámaras o celdas que contienen las semillas; semillas una o muchas, en posición horizontal, ascendente o pendular, usualmente inmersas en el mesocarpo, algunas veces envueltas por una estructura de tipo arilo, comprimidas a tumescentes, con o sin bordes diferenciados en color y textura del centro de la semilla, algunas veces angostamente aladas, y una testa generalmente rígida, lisa o diversamente ornamentada.

3.2.2.2 Morfología del género

Las plantas silvestres y domesticadas de *Cucurbita* son plantas anuales o perennes, monoicas, rastreras a trepadoras, siendo también subarborescentes en algunos cultivares comerciales (Lira, 2006).

Sus flores son gamopétalas con corolas tubular-campanuladas y muy vistosas, de color amarillo pálido a amarillo-anaranjado brillante. Las flores de ambos sexos son solitarias. Las masculinas o estaminadas tienen estambres estructurados a manera de una columna, con filamentos libres o más o menos coherentes y anteras soldadas formando una estructura cilíndrica o angostamente piramidal, mientras que las flores femeninas o pistiladas tienen ovario ínfero con numerosos óvulos en posición horizontal, estilos fusionados casi en toda su longitud o sólo cortamente libres en el ápice, estigmas grandes, carnosos y más o menos hendidos o lobulados y se observan ligeras modificaciones en cuanto a la estructura del perianto respecto de las estaminadas, principalmente correspondientes a diferencias de tamaño de alguna o algunas de sus partes.

Las flores de *Cucurbita* abren muy temprano por la mañana y son polinizadas por especies de abejas.

Los frutos son del tipo pepo y en las plantas domesticadas se producen en una gran diversidad de formas, tamaños, colores, tipos de superficies etc., mientras que en las plantas silvestres son relativamente uniformes en cuanto a su forma (globosos, ovoides o raramente piriformes), superficie (generalmente

lisa o sin ornamentaciones), coloración (blancos, amarillentos o verdes con o sin manchas y/o franjas) y de tamaño comparativamente pequeño.

Todas las especies de *Cucurbita* tienen 20 pares de cromosomas y se ha propuesto que el género es un antiguo tetraploide (Lira, 2006).

3.2.2.3 Morfología de la especie

El sistema radicular de *Cucurbita pepo* L. está formado por una raíz principal, axonomorfa, de grandes dimensiones en relación con el tamaño de las raíces secundarias cuyos primordios se distribuyen, además, por la superficie de los entrenudos, pudiendo ser adventicias si el tallo descansa en contacto con el suelo humedecido. Su crecimiento es rápido y de amplio desarrollo. Todo este sistema es más extenso y profundo cuando se practica el cultivo con siembra directa. Este es poco profundo, desarrollándose principalmente en el horizonte más superficial del suelo en 1 m de profundidad (López, 2017).

El tallo principal tiene un crecimiento determinado, alcanzando alrededor de 1 m de longitud dependiendo de la variedad. Este tallo se desarrolla a partir del de la plántula, ramificándose en otras especies, pero no en este caso, aunque si se suprime el meristemo terminal se suele dividir. Es relativamente corto, sinuoso y grueso, de sección casi cilíndrica y cuya superficie está cubierta de formaciones pilosas, que lo hacen áspero al tacto, se sustenta el conjunto de los restantes órganos de la planta como hojas, flores y zarcillos, que se distribuyen por los distintos entrenudos cortos que tiene. Los zarcillos crecen próximos al pedúnculo floral alcanzando entre 10 y 20 cm, y apareciendo en número variable.

Por otro lado, en el tallo se insertan las hojas, que son grandes, palmeadas y con el borde aserrado, véase **Foto 1**, las cuales



Foto 1: Hoja de calabacín

presentan el haz glabro y el envés de tacto irritante provocado por celdas pilosas cortas y agudas que se distribuyen abundantemente a lo largo de las nerviaciones que recorren el limbo; dichas nerviaciones, una por cada lóbulo de

la hoja, se ramifican en la proximidad de cada uno de ellos. Los pecíolos son largos, huecos y también recubiertos de vellosidades irritantes al tacto. Su color, que oscila del verde claro al verde oscuro, a veces se ve matizado por manchas blanquecinas (López, 2017).



Foto 2: Flor femenina (izquierda) y masculina (derecha) de *Cucurbita pepo* L.

Las flores son monoicas, se abren y cierran a diario, y las masculinas presentan, un pedúnculo largo y delgado que puede llegar a los 40 cm, mientras que las femeninas, grueso y corto. Las primeras son de mayor tamaño. Ambas son solitarias, atractivas y acampanadas, individuales y axilares, con coloraciones que van del amarillo al naranja. Con cáliz zigomorfo, dotado de 5 sépalos verdes y

agudos. La corola, actinomorfa, está formada por 5 pétalos. El ovario es ínfero y tricarpelar, trilobular y alargado. Los tres estilos que poseen aparecen soldados por su base, siendo independientes a la altura de la unión con el estigma. Las flores masculinas muestran 3 estambres soldados. El pedúnculo floral es de sección poligonal, más bien pentagonal, siendo su diámetro inferior al transversal del fruto, véase **Foto 2**.

Su fruto es una baya, en forma de pepónide carnosos, sin cavidad central, unilocular, normalmente alargado y cilíndrico, y algo mazudo en su extremo apical, tiene la epidermis lisa y muy delicada. Su color puede ser verde, en diversos tonos (blanco, amarillo, jaspeado, reticulado, etc.). Algunos cultivares pueden ofrecer formas distintas (redondas, achatadas y verrugosas), son los llamados «patisson», que pertenecen a la forma botánica *clipeiformis* Bailey.



Foto 3: Fruto con forma redonda.

Es de recolección inmadura para su comercialización y consumo, para evitar el endurecimiento de su epicarpio, la presencia de bastantes semillas y que adquieran gran tamaño. Véase **Foto 3**.

Las semillas son ovales y alargadas, con más de 1 cm de longitud y un extremo agudo, son lisas y con un borde asurcado que recorre todo su perímetro y de color blanco marfileño. Véase **Foto 4**.



Foto 4: Semillas de *Cucurbita pepo* L.



3.3 Fisiología



3.3.1 Fisiología del crecimiento vegetativo



Foto 5: Proceso germinativo de las semillas (Pinterest, 2019).

Las características del crecimiento de las plantas es un proceso común. En las primeras etapas de desarrollo de la plántula joven, mediante procesos de mitosis y citocinesis, procesos de división nuclear y celular respectivamente, se crean células nuevas. La sucesión continuada de procesos de división y creación de nuevas células, originan el inicio del crecimiento vegetativo de la misma. Véase **Foto 5**.

Si bien es cierto, que este crecimiento de la planta se limita a zonas que contienen células recientes producidas por división celular en un meristemo, tejidos jóvenes en los que se producen estos procesos de división. Éstos se encuentran en la punta de las raíces y tallos o ápices, aunque bien es cierto, que existen otras zonas meristemáticas en el cambium vascular y justo por encima de los nudos de las plantas monocotiledóneas. Los meristemas apicales de raíz y tallo se forman durante el desarrollo embrionario en el proceso de formación de la semilla, recibiendo el nombre de meristemas primarios, a diferencia del cambium vascular que se forma tras la germinación, adquiriendo la connotación de meristemas secundarios (Salisbury y Ross, 1978).

La estructura vegetal del calabacín (*Cucurbita pepo* L.) tiene un crecimiento determinado, es decir, crece hasta cierto tamaño y entonces se detiene. Lo que sucede es que los procesos de división celular nombrados anteriormente, se van reduciendo, parando el crecimiento de la misma, y determinando el fin de su desarrollo y posterior muerte.

También es importante nombrar en este apartado, la gran importancia que tienen las auxinas y las giberelinas como hormonas vegetales implicadas en el proceso fisiológico del crecimiento, siendo el principal efecto de las auxinas la elongación de las células, debido principalmente a que la pared celular se hace más plástica. Son sintetizadas en los ápices meristemáticos y en menor cantidad en las raíces. La auxina principal sintetizada de forma natural por las plantas es el ácido indolacético (AIA). Por otro lado, las giberelinas se conciben como fitohormonas responsables de la división celular

y la elongación del tallo y de otros tejidos. Éstas son sintetizadas en principalmente en órganos meristemáticos y en tejidos de desarrollo en forma de ácido giberélico (GA3).

Otras funciones asociadas a estas hormonas no relacionadas con el crecimiento vegetativo, pero asociadas a procesos fisiológicos pueden ser, entre otras:

- Geotropismo
- Fototropismo
- Regulación de la abscisión
- Cuajado de frutos
- Germinación de las semillas
- Expresión del sexo
- Inducción a la floración

3.3.2 Comportamiento floral

Las especies cultivadas de la familia de las cucurbitáceas, como el pepino, sandía y calabacín, son monoicas, con flores unisexuales femeninas y masculinas en el mismo pie de planta. Se desarrollan en las axilas de las hojas tanto en el tallo principal como en los secundarios (Rudich, 1990).

Los dos tipos de yemas florales tienen, en un estado de desarrollo temprano, tanto primordios estaminales como carpelares, que aparecen igualmente desarrollados a vista de microscopio. Dichas yemas son de hecho bisexuales morfológicamente (Atsmon and Galum, 1960; Perl-Treves, 1999, citados por Rudich, 1990). Lo que ocurre es que, a partir de las yemas en un principio hermafroditas, finalmente se desarrollan unas u otras flores: las flores masculinas, como resultado de la inhibición de los primordios carpelares, y desarrollo de los estambres; y las flores femeninas se forman cuando los primordios estaminales quedan anegados y los carpelos sí llegan a diferenciarse. De hecho, el pistilo, o carpelo rudimentario y el nectario derivado de él, siguen presentes en las flores masculinas maduras; e igualmente, estambres vestigiales siguen presentes en las flores maduras femeninas. No hay evidencias de que se trate de una muerte celular programada, lo que parece ocurrir es que el primordio que finalmente no se desarrolla, simplemente

para de crecer hacia una diferenciación sexual concreta de la yema (Perl-Treves, 1999, citado por Rudich, 1990).

Las flores masculinas se desarrollan al final de tallos delgados y tienen tres anteras, mientras que las flores femeninas se desarrollan al final de pedúnculos cortos, tienen un estilo de gran espesor, un estigma de dos lóbulos; un ovario hinchado que se produce en la base de la corola y se divide en secciones de 3-5. Las flores masculinas producen el néctar para atraer a las abejas. Los granos de polen son grandes y están bien adaptados para el transporte por los insectos. Las flores femeninas se abren por la mañana temprano y se cierran al mediodía de ese mismo día, para nunca volver a abrir (Nepi and Pacini, 1993, citados por Rudich, 1990).

En *C. pepo* L., no se conocen variedades con otro tipo sexual que no sea monoico. A lo largo del desarrollo de una planta de calabacín se pueden distinguir tres fases de desarrollo sexual (Peñaranda et al. 2007), citados por Rudich, 1990). Una primera fase de desarrollo durante la cual las plantas sólo produce flores masculinas, que engloba los primeros 4-8 nudos. Tras esta fase comienza el periodo productivo, fase que se caracteriza por una alternancia de flores masculinas y femeninas en proporciones variables, y por último una fase femenina. Aunque esta última fase de producción únicamente de flores femeninas, sólo se da en ciertas variedades y condiciones de crecimiento (Peñaranda et al. 2007; Manzano, 2009, citados por Rudich, 1990). Véase **Ilustración 5**.

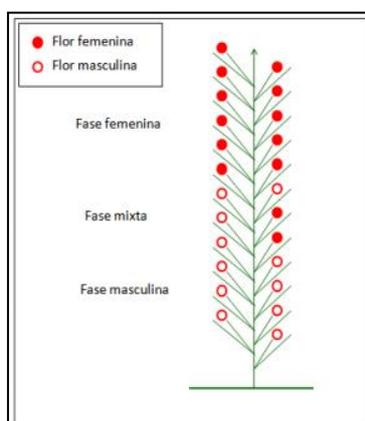


Ilustración 5: Diagrama de una planta monoica de calabacín mostrando la disposición de flores masculinas y femeninas en el tallo principal (Peñaranda et al. 2007).

La relación de flores masculinas y flores femeninas cambia gradualmente durante la ontogenia en una dirección que es típica para cada especie (Nayar y More, 1998, citados por Rudich, 1990). Cuanto antes manifieste la planta la primera flor femenina, es decir, cuanto más bajo este el primer nudo en el que aparece en el tallo principal una flor femenina, más fuerte es su tendencia femenina (Perl-Treves, 1999, citado por Rudich, 1990) además determina la precocidad del cultivo.

La determinación sexual de las flores individuales de calabacín, al igual que en otras especies de la familia *Cucurbitaceae*, está regulada por una combinación de factores genéticos, hormonales y ambientales (Robinson y Decker-Walter, 1997; Payán et al. 2006, citados por Rudich, 1990).

Se ha descrito muchos genes que afectan a la expresión sexual en cucurbitáceas. Tales genes pueden cambiar el destino de yemas específicas, o afectar a la sucesión de las fases sexuales a lo largo del brote (Perl-Treves, 1999, citado por Rudich, 1990).

3.3.2.1 Factores genéticos responsables de la determinación sexual

En las especies de la familia *Cucurbitaceae*, la determinación del sexo está regulada por un número variable de loci no ligados (Dellaporta and Calderon-Urrea, 1993; Grant et al. 1994, citados por Rudich, 1990). Se sabe que en pepino (*Cucumis sativus* L.) y melón (*Cucumis melo* L.), la expresión sexual está controlada por tres genes mayores independientes, explicando, la combinación concreta de los mismos, los principales fenotipos sexuales encontrados en estas dos especies (Galun, 1962; Kubicki, 1969; Kenigsbuch and Cohen, 1990; Pierce y Wehner, 1990; Rudich, 1990; Perl-Treves, 1999, citados por Rudich, 1990).

Puesto que todas las variedades de calabacín son monoicas, se desconocen el número de loci implicados en la determinación del sexo de esta especie. No obstante, al igual que en pepino y melón, las hormonas, y especialmente el etileno, juegan un papel importante en el control de la determinación sexual. Se ha demostrado que las diferencias en la expresión sexual entre las dos líneas contrastantes *Bog* y *Veg*, se debe a la disminución

en la sensibilidad a etileno en la línea Veg, que viene controlada por un único gen recesivo (Manzano et al. 2010, citado por Rudich, 1990).

3.3.2.2 Factores hormonales responsables de la determinación sexual

Los factores hormonales son los principales determinantes de la expresión sexual en las especies Cucurbitáceas. Las hormonas juegan un papel esencial en el control de la expresión sexual del calabacín (*Cucurbita pepo* L.) y otras cucurbitáceas, muy especialmente el etileno (Rudich et al. 1990).

Los tratamientos con giberelinas o inhibidores de giberelinas promovieron la producción de flores masculinas o femeninas, respectivamente (Wien, 1997, citado por Rudich, 1990).

La aplicación de auxinas y brasinosteroides induce el desarrollo de carpelos e incrementa la producción de flores femeninas por planta, aunque su función en la expresión sexual podría estar mediada por etileno (Trebish et al. 1987, citados por Rudich, 1990).

El etileno es la hormona clave para la regulación en la determinación del sexo en Cucurbitáceas. La aplicación exógena de etileno provoca feminización en el pepino, el melón y el calabacín (McMurray y Miller, 1968; Robinson et al. 1969; Karchi, 1970; Owens et al. 1980; Manzano et al. 2011, citados por Rudich, 1990), mientras que la aplicación de inhibidores de etileno aumenta el número de flores hermafroditas o masculinas en líneas ginoicas y monoicas de pepino, respectivamente (Byers et al. 1972b; Owens et al. 1980, citados por Rudich, 1990).

El nivel de etileno endógeno también se correlaciona con la expresión sexual en el género *Cucumis*. Por lo tanto, la producción de etileno en plántulas es 2-3 veces mayor en ginoicas que en líneas monoicas de pepino (Rudich et al. 1972).

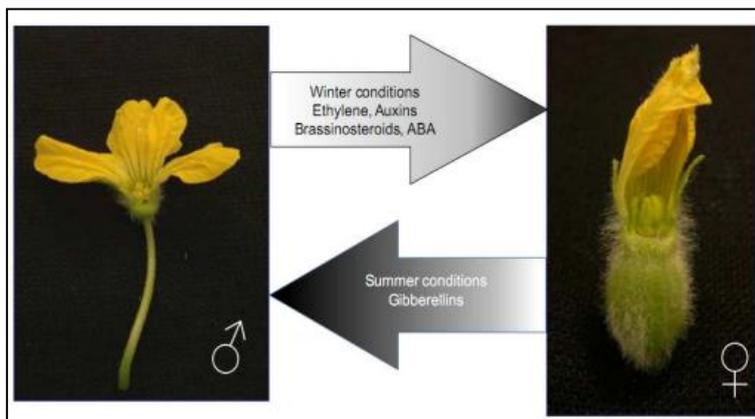


Ilustración 6: Factores ambientales y hormonales que regulan la determinación del sexo y la expresión sexual en las Cucurbitáceas (Martínez, 2013).

No sólo los niveles de etileno en calabacín son los que influyen en la determinación sexual, sino que la sensibilidad a dicha hormona es esencial para inducir la floración femenina en esta cucurbitácea (Manzano et al. 2010; Manzano et al. 2013; Martínez et al. 2013, citados por Rudich, 1990). Véase **Ilustración 6**.

Estudios hechos para intentar explicar la diferente sensibilidad al etileno y brasinosteroides de diferentes fenotipos de calabacín, frente al control de la expresión sexual y desarrollo floral, han demostrado que los efectos de estas dos hormonas dependen efectivamente de la producción y sensibilidad de cada genotipo al etileno (Manzano et al. 2011, citado por Rudich, 1990).

3.3.2.3 Factores ambientales responsables de la determinación sexual

En todas las especies de Cucurbitáceas, la expresión sexual está modificada por factores ambientales como el fotoperiodo, la intensidad luminosa y la temperatura. En los cultivares monoicos de calabacín (*Cucurbita pepo* L.), las condiciones de invierno tales como días cortos y temperaturas nocturnas bajas, favorecen la feminización de plantas. Por el contrario, las condiciones de día largo y temperaturas altas del verano favorecen la masculinización (Atsmon y Galun, 1962; Peñaranda et al. 2007, citados por Rudich, 1990). En *C. pepo*, las temperaturas bajas pueden llegar a inhibir el desarrollo de flores masculinas después de la diferenciación de los primordios, lo que conlleva una floración femenina precoz, así como a un aumento en el

número de flores femeninas por planta (Wien, 1997; Wien et al. 2004, citados por Rudich, 1990); mientras que altas temperaturas de crecimiento inducen una transformación parcial de flores femeninas en hermafroditas, así como un aumento en la producción de flores femeninas por planta (Gómez et al. 2004; Peñaranda et al. 2007, citados por Rudich, 1990).

3.3.3 Polinización y cuajado del fruto.

Las flores de calabacín, y las de otras cucurbitáceas como el pepino, melón y la sandía, abren muy temprano en la mañana, momento en el que están listas para ser polinizadas, completándose el proceso normalmente por la tarde (Robinson y Decker- Walters, 1999 citados por Rudich, 1990). Para la polinización y el posterior cuajado del fruto es necesario la presencia de polinizadores, ya que el cultivo de *C. pepo* al ser una planta entomófila de polinización cruzada, es polinizada por abejas u otros insectos que se ven atraídos por el polen y el néctar de las flores masculinas (Reché, 1997). En Tenerife, la especie existente y principal polinizadora es *Apis mellífera*. El clima es determinante en la actividad polinizadora de la abeja. Los abejorros, *Bombus canariensis*, comparados con otros insectos polinizadores, como las abejas, son más efectivos. Los motivos son; su mayor tamaño, lo que permite tener un mejor contacto con el estigma y los estambres, además poder visitar un número mayor de plantas por vuelo, más flores por minuto (una media de 20-30). Además su actividad se ve menos influenciada por las condiciones climáticas, manteniendo su actividad incluso con temperaturas de 5°C y con baja intensidad de luz. También se han observado otros insectos como avispa y diversos coleópteros, pero su influencia es mínima. Véase **Foto 6**.

Al igual que en otras especies, en *C. pepo* los procesos de polinización y fertilización que preceden al cuajado requieren condiciones ambientales adecuadas. Por tanto, estos procesos se limitan por un número de factores, tales como la pérdida de humedad en el polen y la vida útil del tejido del carpelo. Sin embargo, uno de los principales problemas es la limitada oportunidad para que se realice la polinización, ya que las flores masculinas y femeninas abren temprano en la mañana y cierran después de sólo 6 horas. La viabilidad del polen de una flor masculina de reciente apertura es de

aproximadamente 92%, pero cae al 75 % en el tiempo de la flor se cierra esa misma mañana, y está a sólo 10 % en el día siguiente (Nepi y Pacini, 1993, citados por Rudich, 1990). Por lo tanto, las flores femeninas deben polinizarse con el polen de las flores masculinas que han abierto ese mismo día, ya que es cuando más viabilidad tiene el polen.

Las condiciones de invierno inducen la feminidad (Peñaranda et al. 2007, citados por Rudich, 1990), reduciendo el número de flores masculinas y con ello limitando la polinización. En el cultivo en invernadero de *C. pepo* morfotipo Zucchini durante el invierno, cuando la producción de flores masculinas y la actividad de los polinizadores se reducen, se recurre a la aplicación de tratamientos hormonales siendo el único método utilizado en la actualidad para mejorar la fructificación. Sin embargo, la partenocarpia se presenta en ciertos cultivares de *C. pepo* cuando son cultivados bajo condiciones de baja temperatura. La partenocarpia puede ser la mejor solución para este tipo de cultivos (Nitsch et al. 1952; Globerson, 1971; Rylski, 1974a; Robinson and Reiners, 1999, citados por Rudich, 1990).

La antesis es un término utilizado para designar el momento de expansión completa de la flor, desde el desarrollo del estigma receptivo, a la fecundación. Este fenómeno ocurre en *C. pepo* aproximadamente de 5 a 6 de la mañana en verano y un poco más tarde en invierno, manteniéndose este estadio fenológico de 5 a 6 horas. En días fríos las flores femeninas abren antes que las masculinas, mientras que, al parecer, las condiciones de altas temperaturas y baja luminosidad, tienen efecto opuesto (Wien, 1997, citado por Rudich, 1990). Es entonces en antesis, cuando puede producirse la polinización de las flores, teniendo en cuenta que han de darse las condiciones adecuadas para ello. Lo cual implica que tanto las flores masculinas como las femeninas, deben permanecer abiertas simultáneamente (Rylski y Aloni, 1990, citados por Rudich, 1990).

La polinización comprende la apertura de las anteras, de los estambres, la salida de los granos de polen y su traslado hasta el pistilo. O sea, la polinización en *C. pepo* consiste en la transferencia del polen desde la antera (flor masculina) al estigma (flor femenina). Por lo que la transferencia mecánica del polen es esencial para el cuaje del fruto. Al entrar en contacto, el polen se adhiere al estigma, germinando.



Foto 6: Abejas efectuando el polinizado de *Cucurbita pepo* L. (Flickr, 2019).

El tubo polínico crecerá en dirección al ovario, el gameto masculino se unirá al gameto femenino a través del tubo polínico, formando el cigoto; de esta forma se permite el desarrollo del fruto que protegerá a las semillas.

La exina (capa externa del grano de polen) se abre, y la célula vegetativa del tubo polínico inicia la formación de éste alargando progresivamente la intina (capa interna). El tubo polínico crece a lo largo del estilo, a través de sus tejidos de los que se nutre, hasta alcanzar el micrópilo de los primordios seminales. El modelo de distribución del polen sobre el estigma no tiene importancia en las cucurbitáceas sobre la producción de frutos de semillas fertilizadas, por lo tanto los tubos de polen pueden viajar lateralmente en el estilo u ovario hasta cierto punto (Hayase, 1953; Cady and Wien, 1994, citados por Rudich, 1990). A continuación se abre y libera sus dos células espermáticas; una penetra hasta la ovocélula, fusionándose sus protoplastos (plasmogamia) y sus núcleos (cariogamia), y la otra se fusiona con el núcleo secundario del saco embrionario. Se origina así el cigoto diploide en la ovocélula y un núcleo endospermico triploide en el saco embrionario.

El fin de la polinización es la formación de semillas y frutos. Los frutos nos indican si la polinización ha sido adecuada. Un fruto simétrico, de buen peso, bien desarrollado y buen color, es indicador de que la polinización ha sido buena.

3.3.4 Crecimiento del fruto

El fruto es un órgano altamente especializado con una doble función: la protección y dispersión de semillas (Roeder and Yanofsky, 2005; Ferrándiz et al. 1999, citados por Rudich, 1990). Debido a este importante papel, su evolución ha dado lugar a una variedad de frutos en las angiospermas y los frutos de *C. pepo* son un ejemplo de ello. Esta especie de frutos se compone de tres capas. El pericarpio externo es muy delgado, y su color depende de la morfotipo del cultivar. Las dos capas internas, el mesocarpio y el endocarpio, son de color blanco en calabacín, pero podría ser de color dependiendo del contenido de carotenoides (Loy, 2012, citado por Rudich, 1990).

En la fecundación de la ovocélula y la transformación posterior de los primordios seminales en semillas se produce paralelamente cambios en el ovario hasta su madurez, dando lugar a un fruto (carpo) en el que el ovario se encuentra desarrollado y maduro. La principal misión es la protección y dispersión de sus semillas. Cuando el ovario es ínfero como ocurre en esta especie, no sólo el ovario participa en la formación del fruto sino que suele haber otras estructuras florales implicadas.

Para que se produzca el cuajado, son necesarios tres prerequisites: en primer lugar, la existencia de yemas florales maduras, bien formadas y nutridas; en segundo lugar, un régimen de temperaturas durante la antesis e inmediatamente después que asegure una buena polinización, el desarrollo del tubo polínico y la fecundación, o que sea compatible con la partenocarpia; y en tercer lugar, un aporte adecuado de fotoasimilados cuando el ovario inicie el desarrollo. Aquellos frutos en los que alguno de estos factores no sea satisfecho, presentan un cuajado deficiente y el fruto no alcanzará un grado de desarrollo óptimo. Cuando los tres requisitos se cumplen, el fruto seguirá el patrón de crecimiento tipo de la especie.

En general es posible separar el desarrollo del fruto de *C. pepo* en tres fases: división celular, expansión celular y cese del crecimiento (Guevara et al. 2002, citados por Rudich, 1990):

1º Fase o división celular: La polinización del óvulo da inicio a una fase de alta división celular en el fruto, lo que se caracteriza, además, por una elevada tasa respiratoria. El tamaño final del fruto depende, en gran parte, del

número de divisiones celulares que ocurren en el fruto en desarrollo, después de la fertilización.

2º Fase o elongación: Una vez concluida la fase de división celular se observa en los frutos un rápido aumento del volumen celular, producto de la expansión de las células. En muchas semillas, el embrión pasa de un estado globular a uno con simetría bilateral, con cotiledones bien desarrollados, y la presencia de un eje tallo-raíz (Gillaspy et al. 1993, citado por Rudich, 1990).

3º Fase o cese del crecimiento: Durante las dos fases anteriores, la mayor parte de las sustancias translocadas hacia el fruto han sido destinadas al crecimiento del mismo. Con el cese del crecimiento, en la mayoría de los frutos se inicia el llenado del mismo y de las semillas. En el caso específico de estas últimas, los metabolitos translocados son mayoritariamente acumulados y almacenados para servir de reserva energética que sería empleada durante la germinación; mientras que en el caso del fruto, muchas de estas sustancias serán hidrolizadas en la etapa final de la maduración.

Además el patrón de crecimiento del fruto de *C. pepo* está caracterizado por una fase inicial lineal de tipo logarítmica, seguida de una disminución en el índice de crecimiento de forma gradual. Una comparación de cultivares que comprendía un tamaño de fruto entre 40 y 70 cm³ mostró que los índices de crecimiento del fruto variaron poco, pero que los frutos más grandes tenían duraciones de crecimiento más largas (Wien, 1997, citado por Rudich, 1990).

El tamaño de los frutos también depende directamente del número de frutos producidos por la planta, ya que ésta debe repartir sus minerales y productos fotosintetizados entre todos sus frutos. Los trabajos realizados mostraron que los frutos de pepino partenocárpico cultivados en invernadero tenían índices de crecimiento de frutos tres veces más altos cuando el número de frutos por planta no era superior a cinco de forma simultánea.

El desarrollo del fruto después de la polinización y la fertilización se desencadena por la acción coordinada de las hormonas de crecimiento previstas y / o regulados por los granos de polen, tubos de polen y semillas en desarrollo (Gillaspy et al. 1993, citados por Rudich, 1990).

Después de la polinización y fertilización, el cuajado y desarrollo del fruto depende de la división celular y la expansión impulsada por hormonas como giberelinas (GAs), auxinas y citoquininas (Fu et al. 2008; Pandolfini et al. 2007, citados por Rudich, 1990). La auxina es el factor determinante de la producción de frutos. Sin embargo, parecen estar estrechamente relacionados con las giberelinas, que es capaz de desencadenar el inicio del fruto sin cambios en los genes de señalización de auxina (De Jong et al. 2009; Sato et al. 1991, citados por Rudich, 1990). En la familia de las cucurbitáceas, cuajado y desarrollo dependen principalmente de las auxinas. La aplicación de auxinas induce el cuajado partenocárpico y el desarrollo en el pepino, aunque la aplicación de citoquininas también activa las divisiones celulares en los frutos, mientras que los brasinoesteroides aumenta el cuajado. En el calabacín también se muestra que las auxinas es la hormona más eficaz para inducir el desarrollo de frutos partenocárpicos (Ruan et al. 2012, citados por Rudich, 1990), y este regulador de crecimiento se aplica comúnmente para promover el cuajado y crecimiento de la producción en invernadero.

Auxinas y giberelinas participan de manera activa en la expansión celular. Durante la fase inicial de expansión se observan concentraciones endógenas altas de auxinas, mientras que durante la fase máxima de crecimiento de los frutos, cuando las auxinas decaen, los contenidos de giberelinas alcanzan sus máximos niveles. Se ha demostrado una relación entre estas dos sustancias, las auxinas estimulando la síntesis y el acumulo de giberelinas. Al final de la fase de expansión del fruto, cuando este ha alcanzado su tamaño final. Se observa un rápido crecimiento del embrión, debido principalmente a la expansión de sus células (Guevara et al. 2002, citados por Rudich, 1990).

De una forma más específica, se ha demostrado que los tratamientos con auxinas en *Cucurbita pepo* L. origina partenocarpia o producción de frutos sin fertilización, además de promover la floración femenina, a diferencia de las giberelinas, que tienen efecto masculinizaste (Sanz, 1995, citado por Rudich, 1990).

3.4 Material vegetal



Existen diferentes clasificaciones botánicas de la especie *Cucurbita pepo* L., en las que se diferencian distintas variedades botánicas. La más conocida es la de Alef, que distingue las siguientes (Maroto, 2002):

- *Citrullina*
- *Clypeata* = clypeiformis, según Bailey (cvs. patisson)
- *Giromontia*
- *Medullosa*
- *Ovifera* (cvs. ornamentales)
- *Melopepo* = condensa, según Bailey, (calabacín normal)
- *Piriformis*

A esta clasificación se le puede añadir la var. *verrucosa*, según Voss.

Además, la gran diversidad de formas y tamaños, no solo relativo al fruto, que presenta esta familia, es inmensa. Para solventar dicha problemática se establece una clasificación generalizada que se resume en ocho variedades botánicas o morfotipos comestibles diferentes de *C. pepo* clasificadas a su vez en función de la morfología de sus frutos y confirmado por análisis con marcadores moleculares (París, 1989; Paris et al. 2003; París and Janick, 2005, citados por Maroto, 2002). Estas ocho variedades son:

Pumpkin, Vegetable Marrow, Cocozelle y Zucchini, pertenecientes a *C. pepo* spp. *pepo*; y Scallop, Arcorn, Crookneck y Straightneck de la subespecie *ovifera*.

- **Acorn** (*C. pepo* L. var. *turbinata* París): Son plantas tanto arbustivas como rastreras, con frutos ovoides o cónicos, agudos en el ápice y longitudinalmente costadoacanalados, con 10 surcos profundos. La epidermis es suave, por lo que sus frutos pueden ser consumidos en estado maduro.
- **Cocozelle** (*C. pepo* L. var. *Longa* Paris): Son largos y bulbosos en el extremo distal, con un ratio longitud/anchura superior a 3,5.
- **Crookneck** (*C. pepo* L. var. *torticollia* Alefeld): Es una planta de crecimiento arbustivo, con frutos de color amarillo, dorado o blanco, claviforme y curvado en el extremo apical, generalmente de cáscara

verrugosa. Se consumen inmaduros puesto que la epidermis y la pulpa se endurece en la madurez.

- **Pumpkin** (*C. pepo* L. var. *pepo* Bailey): es una planta anual, herbácea, vivaz, de tallos flexibles y trepadores. Tiene hojas de gran tamaño y con abundante vellosidades en hojas y tallos. Las flores son amarillas, monoicas. El fruto es una baya llamada pepónide; presenta polimorfismo. La pulpa es de color amarillo-anaranjado, densa, de textura firme y de sabor dulce. Contiene en su interior numerosas semillas ovales, lisas, de 2 a 3 cm de largo, las cuales a su vez contienen una pulpa blanca y comestible.
- **Scallop** (*C. pepo* L. var. *clypeata* Alefeld): Sus frutos son aplastados, lignificados, generalmente discoidales y con márgenes festoneados. Actualmente, los colores amarillos son preferidos a los blancos o verdes pálidos y se consumen en estado inmaduro.
- **Straightneck** (*C. pepo* L. var. *recticollis* Paris): Se caracteriza por tener frutos cilíndricos, amarillentos, verrugosos y ensanchados en el extremo distal, con un cuello corto y estrecho en el extremo peduncular.
- **Vegetable Marrow** (*C. pepo* L. var. *fastigata* Paris): Posee hábito tanto rastrero como subarbustivo y frutos cortamente cilíndricos, con la epidermis lisa, endurecida y engrosada al madurar y de color variable desde crema hasta verde oscuro. Es muy común en Oriente Medio y en el Norte de África.
- **Zucchini** (*C. pepo* L. var. *cilíndrica* Paris): Es el grupo de cultivares comerciales más común en la actualidad. Es una planta herbácea anual y rastrera que puede llegar a los 10 m de longitud. Sus tallos son acanalados y de aspecto áspero y sarmentoso, hojas pubescentes, lobuladas y acorazonadas. Las flores son grandes, amarillas y unisexuales que dan lugar a frutos oblongos, que varían mucho en tamaño según la variedad. La epidermis del fruto es lisa y dura, además varía en color. Las variedades que se siembran en mayo o junio son de

piel verdi-blanca, mientras que las sembradas en marzo son de piel oscura.

Entre los calabacines cultivados de forma más o menos cilíndrica podemos clasificar las variedades, en función del color de la corteza de los frutos, así (Maroto, 2002):

- **Frutos con corteza de color verde:** Largo Verde de mata compacta, Tarmino*, Diamante*, Princesa Negra*, Black Beauty, Black Jack*, Vert des Zenattas, Zucchini*, Aristocrat*, Hyzni, Cheffini*, Senator*, Elite*, Tala*, Magestic, Servane*, Maya*, Algina*, Calist*a, Dusk* Pueblo*, Presidente*, Zurco*, Napoli, Belor*, Giada*, Elira*, Samara*, Tamino*, Corsair*, Consul*, Prolific*, Dynamic*, Sofia*, Nijar*, Superba*.
- **Frutos de color amarillo:** Dixie (algo torcido), Seneca, Lemondrop, Sudance* (algo torcido), Goldbar*, Gold Slice*, Gold Rush*, Taxi*.
- **Frutos de color blanco:** Blanco precoz, Medular, Medio Largo Blanco aristado, Neu, Jedida*, Opal*, Virginia, White Bush*. Entre los cultivares aplastados o “patisson”, poco cultivados aun en España, pero con un cierto futuro con miras a la exportación, podemos citar:
 - **Scalopini***
 - **Benning's, Green, Tint, Scallop**, de color amarillento en su plena madurez.
 - **White Bush Scallop. Hybrid Patty Green Tint***, de color blanquecino en su plena madurez.

Un gran número de cultivares modernos de calabacín se han obtenido por hibridación, reuniendo esta condición aquellos en los que se ha sido colocado un *.

En el caso concreto de este ensayo, los tres cultivares utilizados serán ‘Satélite’, ‘Geode’ y ‘Redondo de Niza’.

Fenotípicamente hablando, son cultivares redondeados que pueden presentar una diferenciación más acentuada únicamente a nivel morfológico, atendiendo principalmente al fruto y a la hoja.

Fruto de los distintos cultivares del ensayo



'Redondo de Niza'



'Geode'



'Satélite'

Foto 7: Frutos de los cultivares del ensayo.

La diferencia característica entre los frutos es la intensidad de la coloración verde presente en éstos. Tal y como se ve en la **Foto 7** de la parte superior, los cultivares Redondo de Niza y Geode tienen unas tonalidades verdosas más suaves o menos intensas que 'Satélite', sirviendo como característica diferenciadora.

Hoja de los distintos cultivares del ensayo



'Redondo de Niza'



'Geode'



'Satélite'

Foto 8: Hojas de los cultivares del ensayo

Al observar las hojas, la coloración no es tan importante, pero sí el número de lóculos. Se puede observar que la hoja del cultivar Redondo de Niza, presenta unos lóculos con bordes fuertemente marcados en comparación a los otros dos.

Es importante señalar que, estos calabacines redondos se distinguen de variedades tradicionales de gran importancia local como los bubangos.

La primera diferencia es el tipo de crecimiento. Los calabacines tienen un crecimiento determinado frente al desarrollo indeterminado por parte de los bubangos, que tienen hábito de crecimiento rastrero.

A nivel de tamaño de frutos, el bubango tiende a producir frutos de mayor tamaño, que se ha ido reduciendo a lo largo de los años, mientras que el calabacín tiene frutos más pequeños que este primero.

En cuanto a forma del fruto, el calabacín produce frutos de forma redondeada, con respecto a la forma menos esférica del bubango.

Finalmente, el consumo de los calabacines se hace en tierno, mientras que el bubango admite un rango más amplio, pudiendo consumirse tierno, semicurado y curado (Panizo y Perdomo, 2017).

Esta distinción de variedades es importante tenerla en cuenta para orientar a los agricultores de Canarias que desean implantar uno u otro cultivo de cara a una producción determinada.



3.5 Exigencia en clima y suelo



3.5.1 Clima

3.5.1.1 Temperatura

Serrano Cermeño, Z. (1973) establece que el calabacín es una planta de clima cálido, menos exigente en calor que el melón y pepino, aunque aguanta mejor las temperaturas elevadas. Para germinar, la temperatura óptima está entre los 20° y 30°C; si las temperaturas son bajas, del orden de 10°C, la germinación es difícil. Con temperaturas por debajo de 8°C el calabacín no vegeta bien.

El desarrollo vegetativo del calabacín es muy rápido cuando la temperatura es alta y tiene humedad suficiente en el ambiente. La temperatura óptima de crecimiento está comprendida entre los 25° y 35°C. Con temperaturas inferiores a 0°C se hiela; si estas temperaturas bajas duran pocas horas y no afectan a la parte radicular, cuando las temperaturas se elevan la planta rebrota y se recupera inmediatamente. Véase **Tabla 5**.

Tabla 5: Temperaturas de desarrollo y paradas vegetativas de *Cucurbita pepo* L. (Serrano, 1973).

TEMPERATURAS CRITICAS DEL CALABACIN	
Se hiela a:	- 1° C.
Se detiene el crecimiento a:	8° C.
Germinación:	
— Mínimo:	10° C.
— Optimo:	20° a 30° C.
Desarrollo óptimo:	25° a 35° C.

Por otro lado, Reché Mármol, J. (1997) señala que la temperatura óptima del suelo para que la semilla pueda germinar en el transcurso de 2- 5 días está entre el intervalo de 20-25°C. Por debajo de estas temperaturas se dificulta la germinación, recurriéndose, en este caso, a macetas, bandejas, etc., con objeto de proporcionar a las semillas las condiciones climáticas apropiadas. Temperaturas del suelo por encima de los 40°C, o por debajo de los 15°C, puede afectar a la germinación.

Después de la germinación y emergencia de la planta, la temperatura ambiental durante la noche no debe bajar de 20°C, ni de los 25°C durante el día. La temperatura óptima para el desarrollo vegetativo está entre los 25 y

30°C. Con temperaturas por debajo de 10° C, es conveniente aportar calefacción; de lo contrario afecta al crecimiento de la planta, produciendo malformación en frutos. Es importante recordar que el calabacín es muy sensible a las bajas temperaturas. En cuanto a la floración, la temperatura óptima oscila alrededor de los 20° C durante la noche y los 25° C durante el día. Por debajo de 10° C, se produce caída de flores (Reché, 1997).

López, J. (2017) ratifica que *Cucurbita pepo* L. tiene exigencias en temperatura limitadas, tolerando mejor las bajadas térmicas que otras especies como *C. moschata* o *C. mixta*, aunque es muy sensible a las heladas, resistiendo mejor las altas temperaturas que otras cucurbitáceas cultivadas como melón, sandía y pepino. Su cero vegetativo se encuentra alrededor de 8°C.

Desde una perspectiva más fisiológica, para germinar la semilla se necesitan mínimos térmicos de 15°C, teniendo su nivel óptimo entre 25 y 35°C. En cuanto al crecimiento, se produce adecuadamente en ambientes que se encuentran entre 18 y 25°C. La floración es propiciada por temperaturas de 25°C durante el día y 20°C por la noche, lo que le hace un cultivo adecuado al aire libre durante casi todo el año en latitudes mediterráneas, a excepción del invierno e inicios de la primavera (López, 2017).

3.5.1.2 Luz

Se considera que el calabacín es una planta de día neutro y, por lo tanto, la duración del día no es muy importante en la floración. Debido a ello, puede cultivarse en cualquier época del año tanto al aire libre como en invernadero, si la temperatura lo permite (Reché 1997, Camacho 2002).

Éste tiene grandes exigencias lumínicas, por lo que su cultivo al aire libre es propio de regiones que gozan de esos gradientes, como es el caso del Sudeste Español. Los días largos y las temperaturas elevadas inducen una mayor aparición de flores masculinas y por el contrario los cortos y temperaturas bajas, la mayor presencia de flores femeninas. Por otro lado existe una relación de proporcionalidad entre la radiación recibida por la planta y su comportamiento productivo, habiendo de prever este aspecto para fijar la densidad de plantación según el ciclo de cultivo a realizar (López, 2017).

3.5.1.3 Humedad

Esta especie necesita una humedad relativa alta (Serrano, 1973). La humedad óptima para el cultivo de *Cucurbita pepo* L. en invernadero oscila entre el 65% y el 80%, valores muy próximos a los registrados en invernadero en primavera, pero por debajo de los porcentajes de humedad típicas del invierno, que con frecuencia están muy cerca del 90%. El calabacín es exigente en humedad relativa, aunque no tanto como el pepino (Reché, 1997).

Pese a esta necesidad de elevadas humedades relativas, es sensible a los encharcamientos tanto en la fase de germinación de las semillas en la siembra directa como en la de cultivo, por lo que debe cuidarse este aspecto en terrenos que percolen el agua con dificultad. También los períodos largos de humedad pueden entorpecer la polinización de las flores. Por el contrario, cuando no se cubren sus exigencias mínimas se avoca a problemas de desecación de tejidos, reducción del crecimiento de la planta y caída de flores, al no fecundarse adecuadamente (López, 2017).

Además, la problemática de la gran demanda de humedad, favorece el desarrollo de enfermedades fúngicas que pueden aquejar al cultivo, y que es sumamente importante su vigilancia.

3.5.2 Suelo

La especie se adapta con facilidad a todo tipo de terreno (Serrano, 1973), aunque se desarrolla mejor en los suelos de textura franca, ricos en materia orgánica, profundos, bien expuestos al sol, con buen drenaje y ricos en elementos fertilizantes. No le convienen los terrenos fuertes (arcillosos), fríos, húmedos y con predisposición a los encharcamientos ya que el exceso de humedad favorece las enfermedades de la raíz e incrementa las enfermedades transmitidas por el suelo. El calabacín (*Cucurbita pepo* L.) es medianamente tolerante a la salinidad del suelo y del agua de riego. Se adapta igualmente a terrenos con valores de pH entre 5 y 7, pero prefiere suelos algo ácidos, con valores medios entre 5,6-6,8 (Reché, 1997). Los suelos alcalinos pueden provocar algunos síntomas de carencias como una disminución y retraso en el crecimiento de la planta (Ruiz, 2001).



3.6 Siembra y plantación



3.6.1 Labores previas a la plantación

Según Reché (1997), si el terreno no ha estado en cultivo, se dan labores de roturación mediante las cuales se destruye y entierra la vegetación espontánea, procediendo después al abancalado y nivelación. Cada 3-4 años, si las dimensiones del invernadero lo permiten, se da una labor en profundidad (30-35 cm) con arado de vertedera, aprovechando para enterrar el abonado orgánico. Es conveniente también desinfectar el mismo tras la incorporación del estiércol.

Anualmente, y antes de la siembra o plantación, hay que realizar un par de labores:

- Pase de cultivador con una profundidad de 25-30 cm, que raja el suelo, abre el terreno y lo remueve, terminando con un pase de rotovator. En caso necesario se incorpora estiércol bien hecho.
- Desinfectar el terreno, si fuera necesario, y posteriormente airearlo.
- Incorporar 10 días antes de la siembra o plantación, con rotovátor, los abonos minerales mediante una labor superficial de 15- 20 cm que desmenuza el terreno, lo envuelve y lo allana.
- Nivelación del terreno y preparación de caballones o amelgas. Además, en riego a manta, es necesario construir los muretes o lomos alrededor de la parcela, así como canalillas y acequias para el riego. Las labores se suprimen cuando las plantas han cubierto todo el terreno. Por el contrario, en riego localizado, construir caballones o surcos es innecesario. Una vez que se ha nivelado el terreno, se procede al extendido de los ramales portagoteros o cintas de plástico poroso, según sea uno u otro sistema, y de acuerdo con el marco de plantación previsto (Reché, 1997).

También, con el fin de evitar la propagación de enfermedades o virosis, es indispensable la utilización de material vegetal sano, con garantía de semilleros o viveros, así como utilizar técnicas de prevención, como colación de trampas cromáticas, tratamientos fitosanitarios previos, y otras medidas preventivas que permitan el desarrollo pleno del cultivo.

3.6.2 Siembra

El proceso de siembra puede realizarse directamente, es decir, introduciendo la semilla bajo la superficie donde se implantará el cultivo, o se podrá realizar de forma indirecta en semilleros.

A la hora de elaborar los semilleros, es necesario introducir las semillas en los alveólos de la bandeja a pocos milímetros distancia de la superficie, permitiendo que emerjan las semillas de forma más fácil. Ver **Foto 9**.



Foto 9: Semilleros de los cultivares del ensayo.

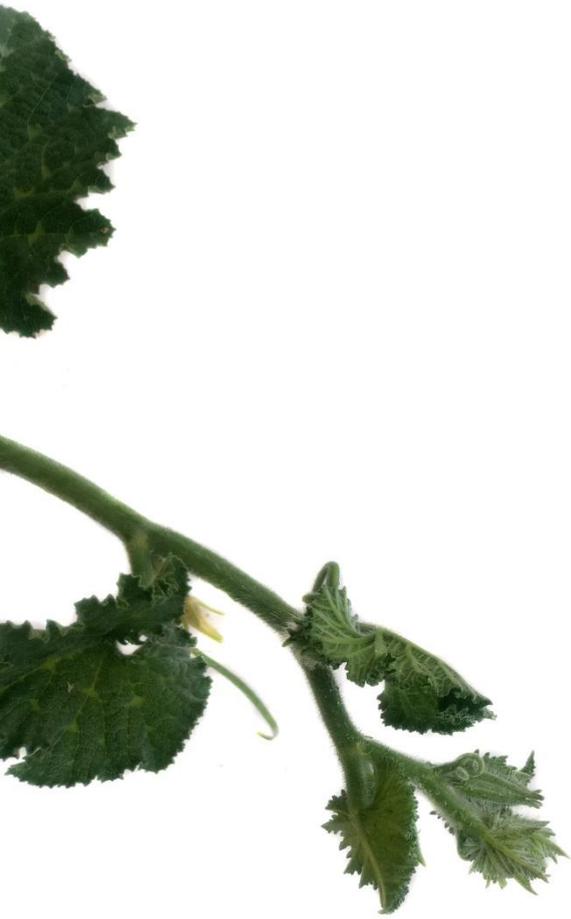
Una vez las plantas han emergido, la siembra o trasplante, al aire libre, se efectúa sobre caballones equidistantes entre 1-1.20 m, dejando entre plantas, de 0.8-1 m, o incluso menos en función del desarrollo del cultivar. Se emplea del orden de 7-10 kg/ha, de semilla. La siembra se hace a golpe, colocando de dos a cuatro semillas por golpe. Estos marcos se pueden aumentar entre líneas cuando se hace el trasplante como cultivo protegido, pasando de 1 a 1,50 m, (Rodríguez, I. 2017)

López, J. (2017) confirma que la siembra se puede hacer en caballón, cubierto tras situar las semillas con un acolchado transparente de polietileno, de 18 micras de espesor y 1 m de ancho. Las semillas, en número de 2 a 3, se colocan en pequeñas oquedades bajo el film, para que sea más fácil romper la costra de suelo. Una vez que las semillas han germinado y el hipocótilo puede tocar el plástico, se le hacen unas incisiones para evitar que la plántula se quemara por un lado y para regular un poco mejor las condiciones de temperatura y humedad en torno a las plantas.

3.6.3 Plantación

El proceso a la hora de utilizar plantas ya germinadas para su cultivo, es similar al de la utilización de semillas. Después de preparar el terreno definitivo, en llano o en caballones, se dispondrán las plántulas para su trasplante, teniendo en cuenta que el cepellón deberá de tener al menos dos hojas verdaderas. Los marcos de plantación utilizados al aire libre serán más amplios en los periodos de baja iluminación, inicios de primavera y otoño, y más estrechos en verano, donde las plantas reciben mayor radiación. Pero, en general, varían de 1 a 1,5 m entre líneas de cultivo y de 0,8 a 1 entre plantas (López, 2017).

Rodríguez, I. (2017) propone que, en el cultivo en invernadero, se recomienda densidades de 1.5 pl/m² en cultivo entutorado.



3.7 Sistemas de cultivo



La siembra y los marcos de plantación nombrados en los apartados anteriores, se manifiestan como condicionantes agronómicos que determinan el rendimiento o productividad del cultivo. Por tanto, la importancia de considerar estos es vital.

Así mismo, las fechas de siembra y los diferentes ciclos ya están especificados anteriormente.

Cabe destacar una diferencia significativa entre el rendimiento del cultivo en secano o regadío. Numerosos estudios confirman que los rendimientos de *Cucurbita pepo* L. bajo un sistema de regadío en comparación con otro de secano, es mucho mayor. Por tanto, la experiencia de la parte experimental que llevaré a cabo, se hará bajo un régimen productivo óptimo, en condiciones de regadío.

Esta disonancia de rendimiento entre un sistema y otro viene ejemplificada en unos estudios llevados a cabo en la Revista de Vida Rural, en el que se compara los rendimientos en secano del calabacín está en torno a 6.300 kg/ha frente a 60.000 kg/ha del cultivo en regadío en la zona de Andalucía y Cataluña, un modelo que también se cumple para otras comunidades autónomas, incluido Canarias (Llanos, 1998).

Teniendo en cuenta esto, este ensayo será realizado bajo regadío para la obtención de datos más significativos que con un sistema de secano.

3.7.1 Ciclos de cultivo

El calabacín, por lo general, se cultiva en ciclo corto; bien sea en otoño o en primavera. Es una de las hortalizas que presentan mayor variabilidad en las fechas de siembra. (Reché, 1997).

Los ciclos más frecuentes de siembra, en nuestro país, son los siguientes:

- **Ciclo extratemprano:** Siembra a finales de noviembre, en semilleros. Normalmente se usa pequeñas macetas con turba, pero puede hacerse en otros tipos de semilleros y se colocan bajo protección. Cuando la planta tiene de dos a tres hojas verdaderas, se trasplanta a invernadero. La recolección se efectúa en febrero.

- **Ciclo temprano:** Siembra se realiza de febrero a marzo, en condiciones de semiforzado, utilizando túneles o acolchado para proteger las plantas. La recolección se inicia en mayo. Es típico de áreas de climatología benigna del litoral mediterráneo.
- **Ciclo normal:** La siembra se efectúa en primavera, normalmente en abril y la recolección tiene lugar a partir de junio.
- **Ciclo tardío:** En zonas de climatología muy benigna, las siembras se efectúan en agosto y la recolección transcurre a lo largo del otoño. En este ciclo la incidencia de enfermedades fúngicas o virales, puede ser mayor.

Distinguiendo de los tipos de siembra, López, J. (2017) establece tres tipos de ciclo de cultivo con sus distintas problemáticas:

En los ciclos más precoces se recomienda utilizar el trasplante con plantas de cepellón en vez de utilizar siembra directa, ya que el período de desarrollo inicial se produce en el invernadero donde están protegidas. También la utilización de semiforzados, como el túnel y el acolchado con siembra directa, o la cubierta flotante en el trasplante con plántula pueden permitir en los primeros ciclos, de final de primavera, el tener una producción precoz de calidad y competitiva en los mercados exteriores.

Los ciclos medios, de verano, son los de mejor comportamiento de la planta y los más económicos en tecnología de cultivo, aunque la presión de las plagas se incremente y haya una presencia masiva de producto en el mercado.

Por último, los ciclos tardíos tienen el inicio del cultivo al final del verano, partiendo con plantas procedentes de cepellón, limitándose su fructificación con la aparición de los primeros fríos. Estos cultivos tienen problemas añadidos importantes en el aspecto sanitario, con la mayor incidencia de enfermedades provocadas por hongos y virus y, en el climático con las lluvias torrenciales que las posibles gotas frías pueden desencadenar y que no solo perjudican a las plantaciones con sus excesos pluviométricos sino que, además, con la violencia con la que se abaten, destrozan la parte aérea de la planta.



3.8 Labores culturales



3.8.1 Reposición de marras

Si la siembra ha sido en semillero, hay que prever las posibles marras o fallos después de la plantación. En calabacín es frecuente colocar una sola semilla en cada maceta o alvéolo de la bandeja, por lo que hay que prever un 5% más de plantas necesarias para reponer en caso de que se malogren. (Reché, 1997).

3.8.2 Aclareo

Cuando se deposita más de una semilla es conveniente conservar ambas plantas nacidas, para eliminarlas después del trasplante. Igualmente, si en las siembras directas nace más de una planta, éstas se dejarán crecer hasta que tengan 2-3 hojas verdaderas, eliminando posteriormente, una de ellas, la menos vigorosa. Para llevar a cabo los aclareos, se arrancan las plantas suavemente, ya que las raíces tienen en esa época escaso desarrollo y se desprenden fácilmente. En caso de realizar un segundo aclareo, es conveniente suprimir la planta cortando el tallo por su base, en vez de arrancarla, pues las raíces están más desarrolladas y se les puede causar daño. Esta práctica suele realizarse, aproximadamente, a los 8-10 días de la germinación (Reché, 1997).

3.8.3 Aporcado

Consiste en cubrir con tierra o arena parte del tallo de la planta para reforzar su base y favorecer el desarrollo radicular:

- **Aporcado en tierra:** Cuando las plantas tienen varias hojas, se dará una labor superficial, con lo que se consigue, además de realizar el aporcado, extirpar malas hierbas. Si la siembra o plantación se ha hecho en caballón se va moviendo la tierra de un lado a otro hasta que la planta quede en lo alto del mismo.

- **Aporcado en terreno enarenado:**

- Con riego localizado: Se rellenarán los hoyos con arena hasta nivelar el terreno. No constituye un verdadero aporcado.
- Con riego a manta por surcos o arroyos: Se rellenarán dichos surcos, que se han formado previamente, haciendo una reguera entre las plantas para distribuir por ahí el agua de riego. El aporcado suele hacerse a los 20-25 días de la nascencia (Reché, 1997).

3.8.4 Entutorado

Tiene por objeto evitar que la planta se haga rastrera o se tienda en el suelo. Con esta práctica se aprovecha mejor la iluminación y la ventilación, reduciendo el ataque de enfermedades; igualmente se facilitan las labores y prácticas culturales. Hay variedades que por su porte erecto no necesitan entutorado, sin embargo, a pesar de la mano de obra que lleva consigo, es conveniente entutorar las plantas. En el entutorado pueden utilizarse cañas, palos o hilos de rafia.

- **Con rafia:** Hay dos formas de entutorar con hilos de rafia. El sistema holandés consiste en atar un extremo a la base del tallo y con el otro hacer un lazo en el alambre superior del invernadero. Por no ser fácilmente voluble el tallo del calabacín, como el melón, tomate, judías, etc., no se puede ir rodeando el tallo alrededor del hilo. Por esta causa, se suelta dicho hilo de la techumbre y se irá dando vueltas alrededor del tallo para



Foto 10: Proceso de entutorado.

seguidamente volver a atarse de nuevo a la techumbre, hasta completar así todo el crecimiento de la planta. Otro procedimiento consiste en fijar el hilo al entramado de la techumbre y a la base de la planta, e ir atando con trozos de hilos más cortos el tallo de la planta al citado hilo principal. Con ello se consigue enderezar poco a poco la planta. Véase **Foto 10**.

- **Entutorado con cañas:** Se colocan cañas en posición vertical clavándolas en el suelo junto al pié de la planta. A partir de entonces, según vaya creciendo la planta, se va atando el tallo a dicha caña con hilos de rafia. Las cañas utilizadas han de ser grandes, gruesas, con altura cercana a 1,5 m y clavadas lo suficiente para que no se caigan o doblen. Es conveniente colocar las cañas al inicio del cultivo para evitar, posteriormente, causar daños a las raíces (Reché, 1997).

3.8.5 Poda

Aunque en *Cucurbita pepo* L. no es costumbre realizar actividades de poda, se recogen algunos tipos distintos que se podrían tener en cuenta a la hora de implantar el cultivo:

- **Poda de formación:** Sería interesante ensayar la poda a dos brazos. Este sistema de poda consiste en cortar el tallo principal a partir de dos hojas verdaderas para que crezcan y se desarrollen dos brazos secundarios en lugar de uno solo (Reché, 1997).
- **Poda de brotes:** Las variedades híbridas del calabacín emiten generalmente una sola guía, pero, con excesivo abono nitrogenado, algunas de estas variedades pueden echar brotes secundarios que producen frutos no comerciales. Es recomendable eliminar estos brotes según van apareciendo.
- **Poda de hojas:** El corte de hojas sólo está justificado en los casos siguientes:
 - Cuando están muy envejecida
 - En plantas con excesivo desarrollo que dificulte la luminosidad y la aireación en el interior de la planta, en caso contrario trae consigo una reducción en la producción.

El deshojado se hará por la mañana, preferentemente con ambiente seco, dando cortes limpios en la unión del peciolo con el tallo, siempre por debajo de los frutos más bajos. No es conveniente eliminar las hojas superiores de la planta, ya que el sol puede dañar los frutos, endureciéndolos. Tras una fuerte poda de hojas, hay que realizar un tratamiento antibotritis con algún fungicida idóneo, preferentemente en espolvoreo.

La poda de hojas se inicia aproximadamente al mes y medio de la nascencia.

- **Poda de frutos:** Deben suprimirse aquellos frutos que presenten daños de enfermedades y plagas; así como los que estén deformados y aquellos muy desarrollados, no comerciales (Reché, 1997).

3.8.6 Riego

Existen numerosas fuentes contradictorias sobre la aplicación de riegos en el cultivo. Serrano, Z. (1973) defiende que el primer riego se da unos días antes de la siembra, con el fin de aportar humedad para que la nascencia sea perfecta. El segundo riego no debe darse hasta que no se vean aparecer los primeros frutos, aproximadamente al mes y medio de que hayan nacido.

Reché Mármol, J. (1997) señala que en las primeras fases de desarrollo no es conveniente exceso de agua en el suelo, con el fin de que la planta enraíce bien. Tras la nascencia, a los 15-20 días, empiezan las aplicaciones de riego por diversas metodologías.

A partir del inicio de la recolección, los riegos pueden incrementarse en número y en volumen de agua, como consecuencia de la climatología y la plena recolección. Así mismo disminuirlos en épocas frías de otoño-invierno.

El consumo por hectárea dependerá en primer lugar del marco de siembra, época de cultivo y sistema de riego. En cultivos con riego localizado el volumen de agua oscila entre 2.000-2.500 metros cúbicos por hectárea y ciclo de cultivo. Con riegos a pie o a manta, entre 5.000-6.000 metros cúbicos por hectárea y ciclo. (Reché, 1997)

Camacho, F. (2002) da las directrices necesarias para el establecimiento de un sistema de riego y fertirrigación para *Cucurbita pepo* L.:

En general, el calabacín es una planta exigente en humedad, precisando riegos más frecuentes con la aparición de los primeros frutos. No obstante, los encharcamientos son perjudiciales, y en las primeras fases del cultivo no son convenientes los excesos de agua en el suelo para un buen enraizamiento.

Los sistemas de riego más utilizados en calabacín en invernadero son el riego localizado (goteo y exudación) y el riego a pie (a manta y por surcos).

En riego localizado, el primer aporte se dará un día antes de la siembra, no siendo conveniente alargar demasiado los riegos posteriores a la nascencia, dando riegos ligeros tras la misma, de volumen y frecuencia variable en función del suelo y época de siembra. Es aconsejable someter a la planta a un pequeño período de sequía en estado de 3-4 hojas verdaderas, con el fin de favorecer un potente sistema radicular. Aproximadamente una semana antes del inicio de la recolección deben incrementarse los riegos tanto en volumen como en frecuencia, siendo este aumento progresivo hasta que el cultivo alcance la plena producción.

En riego a pie, el primer aporte de agua se realiza un día antes de la siembra. Tras la nascencia es conveniente retrasar los riegos hasta los 20-25 días cuando el suelo está en tempero. A partir del segundo riego, los riegos se llevarán a cabo cada 7-10 días, dependiendo fundamentalmente de la climatología. El consumo de agua dependerá del marco de siembra, época de cultivo y sistema de riego, oscilando en cultivos con riego localizado entre los 2000 y 2500 metros cúbicos por hectárea y ciclo de cultivo y entre 500 y 600 metros cúbicos por hectárea y ciclo en riego a pie.

En cultivo hidropónico el riego está automatizado y existen distintos sistemas para determinar las necesidades de riego del cultivo, siendo el más extendido el empleo de bandejas de riego a la demanda. El tiempo y el volumen de riego dependerán de las características físicas del sustrato, oscilando el consumo total entre 1500 y 2000 metros cúbicos por hectárea y ciclo de cultivo.

La información más actualizada viene dada por López, J. (2017) que determina lo siguiente: *“Es exigente en agua para la obtención de elevados rendimientos, sobre todo a partir del cuajado y la formación de los primeros frutos, aunque no necesariamente para la calidad de los frutos. Para ello debe tenerse en cuenta que en la solución del suelo, tras la fertirrigación, los pH que se deban alcanzar estarán entre 5,5 y 6, aunque pueda ampliarse a un intervalo entre 5 y 7.*

En cuanto a la conductividad eléctrica en que se puede cultivar, está por encima de la del pepino pero por debajo de las de melón y sandía.”

3.8.7 Limpieza de flores

Las flores del calabacín, tras haber cumplido su función, caen al suelo o sobre otros órganos vegetativos de la planta. Al pudrirse, se convierten en una fuente potencial de inóculo de posibles enfermedades, por lo que deberán retirarse lo antes posible como método preventivo.

3.8.8 Limpieza de frutos

Los frutos que manifiestan enfermedades, deformaciones o crecimiento exagerado, deberán ser eliminados para evitar el agotamiento excesivo de la planta, además de eliminar las fuentes de inóculo para el posible desarrollo de enfermedades.

3.8.9 Fertilización

A la hora de abonar, existe un margen muy amplio de abonado en el que no se aprecian diferencias sustanciales en el cultivo, pudiendo encontrar “recetas” muy variadas y contradictorias dentro de una misma zona, con el mismo tipo de suelo y la misma variedad. No obstante, para no cometer grandes errores, no se deben sobrepasar dosis de abono total superiores a 2 g/l, siendo común aportar 1g/l para aguas de conductividad próxima a 1 mS/cm.

Actualmente se emplean básicamente dos métodos para establecer las necesidades de abonado: en función de las extracciones del cultivo, sobre las que existe una amplia y variada bibliografía, y en base a una solución nutritiva “ideal” a la que se ajustarán los aportes previo análisis de agua. Este último método es el que se emplea en cultivos hidropónicos, y para poder llevarlo a cabo en suelo o en enarenado, requiere la colocación de sondas de succión para poder determinar la composición de la solución del suelo mediante análisis de macro y micronutrientes, CE y pH.

Para una producción media de 80.000-100.000 kg/Ha las extracciones medias oscilan entre: 200-225 kg de nitrógeno, 100-125 kg de P₂O₅ y 250-300 kg de K₂O, lo que supone un equilibrio aproximado de 2-1-2,5 (Reché, 1997).

Los fertilizantes de uso más extendido son los abonos simples en forma de sólidos solubles (nitrato cálcico, nitrato potásico, nitrato amónico, fosfato

monopotásico, fosfato monoamónico, sulfato potásico, sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico, ácido nítrico), debido a su bajo coste y a que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva, aunque existen en el mercado abonos complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente, solos o en combinación con los abonos simples, a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo.

El aporte de microelementos, que años atrás se había descuidado en gran medida, resulta vital para una nutrición adecuada, pudiendo encontrar en el mercado una amplia gama de sólidos y líquidos en forma mineral y en forma de quelatos, cuando es necesario favorecer su estabilidad en el medio de cultivo y su absorción por la planta.

También se dispone de numerosos correctores de carencias tanto de macro como de micronutrientes que pueden aplicarse vía foliar o riego por goteo, aminoácidos de uso preventivo y curativo, que ayudan a la planta en momentos críticos de su desarrollo o bajo condiciones ambientales desfavorables, así como otros productos (ácidos húmicos y fúlvicos, correctores salinos, etc.), que mejoran las condiciones del medio y facilitan la asimilación de nutrientes por la planta.

Algunas de las deficiencias más notables son; la deficiencia de fósforo, que ocasiona una disminución y retraso en el crecimiento de la planta, así como la aparición de un color verde azulado oscuro en el follaje tierno, mientras que las hojas viejas se tornan amarillas y se secan.

La deficiencia de potasio, por otro lado, provoca una disminución del crecimiento vegetativo, acompañada del rizado de las hojas viejas y un color ocre en la periferia de los folíolos.

Finalmente, la deficiencia de zinc en calabacín ocasiona la producción de frutos pequeños. También, las nerviaciones de las hojas conservan su color verde, mientras que el resto del área foliar se vuelve amarillenta y que se puede confundir con la deficiencia de manganeso.

3.8.10 Polinización

Al ser el calabacín una planta entomófila, la polinización se realiza principalmente por medio de insectos (Reché, 1997). La deposición del polen masculino que está adherido a las patas de los insectos en el estigma de otras flores reproduce el fenómeno de fecundación.

Los abejorros, *Bombus canariensis*, comparados con otros insectos polinizadores, como las abejas, son más efectivos. Un motivo es su mayor tamaño, lo que le permite tener un mejor contacto con el estigma y los estambres. Otro motivo es el poder visitar un número mayor de plantas por vuelo, es decir, más flores por minuto.

Otra alternativa frente la polinización entomófila, es la utilización de fithormonas como Fruitone (Etisa) y Harmoprin (Probelte), cuyas materias activas son ANA 0,45%, ANA-amida 1,2%, aplicado a dosis de 0,4-0,6 gramos/litro (Reché,1997). Estas hormonas no solo favorecen el proceso reproductivo, sino que, además favorecen el cuajado de los futuros frutos.



3.9 Recolección, posrecolección, conservación y comercialización



3.9.1 Recolección

Los frutos del calabacín tipo Zucchini han de recolectarse cuando las flores adheridas a la extremidad del fruto inician su desecación.

Los frutos se recolectan frescos, sin madurar, antes de que se endurezcan y sin que se formen las semillas. Son más comerciables aquellos que tienen entre 15-25 cm de longitud, de 4-6 cm de diámetro y un peso que no debe sobrepasar los 250 gramos.

Los frutos demasiado grandes de algunas variedades, son duros y con numerosas semillas, no siendo aptos para la comercialización ni para el consumo. El fruto maduro se aprecia por su color verde oscuro y la piel dura; al seccionarlo se encuentra hueco y con presencia de semillas.

Para la práctica de la recolección se ha de observar, igualmente, lo que sigue:

- Se cortará el pedúnculo del fruto con un cuchillo o tijeras, dando un corte limpio y dejando 1-3 cm de dicho pedúnculo unido al fruto.
- La piel del calabacín es muy sensible a los golpes y rozaduras, por lo que deben manipularse con mucho cuidado, sin golpearlos.
- También se tiene en cuenta que cada planta de calabacín produce, normalmente, entre 30 y 50 frutos comerciales. Una persona recolecta fácilmente de 400- 600 kg de producto por jornada.

El momento apropiado para la recolección depende de la variedad y fecha de siembra.

Los frutos del calabacín se desarrollan rápidamente, perdiendo valor comercial si el agricultor retrasa la recogida. La frecuencia de recolección suele variar entre 2-3 días en plena fase productiva y hasta 3-7 días al final del ciclo. En grandes extensiones es recomendable que la recolección se haga diariamente.

Reché, M. (1997) establece que la fecha de recolección del calabacín, al igual que otras hortalizas, está subordinada al ciclo de cultivo y variedad sembrada. Igualmente, su inicio, que oscila entre 30 días, tras la siembra, en invernadero y hasta 65 días al aire libre. Lo normal es que transcurra de 30-40 días desde la nascencia. Sin embargo, al aire libre, si la climatología es adversa, puede retrasarse aún más. Los días con ambiente favorable influyen

adelantando el inicio de la recolección. El período de recolección varía, igualmente, según la fecha de siembra, pudiendo oscilar entre 2 y 3 meses, dependiendo si la siembra se hace a finales de verano o a principios de invierno.

Por otro lado, López, J. (2017), precisa que la recolección se inicia entre 45 y 65 días después del trasplante, cuando aún los frutos no han alcanzado la madurez total ni su tamaño definitivo. Realmente, el inicio está supeditado por el ciclo de cultivo empleado por los calibres que demanda el mercado, normalmente fijando longitudes entre 15 y 25 cm y diámetros entre 4 y 6 cm, lo que supondría un peso medio de los frutos entre 200 y 250 g.

Se realiza con instrumentos muy cortantes, cuchillos o tijeras, que permitan realizar un corte muy limpio en el pedúnculo floral, al cual se le deja unos 2 cm junto al fruto. El manejo debe ser cuidadoso una vez recolectado debido a la delicadeza de la piel que se ralla y marca, al no tener este tejido su consistencia definitiva. En estas condiciones el fruto está bastante tierno y jugoso, y es un poco dulce, no existiendo ningún vestigio de cucurbitacina que la pudiera amargar.

La cadencia de la recolección está en función del ciclo de cultivo realizado, la variedad, la climatología, etc., pudiendo ser diaria debido al gran ritmo de crecimiento de los frutos.

La calidad de la producción se valora en función de características del fruto, como firmeza, brillo, uniformidad de tamaño en longitud y anchura, color, estado del pezón del pedúnculo floral, cicatriz o cierre pistilar de pequeño tamaño, sabor neutro o ligeramente dulce, espesor y textura de la piel que permita su consumo y otros factores no intrínsecos del fruto derivados de su manipulado y transporte (López, 2017).

Una vez conocidos todos los criterios de recolección, es importante señalar que los cultivares de forma redonda como los de esta experiencia, tiene otro tipo de criterio a la hora de ser recolectados, en comparación a los calabacines de tipo Zucchini o alargados, ya que el peso medio de recolección será de unos 400 gramos y un diámetro de 8-10 cm, sin existir distintas categorías comerciales.

Los calabacines alargados o tipo Zucchini se clasifican en las siguientes categorías:

- **Categoría I.** Buena. Los calabacines clasificados en esta categoría deben ser de buena calidad y presentar las características de tipo varietal. Pueden presentar, no obstante, los defectos siguientes:
 - Ligeros defectos de forma.
 - Ligeros defectos de coloración.
 - Ligeros defectos de epidermis cicatrizados.
 - Los calabacines deben estar provistos de un pedúnculo cuya longitud no sea superior a 3 cm.

- **Categoría II.** Corriente. Han de responder a las características mínimas de calidad, pudiendo presentar:
 - Defectos de forma.
 - Defectos de coloración.
 - Ligeras quemaduras producidas por el sol.
 - Defectos de epidermis cicatrizados, a condición de que no sean perjudiciales para su conservación

- **Categoría III.** Aceptable. Comprende los calabacines que no pueden clasificarse en la categoría I, pero responden a las características previstas para la categoría II. Pueden presentar:
 - Semillas desarrolladas
 - Ligeras trazas de tierra

Es importante calcular el **calibre** de los calabacines tipo Zucchini en función de dos parámetros:

- Por su longitud
- Por su peso

En el caso de calibrado por la longitud, ésta se medirá entre el punto de unión con el pedúnculo y el extremo apical del fruto, de acuerdo con la escala siguiente:

- De 7 cm. a 14 cm., incluidos
- De 14 cm., excluidos, a 21 cm. incluidos
- De 21 cm., excluidos, a 30 cm

En el caso de calibrado por peso, se respetará la escala siguiente:

- De 50 gramos a 100 gramos, incluidos

- De 100 gramos, excluidos a 225 gramos, incluidos
- De 225 gramos, excluidos a 450 gramos

El respeto de las escalas de calibre no es obligatorio para la categoría III.

Es importante indicar que, en el caso de los cultivares redondos de este ensayo, no es posible aplicar estos criterios de clasificación, ya que todos los calabacines se recogen de forma unificada y bajo el mismo criterio de recolección. El peso medio de los calabacines estará en torno a los 400 gramos, y su diámetro comercial será de unos 8 o 10 cm. Igualmente ocurre para otros tipos de calabacines como es el caso de los discoidales, tipo Scallop.

Este criterio de recolección no está recogido en el marco del Reglamento de la Unión Europea o Norma Técnica del calabacín al tratarse de cultivares comerciales recientes. Aun así, se toma este criterio de las grandes compañías de distribución de hortalizas como Mercadona.

Dentro del proceso de clasificación del calabacín, es necesario tener en cuenta también dos operaciones de vital importancia, como son: El etiquetado y la rotulación.

Etiquetado: cada envase llevará, obligatoriamente, al exterior las siguientes indicaciones:

- Calabacines (si el interior no es visible)
- Categoría comercial
- Calibre (en caso de calibrado)
- Identificación de empresa
- Zona de producción o país de origen para los productos importados.
- Masa neta en kilogramos (en envases que constituyan una sola unidad de venta destinada al consumidor final)

Rotulación: se hará constar en los rótulos de los embalajes (si no es legible el etiquetado de los envases):

- Denominación del producto
- Número de envases
- Nombre o razón social o denominación de la empresa

Finalmente, es importante señalar que, las condiciones de venta para el mercado exterior difieren sutilmente del interior de la siguiente forma. Tanto en el comercio exterior como el interior, la Norma Técnica en calabacín se rige por los criterios de clasificación del Reglamento de la Unión Europea, pero el

mercado exterior solo admite dos tipos de categorías en calabacín: categoría I y categoría II, con las mismas características ya definidas para mercado interior, mientras que el interior amplía este marco hasta una categoría III.

Los cultivares de esta experiencia no siguen el marco técnico de los calabacines alargados.

3.9.2 Postrecolección y conservación

Los frutos una vez recolectados y envasados en cajas de distintos materiales como plástico o cartón, pueden conservarse durante unos 10 días, manteniendo ciertas condiciones de temperatura, entre 5 y 10 °C. Ver **Foto 11**.



Foto 11: Calabacines recolectados en cajas plásticas.

Además, es importante indicar que el contenido de cada envase debe ser homogéneo y no incluirá más que calabacines del mismo origen, categoría comercial y calibre (en su caso) y que sean sensiblemente del mismo estado de desarrollo y coloración. La parte visible del contenido del envase debe ser representativa del conjunto. Los calabacines deben acondicionarse de forma que se asegure una protección del producto. (Reché, 1997).

En cuanto a la humedad relativa, se considera óptimo un intervalo comprendido entre 85-95%, pudiendo incluso ampliarse solo un poco más.

Cuando la temperatura desciende por debajo de los 5 °C, aunque no sea por mucho tiempo, el fruto sufre daños por frío, depreciándose visualmente, apareciendo un cribado y manchas pardas y, organolépticamente, perdiendo turgencia y textura. Esos últimos decaimientos se producen cuando el almacenamiento se prolonga durante 15 días o más, a lo que se unen algunas

podredumbres blandas. Los daños por congelación se dan a partir de -0,5 °C, llevando consigo la desestructuración de los tejidos del fruto, que se descompone en formaciones líquidas (López, 2017).

Tampoco las atmósferas modificadas incrementan la duración del período de conservación en postcosecha, siendo poco sensibles a los niveles de etileno, pareciendo tener cierta relación la pérdida de intensidad del color verde en los cultivares de tonos oscuros con la presencia de niveles mínimos.

La deshidratación de los frutos en postcosecha es un problema que puede ser paliado con una rápida entrada en frío tras la recolección.

Las podredumbres que se dan en postcosecha pueden ser numerosas pudiendo estar provocadas por hongos como *Alternaria*, *Coletotrichum*, *Pithyium*, etc., o por bacterias, como *Cladosporium*, etc. (López, 2017).

En síntesis, estas son las condiciones para la conservación del calabacín una vez recolectado:

- Temperatura entre 5 y 10° C
- Humedad relativa 85 al 95 %
- Duración de la conservación 50-80 días

3.9.3 Comercialización

Una vez seleccionados y clasificados por tamaños en la explotación, son enviados a los mercados en origen (alhóndigas, mercados, etc.), o a las agrupaciones de agricultores (Cooperativas, SAT, APAS, etc.), donde llevan a cabo la normalización del producto. En uno o en otro caso, ya sea mercado interior o exterior, los frutos pueden ser enviados a mayoristas o a cadenas de distribución, bien en España o en otros países. Posteriormente llegan a los minoristas y desde ahí a los consumidores. Si la mercancía ha sido recogida en la Agrupación o Cooperativa, de la que es socio el agricultor, dicha entidad actúa al igual que un mayorista en origen, acondicionando la mercancía según la Norma correspondiente (Reché, 1997).



3.10 Accidentes, fisiopatías, plagas y enfermedades



3.10.1 Accidentes y fisiopatías

3.10.1.1 Asfixia radicular

Alteración fisiológica que se manifiesta con más gravedad cuando las plantas son jóvenes. La causa principal es la ausencia de oxígeno por la presencia excesiva de agua en el suelo (Reché, 1997).

Pueden influir otras causas como son:

- Deficiente drenaje.
- Encharcamientos del terreno.
- Elevada humedad ambiental.

Dentro de la sintomatología de la enfermedad, se destaca la aparición de raíces adventicias a nivel del suelo y el marchitamiento general de la planta. Para evitar la asfixia radicular, se debe actuar preventivamente mejorando el drenaje del suelo y evitando los encharcamientos, así como disminuir la humedad ambiental.

3.10.1.2 Blanqueo de hojas

En ocasiones pueden aparecer plantas en las cuales el haz de las hojas adquiere una coloración entre blanco y gris, de aspecto plateado y que se inicia en la nerviación de las hojas, continuando al resto del limbo. Los frutos toman un color más pálido que el normal. Puede confundirse con oídio, aunque no se aprecie el clásico polvillo. En un principio se pensó que pudiera ser una enfermedad fisiológica influida por la humedad del suelo, temperatura ambiental, salinidad de agua y suelo, etc. Sin embargo, se ha comprobado una estrecha relación entre este desorden y el ataque de la mosca blanca, *Bemisia tabaci*, como consecuencia de existir un factor toxicogénico asociado con la alimentación de las ninfas de dicho insecto (Reché, 1997).

3.10.1.3 Frutos chupados

Son frutos que no se desarrollan uniformemente y se quedan “chupados” generalmente por la extremidad apical. Se producen por: cambios bruscos de

temperatura y humedad ambiental, falta de agua en el suelo, estrés hídrico o tratamientos fitosanitarios.

3.10.1.4 Frutos aneblados

Son frutos que detienen su desarrollo en un estado muy precoz y que finalmente se abortan. Posibles causas son: agotamiento de la planta, falta de vigor vegetativo o tratamientos fitosanitarios.

3.10.1.5 Frutos torcidos

Son frutos que se doblan por el centro debido a un mal cuajado. Este caso solo se produce en los calabacines de forma alargada, a diferencia de los de este ensayo, que adquieren deformaciones varias.

3.10.1.6 Carenciales

Las enfermedades carenciales, también conocidas por carencias, alteraciones de la nutrición o desordenes nutricionales, son provocadas por deficiencia o ausencia de uno o varios elementos necesarios para la planta. La fertilización racional y la aplicación periódica de correctores de carencias mitigan la posibilidad de los citados daños. No obstante, al igual que otras cucurbitáceas, el calabacín puede ser afectado, siendo las carencias más frecuentes las de magnesio, de manganeso, de boro y de molibdeno, destacando algunos de sus síntomas como pueden ser: retraso en el crecimiento de la planta, cambio de coloraciones en algunos órganos vegetativos y disminución de los frutos producidos por planta (Reché, 1997).

Actualmente son numerosas las formulaciones en el mercado (productos quelatados, a base de uno o más microelementos), que pueden ser aplicados en pulverización o directamente al suelo por medio de agua de riego, destinados al control preventivo y curativo de estados carenciales.

3.10.1.7 Fitotóxicas

En algunas ocasiones, por una deficiente preparación del caldo pesticida, por la incompatibilidad de esos productos, por la utilización de herbicidas, etc., se producen manifestaciones en las plantas por medio de deformaciones, manchas diversas, etc. No hay tratamiento eficaz contra la aplicación incorrecta de pesticidas, sólo la prevención y la utilización de bioactivadores: Aminol Forte, Siapton, Folamina, Ertamino, que pueden paliar en parte los daños causados al activar el crecimiento y desarrollo de la planta (Reché, 1997).

3.10.2 Plagas

3.10.2.1 Pulgones



Foto 12: *Aphis gossypii* (Insects world, 2019).

Son insectos homópteros pertenecientes a la familia *Aphididae*, comúnmente conocidos con el nombre de "piojillos", siendo *Aphis gossypii* (pulgón del melón), *Aphis fabae* (Pulgón negro de las habas), y *Myzus persicae* (Pulgón verde del melocotonero) los causantes de los daños principales del calabacín, aunque es el *Aphis gossypii* el que más se observa en este cultivo (Reché, 1997). Ver **Foto 12**.

- Daños producidos:

Comienzan los daños por focos, produciendo, con sus picaduras, salida de savia y paralización del crecimiento, rizado, abarquillando las hojas, también deformándolas y debilitándolas. Como causa indirecta los pulgones pueden ser vectores de virosis.

- Control biológico:

Los depredadores de pulgón más importantes son:

- *Coccinella septempunctata* es la más común.
- Las crisopas, insectos del orden Neuróptera.
- Diversas especies de sírfidos y cecidómidos (orden Díptera), entre los que destaca *Aphidoletes aphidimyza* (cecidómido).

3.10.2.2 Mosca blanca

Es una plaga polífaga muy conocida por los agricultores, que se desarrolla principalmente en los invernaderos, pudiendo observarse, en muchos casos, durante todo el ciclo vegetativo del cultivo (Reché, 1997). Hay dos especies de mosca blanca que parasitan al calabacín: *Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci*. Ver **Foto 13**.



Foto 13: *Bemisia tabaci* (izquierda) e infección por este ataque (derecha), (Osborne, 2019).

- Daños:

Existen dos tipos de daños causados por mosca blanca. Estos son:

- Segregan sustancias azucaradas sobre las que suelen desarrollarse diversos hongos como la negrilla.
- Tanto *Bemisia tabaci* como *Trialeurodes vaporariorum* son vectores de diversas virosis.

- Lucha biológica:

En los programas de control integrado, el insecto comúnmente utilizado para el control biológico de mosca blanca es *Encarsia formosa*.

3.10.2.3 Trips

Los daños son producidos por una especie identificada como *Frankliniella occidentalis*, que se empezó a detectar en los cultivos hortícolas de invernadero a partir del año 1986. Es plaga muy dañina en otras hortalizas

como el pimiento o el tomate, pero en calabacín no es tan grave (Reché, 1997). Ver **Foto 14**.



Foto 14: *Frankliniella occidentalis* (Agricultures, 2019).

- **Daños:**

En las hojas dañadas se observan unas placas de color grisáceo o plateado en las que están insertados diversos puntos negros o excrementos. Posteriormente, estas zonas se necrosan totalmente.

- **Control biológico**

Se han empleado preferentemente dos ácaros fitoseidos para el control biológico de *F. occidentalis*. Estos son: *Amblyseius cucumeris* y *Amblyseius barkeri*. En el Sureste Español se ha observado un control natural realizado por insectos del género *Orius*, los cuales también han sido incluidos como alternativa en los programas de control integrado.

3.10.2.4 Minadora de hojas o submarino

Es una plaga muy extendida por todo el litoral mediterráneo, que daña a gran número de plantas hortícolas y ornamentales. Al calabacín le ataca desde las primeras fases del cultivo (Reché, 1997).

- **Daños:**

Se observa el inicio del daño por las picaduras y por las galerías realizadas por las larvas. A consecuencia de estas galerías, las funciones de las hojas se reducen al destruirse parte del parénquima foliar.

- **Control biológico:**

En los programas de control integrado, especialmente para los países del sur de Europa, para controlar esta plaga se utiliza casi en exclusividad el micro-himenóptero *Diglyphus isaea*.

3.10.2.5 Ácaros

Dentro de este nombre genérico y común, se suelen englobar a diferentes ácaros fitoparásitos. Sin embargo, es la araña roja, *Tetranychus urticae*, la que se encuentra con mayor frecuencia en calabacín. Ver **Foto 15**.



Foto 15: *Tetranychus urticae* (ResearchGate, 2019).

- **Daños:**

Las larvas y adultos de *T. urticae* se alimentan de los jugos celulares, causando decoloraciones y deformaciones a las hojas. Las hojas atacadas presentan un color bronceado por el haz, correspondiéndose con la presencia, en el envés, de adultos, larvas y puestas.

3.10.3 Enfermedades

3.10.3.1 Enfermedades producidas por hongos

3.10.3.1.1 Oídio

La enfermedad es producida por los hongos *Erysiphe cichoracearum* y *Sphaerotheca fuliginia*, que causa manchas aisladas y circulares en las hojas que se recubren con un micelio blanco de aspecto pulverulento por ambas caras, principalmente por el haz. Con ataques intensos



Foto 16: Hojas de aspecto blanco por afección de Oídio (Pinterest, 2019).

las hojas amarillean, se secan y caen (Reché, 1997). Ver **Foto 16**.

- **Control:**

Cuando aparezcan los primeros síntomas, se harán tratamientos con productos a base de azufre principalmente.

3.10.3.1.2 Míldiu

Con el nombre de míldiu se conoce a las enfermedades producidas por hongos del Grupo Ficomicetos, siendo *Pseudoperonospora cubensis* el hongo que ataca al calabacín (Reché, 1997).

- **Daños:**

Inicialmente se acentúa la aparición de manchas de color verde claro, que van adquiriendo tonalidad amarillenta y presentan forma de polígonos. En el envés, se forma una especie de fieltro con un color entre gris y violeta.

3.10.3.1.3 Antracnosis

Es una enfermedad que puede causar graves daños en sandía, melón y pepino, no siendo frecuente en calabacín. Está producida por el hongo *Colletotrichum lagenarium* (Reché, 1997).

- **Daños:**

Se manifiestan por medio de lesiones de 1-2 cm de diámetro. Al principio son rojizas, tornándose después a color oscuro. En los frutos, acaban en podredumbre, que afecta no sólo al epicarpio sino también al mesocarpio, donde pueden ser invadidas posteriormente por bacterias.

3.10.3.1.4 Cladosporiosis

El hongo causante de la enfermedad pertenece al género *Cladosporium*, atacando diferentes cultivos. La especie que ataca al calabacín es *C. cucumerinum* (Reché, 1997).

- **Daños:**

La sintomatología es la siguiente:

- Frutos: En ellos se producen manchas deprimidas y con presencia de exudación que se recubre con una pelusilla grisácea formada por los órganos reproductores del hongo. Estas lesiones, en calabacín, al contrario de otras cucurbitáceas, no se produce la cicatrización de las heridas.
- Se observan manchas angulosas de color pardo-grisáceo que acaban necrosándose.

3.10.3.1.5 Manchas foliares

La importancia de daños en calabacín (*Cucurbita pepo* L.) no es relevante, siendo más frecuente en melón. Los daños son causados por el hongo *Mycosphaerella melonis* (Reché, 1997).

- **Daños:**

- Hojas: Manchas negruzcas rodeadas por un halo amarillento.
- Frutos: Pequeñas manchas húmedas redondeadas de color oscuro.

3.10.3.1.6 Botrytis o podredumbre gris

La enfermedad es producida por el hongo *Botrytis cinerea* que presenta un aspecto de enmohecimiento gris. El desarrollo de la enfermedad se ve favorecido cuando existen una humedad relativa alta, deficiente ventilación, abundante masa vegetal, marcos de plantación estrechos y exceso de abono nitrogenado (Reché, 1997). Ver **Foto 17**.

- **Daños:**

En la mayoría de los casos, el daño empieza a partir de la flor marchita que no se ha desprendido del fruto, iniciándose las lesiones en su extremidad, así como en el pedúnculo, observándose necrosis blanda en frutos y pudrición en el tallo, pecíolos y flores.

- **Control cultural:**

Se proponen métodos culturales de control como:

- Airear el invernadero para reducir condensaciones de agua.
- Evitar los encharcamientos del suelo y las plantaciones densas, procurando un marco de plantación lo más amplio posible.
- Cuando así se pueda, las aplicaciones han de ser en espolvoreo, al objeto de no humedecer en exceso las planta.



Foto 17: Ataque en frutos de *Botrytis cinerea* (AgroHuerto, 2019).

3.10.3.1.7 Sclerotinia o podredumbre blanca

Su causa es el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*. En condiciones de humedad relativa alta y temperaturas suaves, germinan los esclerocios del hongo, cuyas esporas se posan posteriormente sobre las flores, frutos, etc., iniciándose la enfermedad por una podredumbre blanda, con abundante micelio de color blanco (Reché, 1997).

- **Daños:**

El ataque del hongo se produce principalmente en los tallos, peciolas y frutos jóvenes, reblandeciéndolos y recubriéndolos con un fieltro blanquecino.

3.10.3.2 Enfermedades producidas por bacterias

Las bacterias suelen atacar a todos los órganos aéreos de la planta, aunque su manifestación es más notable en frutos y hojas (Reché, 1997).

- **Daños:**

- **Manchas:** Es la manifestación más frecuente, producida por *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*, que afecta a cualquier parte de la planta. En las hojas, estas manchas están delimitadas por los nervios; a veces la parte de la hoja dañada cae dando un aspecto de cribado. En los frutos se producen pequeñas lesiones redondeadas que pueden llegar a la pulpa, infectando las semillas.
- **Podredumbres:** Frecuentes en plantas adultas de *Cucurbita pepo* L. son ocasionada por *Erwinia carotovora*, que penetra por las heridas de la poda de hojas, aclareos de frutos o durante la recolección, produciendo podredumbre blanda en los tallos con oscurecimiento de los vasos.
- **Marchitamientos:** Se producen por la acción de *Erwinia tracheiphila* localizada en los haces vasculares. Como consecuencia de la invasión del sistema vascular, por las bacterias, que dificultan la circulación y transporte de la savia (traqueobacteriosis).

- **Control preventivo:**

- Emplear semillas sanas.
- Destruir los focos iniciales en plantas y restos de vegetales contaminados.
- Reducir los daños y lesiones producidos durante la poda así como llevar a cabo la desinfección de manos y útiles de trabajo.
- Evitar la excesiva humedad y los abonos ricos en nitrógeno.
- Alternativas correctas.

3.10.3.3 Enfermedades producidas por virus

Las virosis son las enfermedades producidas por los virus en las plantas. Estos seres vivos son pequeños agentes infecciosos invisibles al microscopio ordinario y sólo observable con el microscopio electrónico (Reché, 1997). Ver **Foto 18**.

- **Daños:**

Los síntomas exteriores son variados y afectan a diferentes partes de la planta, pudiendo citar, entre otros:

- Reducción del crecimiento y deformación de hojas y frutos.
- Modificaciones del color de la hoja (moteados, mosaicos, amarilleamientos, etc.)
- Abullonado del fruto.
- La transmisión y penetración en la planta puede ser de varias formas: Por vectores aéreos, por contacto y a través de las semillas.

- **Control:**

La lucha contra la virosis debe realizarse:

- Evitando focos infecciosos.
- Impidiendo la propagación del virus al tratar los vectores transmisores, pulgones principalmente.
- Rotación de cultivos, al objeto de suprimir durante varios años una misma especie vegetal que ha sufrido daños por virus.
- Empleando mallas para evitar la entrada de insectos vectores, pulgones, mosca blanca, etc.

Al calabacín le atacan los siguientes virus: Virus del mosaico amarillo del calabacín (ZYMV), que junto con el WMV-2 (mosaico de la sandía), son los causantes de las mayores pérdidas en calabacín, virus del mosaico de la calabaza (SqMV) y virus del mosaico del pepino (CMV).



Foto 18: Virus del mosaico amarillo del calabacín (AgroCabildo, 2019).

3.10.3.4 Enfermedades de suelo

Algunas de las enfermedades que atacan al calabacín en el terreno de asiento son debido a hongos que viven en el suelo. El invernadero, por ejemplo, es un medio idóneo para el desarrollo de estos hongos en el suelo, pudiendo, a veces, penetrar a gran profundidad, lo que dificulta su control (Reché, 1997).

- **Daños:**

- Producción de enfermedades vasculares, al desarrollarse el hongo en el interior de los vasos conductores e impedir la circulación de savia. Esta sintomatología es producida por *Fusarium oxysporum*, que en calabacín raramente tiene importancia.
- Pudrición de las raíces, del cuello y de la base del tronco, producida por hongos que penetran hasta el parénquima medular. Entre los más importantes están: *Pythium*, *Phitophthora capsici* y *Rhizoctonia solani*.

- **Control:**

- Desinfección de semillas.
- Desinfección del terreno.
- Desinfección de semilleros.



4. PARTE EXPERIMENTAL





4.1 Material y métodos



4.1.1 Situación del ensayo

El ensayo comparativo fue realizado en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, concretamente en la Sección de Ingeniería Agraria, en el término municipal de San Cristóbal de La Laguna, ubicada concretamente en la carretera general de Geneto, número 2. Ver **Foto 19**.

La duración de la experiencia abarca unos tres meses, correspondientes al período de abril a junio de 2018.



Foto 19: Ortofoto del lugar de la experiencia (IDECanarias, 2019).

La localización geográfica del cultivo está determinada por unas coordenadas de latitud y longitud de unos $28^{\circ} 28' 47''$ N y $16^{\circ} 19' 08''$ respectivamente, con una altura de 549 msnm.

4.1.2 Tipo de invernadero utilizado

El tipo de invernadero es un invernadero semielíptico, de estructura metálica, con cubierta de polietileno térmico flexible. Esta cubierta tiene un espesor de 800 galgas.



Foto 20 y 21: Vista exterior del invernadero donde se realizó la experiencia (izquierda y derecha).

En cuanto a longitud y anchura, tiene unas medidas aproximadas de 58,4 m de largo y unos 13,9 m de ancho, estimando una superficie total cultivable dentro de éste de unos 811,76 m². La altura a cumbre del mismo es de aproximadamente unos 3 metros y medio, por lo que se pueden implantar cultivos de un porte no superior a dicha altura. Véase **Foto 20, 21 y 22**.



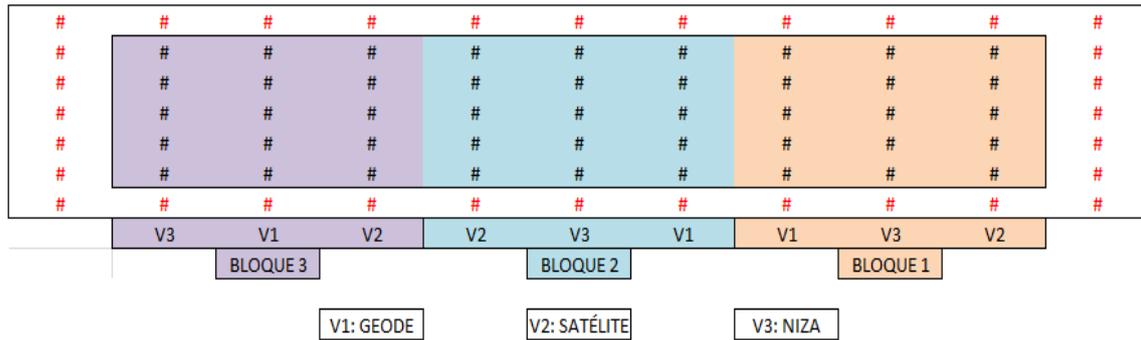
Foto 22: Vista interior del invernadero.

4.1.3 Diseño experimental

El diseño experimental queda esquematizado en la **Ilustración 7**. Se realizó siguiendo un diseño estadístico en bloques al azar con tres repeticiones, con tratamientos dirigidos a tres cultivares de calabacín de forma redondeada, siendo V1, V2 y V3 los cultivares Geode, Satélite y Redondo de Niza respectivamente.

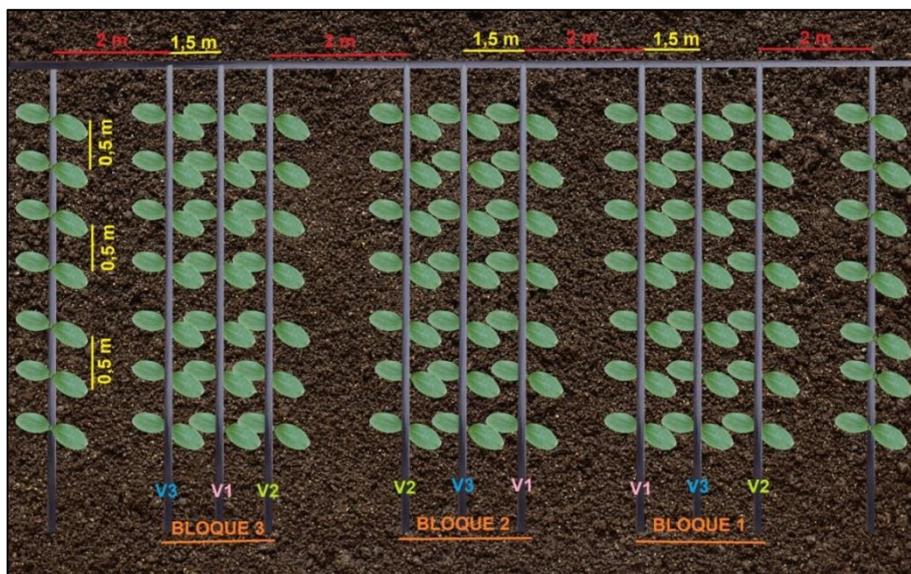
Ensayo comparativo de cultivares de calabacín redondo (*Cucurbita pepo* L.), bajo invernadero

Ilustración 7: Representación esquemática del diseño experimental.



Mencionar también, que los tres bloques, a su vez, están separados por una línea borde en el perímetro del ensayo.

Ilustración 8: Representación ilustrada del diseño experimental.



El dimensionado de la unidad experimental total, fue de unos 17 m de largo por unos 3,5 m de ancho, que hace un total de superficie cultivada de 59,5 m². Así pues, cada bloque estaba compuesto por tres laterales que se corresponden individualmente con 7 plantas iguales de cada variedad experimental. El marco de plantación utilizado fue de 0,5 m entre plantas y 1,5 m entre filas, dando lugar a una densidad de plantación en torno a las 1,29 plantas/m².

4.1.4 Obtención de semillas

La obtención de semillas fue a través de una casa de semillas que propició además una serie de características de cada variedad:

'Redondo de Niza'



Variedad de ciclo precoz, productiva, con planta de porte medio y crecimiento determinado. Produce frutos redondos, de color verde claro. El fruto se consume con 8-10 cm. de diámetro. Muy buena calidad gustativa.

'Geode'



Planta vigorosa, de frutos redondos, color verde medio y uniformes que desprende bien la flor. Variedad muy precoz y productiva, adaptada al cultivo bajo invernadero y aire libre.

'Satélite'



El fruto, de muy buena presencia, tiene un color verde oscuro brillante. El peso medio es elevado. La consistencia y la conservación postcosecha son muy buenas.

Foto 23: Frutos de los cultivares con sus características comerciales.

Ensayo comparativo de cultivares de calabacín redondo (*Cucurbita pepo* L.), bajo invernadero

Cabe mencionar que el formato comercial en el que se vendían estos cultivares, eran sobres que contenían unas 100 semillas de las mismas tal y como se muestra en la **Foto 24**.

Foto 24: Semillas de los distintos cultivares utilizadas en el ensayo.



4.1.5 Preparación de semilleros

El semillero se llevó a cabo en el invernadero de cultivos hidropónicos de la propia Sección de Ingeniería Agraria, el día 16 de febrero de 2018. Para la preparación de los mismos, se utilizaron bandejas de poliestireno expandido de 247 alveolos, con un sustrato a base de turba.



Foto 25 y 26: Sustrato para la preparación de semilleros (izquierda) y bandejas de poliestireno (derecha).

El proceso era bastante sencillo; Se rellenaban los alveolos en los que se depositarían las semillas con turba, y posteriormente, se retiraba el excedente de la misma con una madera nivelada, tras haber comprobado que la turba tenía una consistencia más o menos compacta en el alveolo. Ver **Fotos 25 y 26**.

Se rellenaron, por variedad, 52 alveolos que producirían teóricamente 52 plántulas, destinadas al cultivo en el ensayo y a la reposición de marras.

Una vez puesto el sustrato en las bandejas, se introducían las semillas a pocos milímetros de la superficie, asentándolas de forma horizontal, y recubriéndolas nuevamente con turba en el caso de que fuera necesario, permitiendo que germinen sin mayor dificultad.

Finalmente, era necesario etiquetar los distintos cultivares en el semillero, anotando la fecha de siembra ya mencionada anteriormente. Ver **Fotos 27 y 28.**



Foto 27 y 28: Etiquetado de los distintos cultivares (izquierda y derecha).

En esta fase de germinación y nascencia de las plántulas, era necesaria la aplicación de riegos por microaspersión, con un sistema capaz de suministrar unos 4 l/h, además de propiciar una buena humedad relativa en el ambiente.

El porcentaje de germinación no fue semejante en todos los casos. Los cultivares Geode y Redondo de Niza presentaban alrededor de un 85 y 65% respectivamente, mientras que el cultivar Satélite tenía un escaso 20% a día 2 de marzo de 2018.

4.1.6 Análisis de agua

Con motivo de asegurar el éxito de la proliferación del cultivo, se realizó un análisis de agua para valorar el estado de la misma, y finalmente, realizar una enmienda o corrección de esta.

El análisis fue realizado por el Instituto de Productos Naturales y Agrobiología – CSIC, situado en el Campus Anchieta de la ULL, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 6: Análisis del agua de riego (CSIC, 2018).

Análisis de agua			
CE ($\mu\text{S/cm}$ a 25°C)		670	
pH		8,4	
Cationes	meq/l	Aniones	meq/l
Calcio	0,79	Carbonato	0,67
Magnesio	3,9	Bicarbonato	5,5
Sodio	4,1	Sulfato	1,5
Potasio	0,54	Cloruro	1,5
Observaciones			
Contiene 4 ppm de nitratos			

La **Tabla 6** indica que la C.E. se encuentra por debajo de 1.000 $\mu\text{S/cm}$, por lo que no es preocupante el efecto de la salinidad. Por otro lado, el valor de pH se encuentra elevado. Esto se debe principalmente a la presencia de carbonatos y bicarbonatos, en proporciones elevadas, tal y como se observa en el análisis adjunto. Considerando que los valores óptimos de pH para el cultivo oscilan en torno a 5,5 y 6, se realiza una corrección del mismo mediante el aporte de ácido nítrico y ácido fosfórico. También podemos observar que los valores de cloro están elevados. Tratando de solucionar el problema, se aplica una vez a la semana un riego solo con nitrato cálcico y ácido nítrico, incorporado mediante fertirrigación. El calcio, por el contrario, presenta un valor relativamente bajo, inferior a los 50 mg/l, con un valor aproximado de unos 15,83 mg/l. Esta deficiencia la corregimos con el aporte de nitrato cálcico como se mencionó anteriormente.

4.1.7 Análisis de suelo

Tabla 7: Análisis de suelo (ICIA, 2018).

Parámetros analizados	Resultados	Interpretación (Hernández et al. 1980)
Materia orgánica (%)	0,7	Incorrecto (> 0,2)
Fósforo (ppm)	137	Muy alto (60-80 ppm)
Sodio (meq/100 g)	6,5 (20,5 %)	Alto (<5 %)
Potasio (meq/100 g)	6,4 (20,18 %)	Correcto (2-12 %)
Calcio (meq/100 g)	12,2 (38,48 %)	Bajo (50-60 %)
Magnesio (meq/100 g)	6,6 (20,82 %)	Correcto (10-20 %)
pH pasta saturada	8,3	Alto (5-7)
C.E. en el extracto saturado (mS/cm 25°C)	1,25	Correcto (<2.0)
Porcentaje de saturación (%)	44,1	

El análisis de suelo correspondiente a la **Tabla 7**, revelaba numerosos valores que se encuentran por debajo o por arriba de los niveles óptimos para la implantación del cultivo. La materia orgánica se encontraba dentro de los valores adecuados debido a la incorporación de estiércol a razón de 2 kg por metro cuadrado.

El resto de las deficiencias que presentaba el suelo se corrigieron mediante el aporte de macros y microelementos a través de fertirrigación.

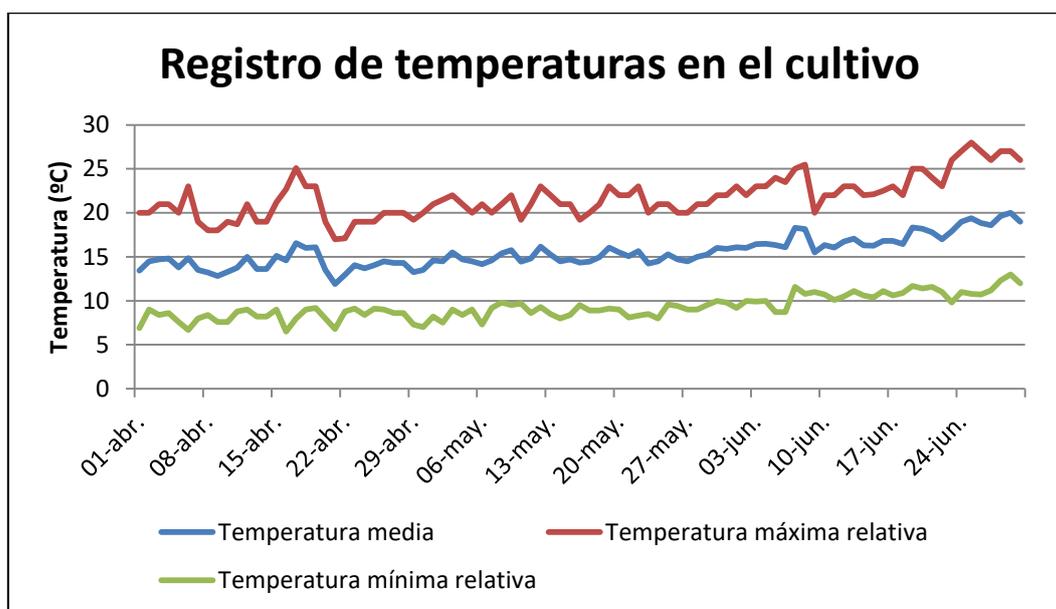
El riego con nitrato cálcico y ácido nítrico fueron empleados para la reducción de valores altos de sodio. También señalar que, este nitrato cálcico aportado para la reducción del sodio, sirvió para aumentar el valor del calcio que se encontraba bajo en el suelo.

4.1.8 Instalación de una estación meteorológica

Con el objetivo de estudiar el comportamiento y la evolución del calabacín (*Cucurbita pepo* L.) ante las condiciones determinadas de temperatura y humedad, propias de la zona de implantación del cultivo, se instaló una estación meteorológica encargada de medir parámetros relacionados con temperaturas máximas, medias y mínimas, así como humedades.

4.1.8.1 Temperatura

El registro de las temperaturas medias, así como las máximas y mínimas relativas, queda sintetizado por la siguiente gráfica:



Gráfica 12: Registro de temperaturas en el interior del invernadero.

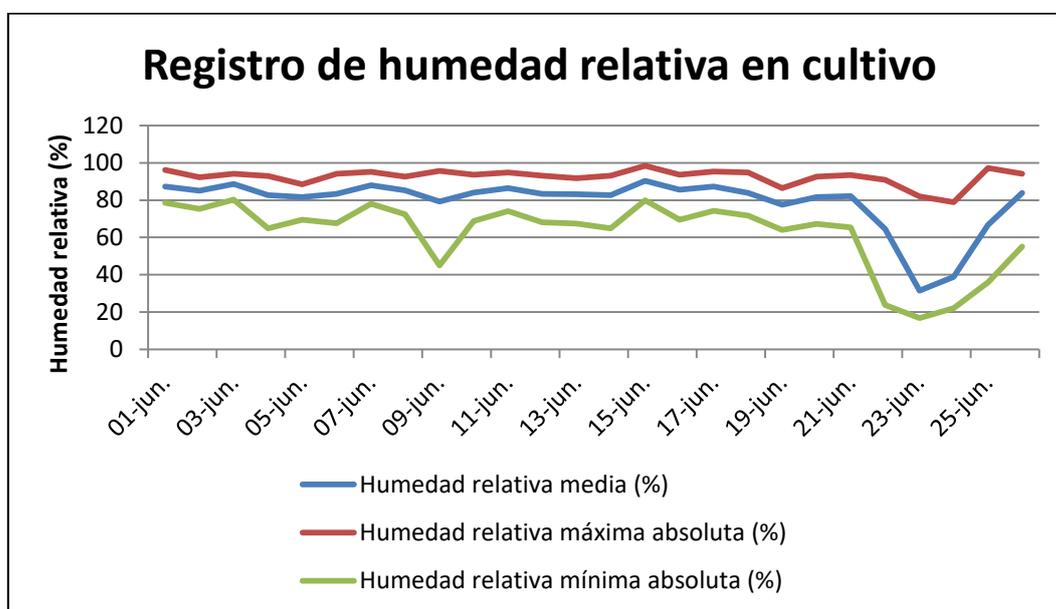
La **Gráfica 12** muestra la evolución de las temperaturas en un periodo comprendido entre los meses de abril a junio, coincidente con el período de trasplante del cultivo hasta la finalización del mismo. El registro data las temperaturas máximas y mínimas alcanzadas durante esos días del mes, así como las temperaturas medias resultantes de la relación entre éstas dos.

El cultivo estaba en fase de fructificación- recolección en este período, y estuvo sometido a rangos de temperaturas que oscilan entre los 7 y 28°C, con un valor de temperatura media de unos 17,5°C. Considerando que las

temperaturas óptimas para floración–fructificación oscilan alrededor de los 20°C durante la noche y los 25°C durante el día (Reché,1997), el rango de temperaturas sería calificado como aceptable para el buen desarrollo del mismo, aunque sería conveniente la adecuación de estos valores en otra experiencia futura.

4.1.8.2 Humedad

Al mismo tiempo que la temperatura, se llevó un registro de las humedades relativas ambientales, tal y como se muestra en el siguiente gráfico:



Gráfica 13: Registro de humedad relativa en el invernadero.

Al igual que en el apartado anterior, la **Gráfica 13** muestra la evolución de la humedad únicamente en el mes de junio, con el fin de analizar la correspondencia entre el aumento de temperatura con el descenso de la humedad.

Este registro data los valores de humedad máximos y mínimos alcanzados durante esos días del mes, así como el valor promedio de humedad.

Según Reché (1997), los valores óptimos de esta especie en cuanto a humedad relativa en invernadero, estarán cercanos a valores entre el 65 y el

80%. La humedad relativa media para este mes, permanece por encima del 80% durante todo el período analizado, con la salvedad de la caída de humedad experimentada en los días próximos al 24 de junio. Esta humedad relativa media elevada fue tomada como un valor aceptable debido a que no provocó enfermedades fúngicas de forma destacable y permitió el correcto desarrollo del cultivo.

4.1.9 Trasplante

La realización del trasplante fue llevada a cabo el día 14 de marzo de 2018, con el condicionante de que las plántulas tuvieran al menos una hoja verdadera desarrollada. Se trasplantó una planta por golpe únicamente, y se procedió a realizar un riego de asentamiento con el objetivo de apoyar a las nuevas plantas y reducir el número de marras, tal y como se muestran en las imágenes a continuación. El esquema seguido en la implantación del cultivo está explicado en el apartado 5.1.3 de Diseño experimental. Ver **Fotos 29, 30 y 31**.



Foto 29 y 30: Extracción de plantas desde semillero (izquierda) y trasplante de plántulas (derecha).



Foto 31: Trasplante al completo de la unidad experimental.

4.1.10 Sistema de riego

El sistema de riego empleado fue riego por goteo. La instalación del sistema de riego disponía de un cabezal, en el que se encuentran dos filtros de arena acompañados por dos filtros de malla encargados de la retención de las partículas de suciedad para la limpieza del agua. A la salida de los filtros se acopla una tubería de acero galvanizado de 2,5" de diámetro interior, a la que le sigue una de polietileno de baja densidad de 32 mm, de la que parten las tuberías terciarias, también de polietileno de baja densidad, de 16 mm de diámetro. Véase **Fotos 32 y 33**.



Foto 32 y 33: Filtros de malla (izquierda) y filtros de arena (derecha) del sistema de riego.

El riego estaba gobernado por un programador de la marca Prisma.



Foto 34: Programador de riego de la marca Prisma utilizado.

Este programador del tipo P-6, se configuró para la aplicación de riegos de lunes a viernes, dejando el sábado y el domingo sin regar en las fase inicial o de trasplante de cultivo. Al comienzo, se aplicaban riegos de 5 minutos en

fase de plantación. En el proceso de emisión floral, se aumentó el tiempo de riego a 10 minutos, ampliándose nuevamente en la fase de fructificación-recolección a intervalos de riego de 15 minutos aplicados durante toda la semana, de lunes a domingo, principalmente por la elevada exigencia del cultivo en este momento. Ver **Foto 34**.

Es importante considerar que los goteros emiten un caudal de 4 l/h, siendo un parámetro necesario para el cálculo de las dosis de riego en cada fase de desarrollo del calabacín:

- Dosis de riego en las etapas iniciales del cultivo:

Si: 4 l → 60 min	Dosis= 0,33 l/planta x 5 días
X l → 5 min	Dosis= 1,65 l/planta/semana

- Dosis de riego en la etapa de floración del cultivo:

Si: 4 l → 60 min	Dosis= 0,67 l/planta x 5 días
X l → 10 min	Dosis= 3,35 l/planta/semana

- Dosis de riego en la etapa de fructificación del cultivo:

Si: 4 l → 60 min	Dosis= 1 l/planta x 7 días
X l → 15 min	Dosis= 7 l/planta/semana

4.1.11 Fertilización

La fertirrigación se realizó con un equipo de tres depósitos de 1000 l cada uno, enumerados del 1 al 3, controlados por el programador de riego descrito anteriormente. En el primero se colocaba el ácido nítrico con ácido fosfórico, con el objetivo de regular el pH. En el segundo, nitrato cálcico con ácido nítrico para evitar el precipitado en el depósito, y finalmente en el tercero, se colocaba el nitrato potásico y sulfato potásico, trabajando luego con los porcentajes de inyección para mantener los equilibrios. Ver **Fotos 35 y 36**.



Foto 35 y 36: Depósitos de fertirrigación (izquierda) y programador de riego (derecha).

Tabla 8: Equilibrios en la fertirrigación.

Equilibrio	CE	pH	Dosis de riego
1-2-1	1200	6,5	5'
1-1-1	1600	6,5	10'
1-0,5-2	1600	6,5	15'

Mediante la aplicación simultánea de agua y fertilizante, se aportaban los nutrientes del cultivo. Un sistema de Venturi eran los encargados de inyectar los siguientes volúmenes de disolución en las diferentes etapas de desarrollo del calabacín:

- Etapa inicial del cultivo

Se empleó un equilibrio de 2-1-1 de NPK, bajo unas condiciones de CE y pH del agua utilizada de 1200 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y 6,5 respectivamente, durante períodos de tiempo de 5 minutos.

- Floración del cultivo

En este caso se optó por un equilibrio de 1-1-1 de NPK, bajo unas condiciones de CE y pH del agua utilizada de 1600 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y 6,5 respectivamente, durante períodos de tiempo, esta vez mayores, que hacían un total de 10 minutos al día.

- Etapa de fructificación-recolección

Finalmente, se utilizó un equilibrio de 1-0,5-2 de NPK, bajo unas condiciones de CE y pH del agua utilizada de 1600 $\mu\text{s}/\text{cm}$ y 6,5 respectivamente, durante períodos de tiempo aumentados nuevamente de 15 minutos al día.

4.1.12 Entutorado y colocación de placas cromáticas

Con el objetivo de evitar que la guía de la planta esté en contacto con el suelo y a fin de preservar un porte erguido del cultivo que facilite la recolección de sus frutos, se realizó un entutorado con rafias de hilo simple de forma vertical, que iba atado a una guía de alambre fijada al emparrillado del invernadero, que está situado a una altura de 1,70 m aproximadamente, y a una parte de la planta.



Foto 37: Preparación del entutorado con el atado de rafias

La acción de entutorado o guía de la planta había que realizarla varias veces a lo largo del cultivo para garantizar el porte erecto de la planta, puesto que, en ocasiones, debido al peso de los frutos, o un mal agarre de los propios zarcillos de la planta, tenía tendencia al vuelco. Véase **Fotos 37, 38 y 39**.



Fotos 38 y 39: Calabacín entutorado (izquierda) y enrollado (derecha).

Al mismo tiempo, se realizó la colocación de placas cromáticas o cromotrópicas con feromonas, destinadas al control de potenciales plagas. Las placas colocadas fueron un total de tres, una de color amarillo, y otras dos color azul, destinadas al control de insectos de forma general y trips respectivamente. La altura de colocación de estas trampas estaba en torno a unos 50 cm desde el suelo. Estas placas también fueron consideradas como posibles indicativos de otras plagas potencialmente peligrosas como pulgones o mosca blanca, que podrían quedar adheridas a éstas. Ver **Fotos 40, 41 y 42**.



Foto 40 y 41: Placa cromática colocada en el cultivo.



Foto 42: Disposición de las placas cromáticas en el cultivo.

4.1.13 Eliminación de malas hierbas

Para la eliminación de la competencia por los nutrientes disponibles del suelo, se realizaron varias escardas a lo largo del cultivo, destacando la

importancia de la primera escarda al poco tiempo de haber realizado el trasplante, que aseguraba la correcta implantación y desarrollo del mismo.



Foto 43: Aparición de malas hierbas en el cultivo.

Las escardas fueron realizadas de forma manual, haciendo un total de tres en todo el ciclo productivo.

El material fue retirado fuera del invernadero para evitar la aparición de posibles focos de plaga.

4.1.14 Azufrado

Como método de acción preventivo y con acción fungicida, se realizó un espolvoreo de azufre por todo el cultivo con un espolvoreador de mano, donde se aplicaba el producto intentando cubrir toda la superficie foliar.

4.1.15 Polinización



Foto 44: Abejorros *Bombus canariensis* utilizados para la polinización en invernadero, en ensayos para el año 2019

En un principio, se planteó la utilización de colmenas dentro del propio invernadero, utilizando los abejorros *Bombus canariensis* como agentes polinizadores, véase **Foto 44**. Esto no fue llevado a cabo por la correcta proliferación y cuajado de los frutos de *Cucurbita pepo* L., debido a

que las mallas abiertas de la puerta de entrada permitía el acceso y actuación de insectos polinizadores dentro del invernadero. También se sabía de la existencia de una colmena de la especie *Bombus canariensis* a las afueras de otro invernadero cercano, situado a menos de un kilómetro del cultivo, por tanto, estas podían efectuar una acción polinizante. Tampoco se planteó la utilización de fithormonas.

4.1.16 Eliminación de flores y frutos

Las flores del calabacín, una vez completada su función, se desprenden de la planta cayendo sobre el suelo y otros órganos de la misma. Al pudrirse, generan fuentes de inóculo para potenciales plagas y enfermedades. Lo mismo ocurre con los frutos que no se eliminan tras exhibir daños por posibles enfermedades, malformaciones o un crecimiento excesivo, originando el agotamiento excesivo de la planta.

Por este motivo, se realizó una eliminación de aquellas flores que caían sobre los distintos órganos vegetativos y una supresión de aquellos frutos que presentaban las características nombradas en el párrafo anterior. Esta operación fue repetida varias veces a lo largo del desarrollo del cultivo, principalmente, en la fase floración-fructificación.

Todo este material, era retirado del invernadero en bolsas de basura plásticas.

4.1.17 Recolección

No existiendo unos criterios específicos en cuanto a longitud, diámetro y peso de frutos a la hora de la recolección del calabacín redondo, se tomaron medidas fijadas por las casas comerciales de las semillas proveedoras, que afirman que el momento óptimo de su recolección para consumo era un diámetro de unos 8-10 cm, mientras que su peso aproximado debería rondar los 400 gramos.

El proceso de recolección comenzó el día 27 de abril de 2018 y finalizó el 12 de junio 2018, realizándose un número total de seis recolecciones representativas. Véase **Fotos 45, 46, 47 y 48**.



Foto 45: Proceso de recolección.

En este proceso de recolección, se cortaba el pedúnculo del fruto y, posteriormente, se identificaban los calabacines de forma individual, para finalmente, medir los parámetros necesarios analizados en la parte estadística. Estos calabacines eran transportados en cajas y después, pesados y medidos.



Foto 46 y 47: Pesaje (izquierda) y recolección de frutos en cajas (derecha).

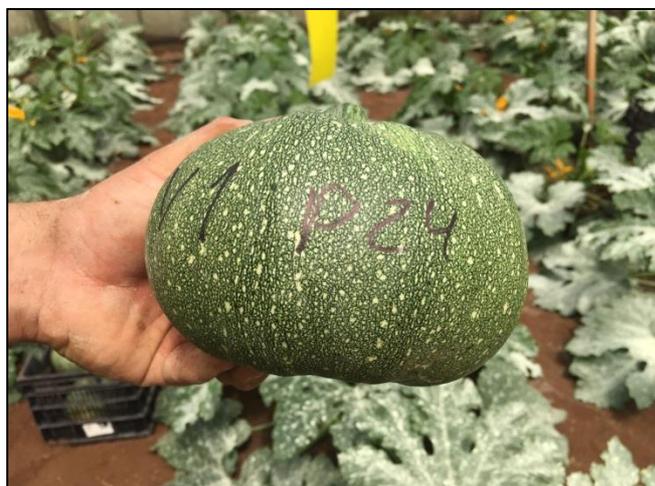


Foto 48: Identificación de los calabacines recolectados.

4.1.18 Fisiopatías

4.1.18.1 Frutos aneblados

La presencia de frutos aneblados o con rugosidades, y marcados por una coloración amarilla, aparecían en el cultivo, siendo el motivo principal el agotamiento de la planta por la gran cantidad de frutos producidos. Ver **Foto 49**.



Foto 49: Fruto con coloración amarilla por agotamiento.

4.1.18.2 Deformaciones

Deformación en frutos



Otras fisiopatías destacadas podían ser; la formación de frutos con formas irregulares, a causa de una mala polinización, y enrollado de hojas acompañadas de un amarilleo, sintomatología típica de una afección virótica.

4.1.19 Plagas

Principalmente, en las últimas fases del cultivo, se produjeron ataques importantes de diferentes plagas. Los daños más relevantes fueron los siguientes:

4.1.19.1 Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Araña roja (*Tetranychus urticae*)



Probablemente, debido a las condiciones de alta temperatura y baja humedad que se produjeron en el invernadero, destacó un foco de araña roja que atacaba principalmente a los pedúnculos de los frutos, en lugar de establecerse en las hojas, tal y como se muestra en la **Foto 50**.



Foto 50: Presencia de *Tetranychus urticae* en el pedúnculo.

4.1.19.2 Trip (*Frankliniella occidentalis*)

Trip (*Frankliniella occidentalis*)



El ataque predominante de esta plaga, así como el establecimiento de la misma, se centraba principalmente en las flores. Véase **Foto 51 y 52**.



Foto 51 y 52: Presencia de *Frankliniella occidentalis* en flores de calabacín.

Se observó también la presencia de algunos ejemplares de mosca blanca y pulgones, pero en un número muy reducido de ejemplares.

Los daños fueron tan poco significativos que no fue necesario el control de las plagas ya mencionadas. Recordar que los diferentes tipos de control se encuentran en el apartado 4.10.2. sobre las posibles plagas que pueden afectar al cultivo.

4.1.20 Enfermedades

4.1.20.1 Oídio y Botritis

Las principales enfermedades encontradas fueron aquellas producidas por hongos, principalmente, el Oídio y la Botritis.

Oídio de las cucurbitáceas



Foto 53: Ataque de Oídio de las cucurbitáceas.

Los tratamientos preventivos con espolvoreos de azufre sirvieron como método fungicida, aunque al final del cultivo, con la disminución del espolvoreo, se aumentó el ataque tal y como se muestra en la **Foto 53**.

Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*)



Foto 54: Ataque de *Botrytis cinerea* en frutos.

El color grisáceo se apoderaba del ápice de los frutos poco a poco, extendiéndose sobre el mismo. Ver **Foto 54**.

Aquellos frutos que eran recolectados y que estaban afectados por este hongo, presentaban necrosidades en el extremo contrario a la inserción del pedúnculo. En la **Foto 55** se aprecia un color parduzco-negro en la parte inferior.



Foto 55: Afección de la *Botrytis cinerea* en el interior de los frutos.

4.1.21 Datos recogidos para el análisis estadístico

Todos los datos tomados hacían referencia a parámetros productivos del cultivo principalmente para su posterior análisis comparativo:

- Seguimiento de la emergencia de las semillas

Una vez elaborado el semillero, se realizó un seguimiento semanal de la cantidad de semillas que conseguían germinar, para establecer una comparativa entre cultivares y determinar cuál era más prolífero.

- Identificación de plantas

La identificación de las plantas individuales era algo necesario para el estudio comparativo entre los distintos cultivares del diseño experimental. Tener un seguimiento de forma aislada de cada planta permite realizar una comparación mejor detallada, y evita la confusión entre los distintos cultivares de cada bloque.

- Fecha de recolección

Los datos cronológicos permitían situar de forma temporal la evolución del cultivo en cuanto a niveles de producción del mismo. Esto quiere decir que, la toma de fechas permitía identificar la variación del rendimiento por planta en relación a frutos producidos.

- Peso, longitud y diámetro

De acuerdo a las características óptimas que debían presentar los frutos en el momento recolección, la comparativa entre los cultivares, bajo las mismas condiciones, permitía adivinar si existían diferencias significativas entre los mismos.

La toma de peso se realizó con una balanza de sobremesa compacta, y las medidas de longitud y diámetro, correspondientes al alto y ancho del fruto respectivamente, se realizaron con un una regla de unos 30 cm de largo.

- Número de frutos por planta

Al querer realizar una comparativa entre el rendimiento de los tres cultivares de *Cucurbita pepo* L., era necesario el conteo de los frutos producidos por cada planta, de tal forma que, los cultivares que tenían un mayor rendimiento, se correspondían con los cultivares que mayor número de frutos producían.

- Destrío

Es de interés agronómico saber que variedad de calabacín produce un mayor número de frutos de carácter no comercial, es decir, aquellos frutos que por presentar deformaciones o varianzas morfológicas atípicas, no pueden ser destinados a un posible mercado. Estos cultivares con un alto número de frutos de destrío no serán considerados a la hora de establecer una plantación, y permite la elección de otro más óptimo.

4.1.22 Análisis estadístico

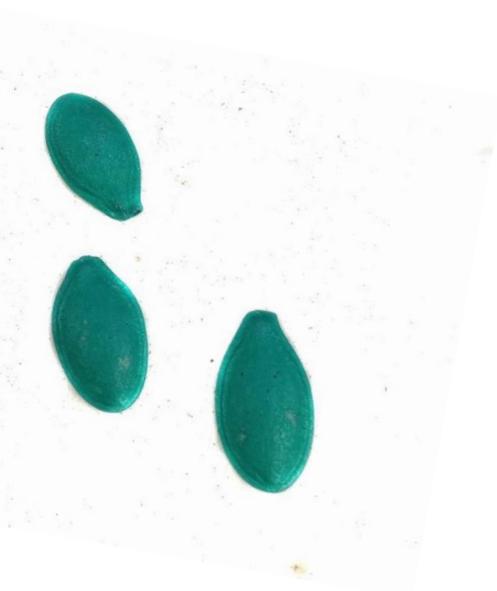
El análisis de los datos seleccionados sobre los parámetros productivos del apartado anterior, se realizó con el programa SPSS v19. Los modelos estadísticos aplicados mediante este programa permitió la comparación entre

Ensayo comparativo de cultivares de calabacín redondo (*Cucurbita pepo* L.), bajo invernadero

los tres cultivares, determinando si existían diferencias significativas o no entre ellos, en las diferentes variables estudiadas.



4.2 Resultados y discusión



4.2.1 Porcentaje de germinación

La importancia de seleccionar una variedad que tenga éxito en la emergencia de las semillas, y que al mismo tiempo, el número de reposiciones de mallas efectuadas sea bajo, es un parámetro de interés agrícola, pues supone un ahorro económico en la compra de semillas. Conocido esto, se realizó un seguimiento semanal de la cantidad de semillas que conseguían germinar de cada variedad, a fin de compararlas y establecer una conclusión.

Las **Tablas 9 y 10** sintetizan la relación entre el número de semillas que consiguieron germinar para cada cultivar, con respecto al total de semillas plantadas, para unas fechas concretas en las que se realizaron la toma de datos, y los porcentajes germinativos.

Tabla 9: Seguimiento germinativo de los cultivares.

Seguimiento germinativo			
Plantas germinadas/plantadas			
Fecha de observación	Geode	Satélite	Niza
16/02/2018	0 de 40	0 de 40	0 de 40
23/02/2018	3 de 40	0 de 40	0 de 40
02/03/2018	26 de 40	34 de 40	8 de 40
10/03/2018	35 de 40	38 de 40	24 de 40

Tabla 10: Porcentaje germinativo de 'Geode', 'Satélite' y 'Redondo de Niza'.

Porcentaje germinativo (%)		
Geode	Satélite	Niza
87,5	95	60

El cultivar Geode fue el primero en germinar a los 14 días de la fecha de siembra, mientras que 'Satélite' y 'Niza' aún no lo habían hecho. Pese a esto, a día 10 de marzo, el mayor porcentaje de semillas germinadas fue obtenido por Satélite, con un 95% del total, seguida por 'Geode', que pese a la prontitud de su emergencia, obtuvo un porcentaje menor del 87,5%.

Por otro lado, el cultivar Redondo de Niza tuvo un proceso de emergencia bastante lento y pobre en comparación a los otros, con tan sólo ocho plántulas germinadas a las tres semanas desde la siembra, y con un porcentaje germinativo final del 60%.

Las condiciones de los semilleros fueron iguales para todas las semillas de los distintos cultivares, por lo que se plantea que el bajo porcentaje germinativo del 'Redondo de Niza' se corresponde con la mala calidad de las semillas, o que los requerimientos de germinación en cuanto a humedad y temperaturas son distintos a 'Geode' y 'Satélite'.

4.2.2 Parámetros productivos

Para comparar las variables productivas de peso, longitud y diámetro de los tres cultivares, se realizó un análisis de la varianza, previa comprobación de las hipótesis de Homocedasticidad y Normalidad.

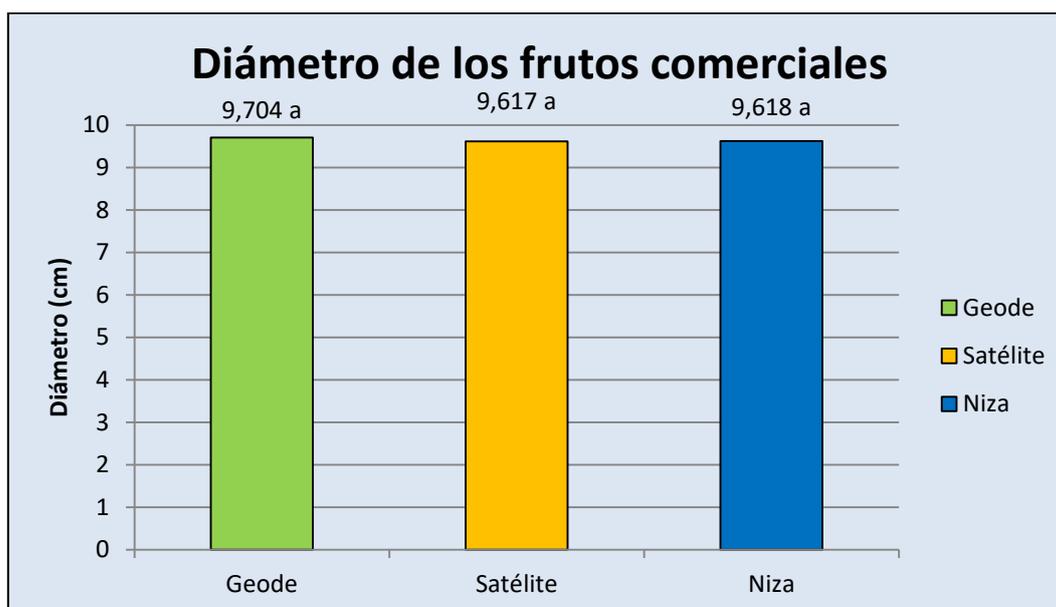
4.2.2.1 Diámetro

El diámetro medio de los calabacines recolectados, así como el nivel de significación entre grupos homólogos, queda reflejado en la **Tabla 11**:

Tabla 11: Relación de diámetros entre frutos comerciales de los cultivares.

Variedad	Diámetro (cm)	
	Media	Gr. Homólogos
Geode	9,704	a
Satélite	9,617	a
Niza	9,618	a

De forma más precisa, el siguiente gráfico muestra la relación existente entre los frutos comerciales de los cultivares, en función del diámetro tras haber sido recolectados omitiendo, por tanto, frutos abortados o destrío.



Gráfica 14: Relación de diámetros entre frutos comerciales de los cultivares.

Los calabacines redondos, al no estar regulados por un marco técnico que establezca una clasificación de las distintas medidas o categorías comerciales con los que pueden ser recolectados, todos son recogidos bajo un criterio unificado de medidas y peso. Entendido esto, es lógico que no existan diferencias significativas entre los diámetros de los frutos, ya que todos fueron recolectados con un diámetro de 8 a 10 cm. La **Gráfica 14** muestra claramente los valores medios del diámetro del calabacín y su significación, obteniendo medias de 9'7, 9'61 y 9'61 cm para los cultivares Geode, Satélite y Niza respectivamente, sin encontrar diferencias significativas entre ellos.

4.2.2.2 Longitud

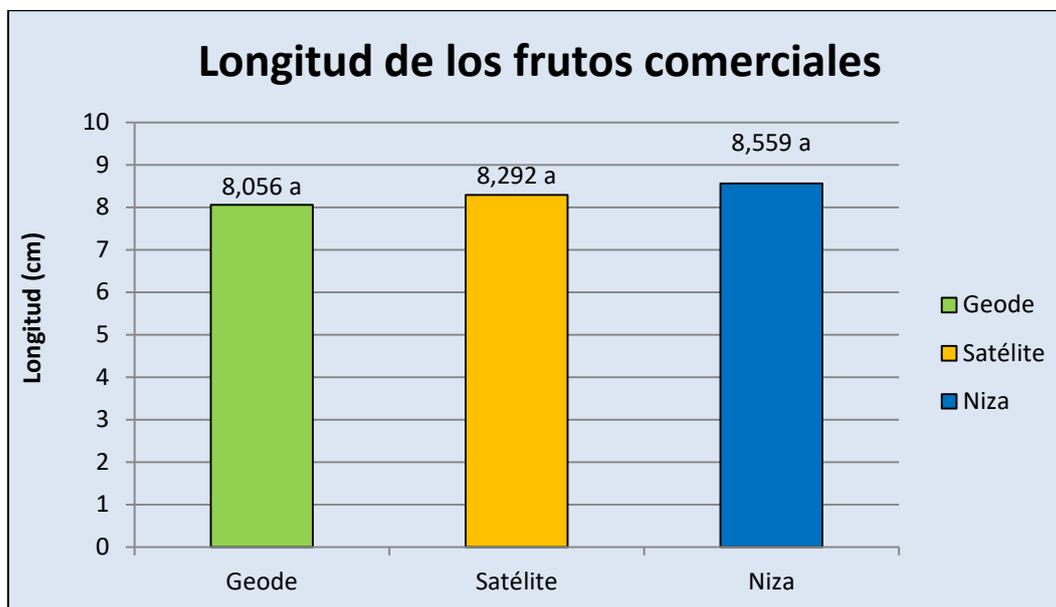
Con el objetivo de observar la interrelación que existe entre las diferentes longitudes de recolección de los cultivares, se adjunta la **Tabla 12**

Tabla 12: Relación de longitudes entre frutos comerciales de los cultivares.

Variedad	Longitud (cm)	
	Media	Gr. Homólogos
Geode	8,056	a
Satélite	8,292	a
Niza	8,559	a

En ella, se observa que no existe diferencia significativa entre cultivares.

De forma complementaria, el **Gráfico 15** muestra los datos obtenidos mediante análisis estadístico de las longitudes de aquellos frutos comerciales:



Gráfica 15: Relación de longitudes entre frutos comerciales de los cultivares.

El criterio de recolección unificado se ve apoyado por este gráfico, en el que no se aprecian diferencias significativas entre los frutos recolectados en cuanto a longitud. El cultivar Geode tuvo una media de 8,06 cm, mientras que ‘Satélite’ y ‘Niza’ tuvieron 8,29 y 8,55 cm de longitud, sin existir diferencias significativas entre ellos.

4.2.2.3 Peso

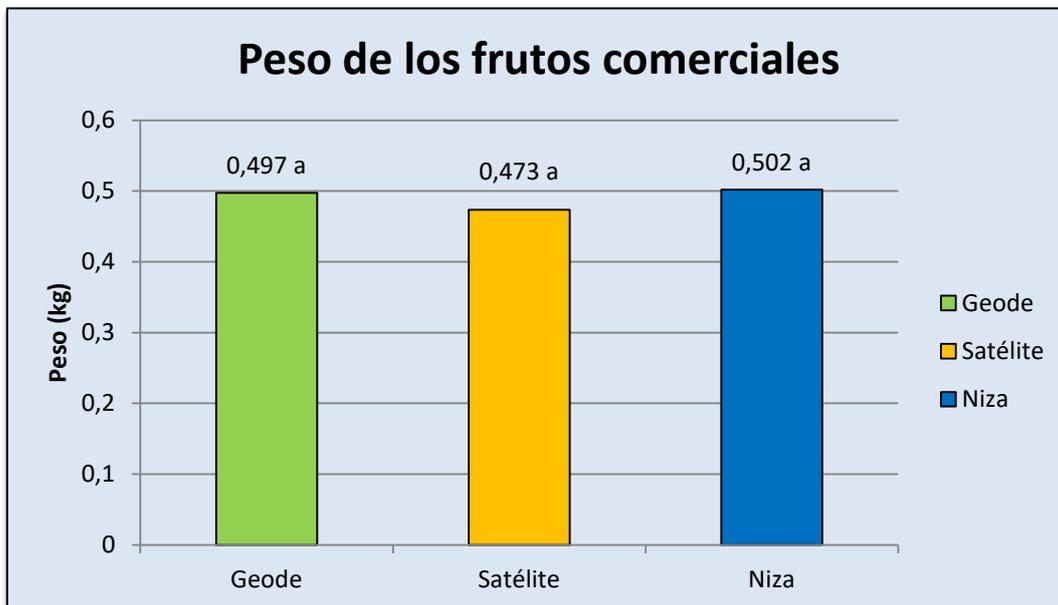
Una vez recolectados los frutos comerciales en función de su longitud y diámetro, posteriormente se pesaron, con el fin de comprobar que los calabacines, se adecuaban al peso que exige la Norma Técnica.

Tabla 13: Relación de pesos entre frutos comerciales de los cultivares.

Variedad	Peso (kg)	
	Media	Gr. Homólogos
Geode	0,497	a
Satélite	0,473	a
Niza	0,502	a

La **Tabla 13**, establece que no existen diferencias significativas en la totalidad de frutos recolectados.

Además, la **Gráfica 16** muestra la significación entre los pesos de los tres cultivares:



Gráfica 16: Relación de peso entre frutos comerciales de los cultivares.

El este gráfico se confirma que la relación de pesos para unas longitudes y diámetros determinados se corresponde con la Normativa Técnica, es decir, para diámetros y longitudes de 8 a 10 cm, se obtienen unos pesos medios de 400 gramos aproximadamente.

Además, muestra que no existen diferencias significativas entre los pesos medios de cada cultivar. Los frutos recolectados de 'Geode' tienen un peso medio de 497 gramos, un peso similar al de los cultivares Satélite y Niza, con pesos de 473 y 502 gramos respectivamente.

4.2.3 Destrío

Realizar un estudio de la cantidad de frutos producidos de carácter no comercial, es un parámetro interesante en la selección de un cultivar u otro más óptimo a nivel productivo y también, económicamente hablando.

Ensayo comparativo de cultivares de calabacín redondo (*Cucurbita pepo* L.), bajo invernadero

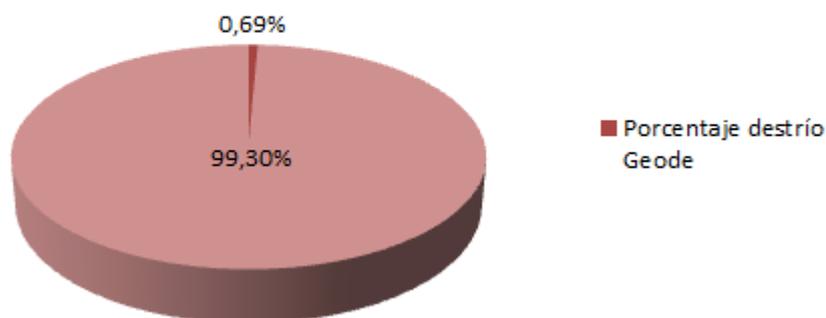
Tabla 14: Tabla representativa del total de frutos obtenidos y porcentajes.

	Totalidad de frutos recolectados	Totalidad destrío	Total frutos comerciales	Porcentaje aborto (%)	Porcentaje destrío (%)
Geode	288	2	99	64,930	0,694
Satélite	187	6	154	14,438	3,208
Niza	397	10	29	90,176	2,518

La **Tabla 14** muestra que el porcentaje de frutos de destrío es bastante bajo, siendo indicativo del correcto proceso de polinización y el buen cuajado de los frutos. Además, se incluye el porcentaje de abortos que será analizado en el apartado 5.2.4, que permite realizar el cálculo del total de frutos comerciales.

Por otro lado, y con el fin de entender mejor los resultados obtenidos, cada cultivar presentó los siguientes porcentajes de frutos no comerciales:

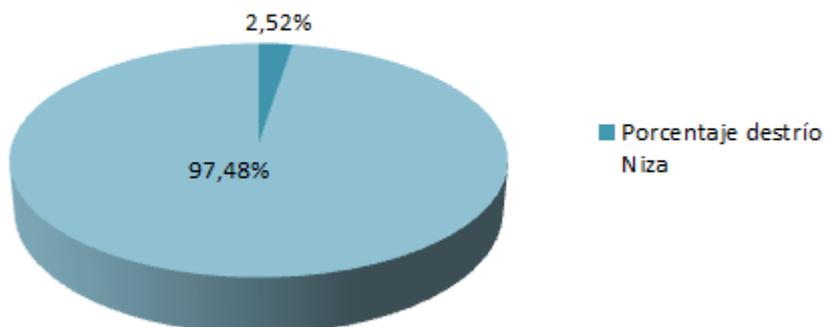
Total frutos Geode (%)



Gráfica 17: Porcentaje de frutos de destrío (Geode).

El menor porcentaje de frutos no comerciales fue obtenido por el cultivar Geode, con tan sólo un 0,69%. Ver **Gráfica 17**.

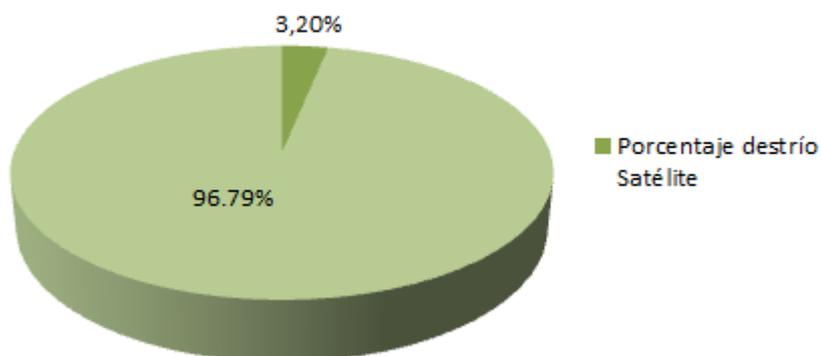
Total frutos Niza (%)



Gráfica 18: Porcentaje de frutos de destrío (Redondo de Niza).

El cultivar Redondo de Niza tiene un porcentaje de destrío del 2,52 %, que lo sitúa tras 'Geode' que tiene un mayor número de frutos no comerciales. Ver **Gráfica 18**.

Total frutos Satélite (%)



Gráfica 19: Porcentaje de frutos de destrío (Satélite).

El mayor porcentaje de frutos no comerciales fue obtenido por el cultivar Satélite, con un 3,20%, un porcentaje también bastante bajo. Ver **Gráfico 19**.

Tal y como se puede observar en los gráficos individualizados, el porcentaje de frutos de destrío producidos es prácticamente despreciable en comparación al volumen de frutos totales recolectados.

Este parámetro sería un indicativo importante para la elección del cultivar Geode con el fin de obtener un menor número de frutos de carácter no

comercial. Pese a esto, hay que tener en cuenta también la cantidad de abortos de los tres cultivares, puesto que reduce el total de frutos comerciales finales. Este parámetro será analizado en el apartado 4.2.4

Además, con el objetivo de analizar las tendencias morfológicas de los frutos producidos que no son comerciales, se estableció un análisis entre los cultivares Satélite y Redondo de Niza, ya que producían un mayor número de frutos de destrío en comparación a 'Geode', que únicamente produjo en toda la experiencia dos frutos no comerciales, siendo insuficiente este número para poder realizar una comparativa fiable entre los tres cultivares.

4.2.3.1 Diámetro

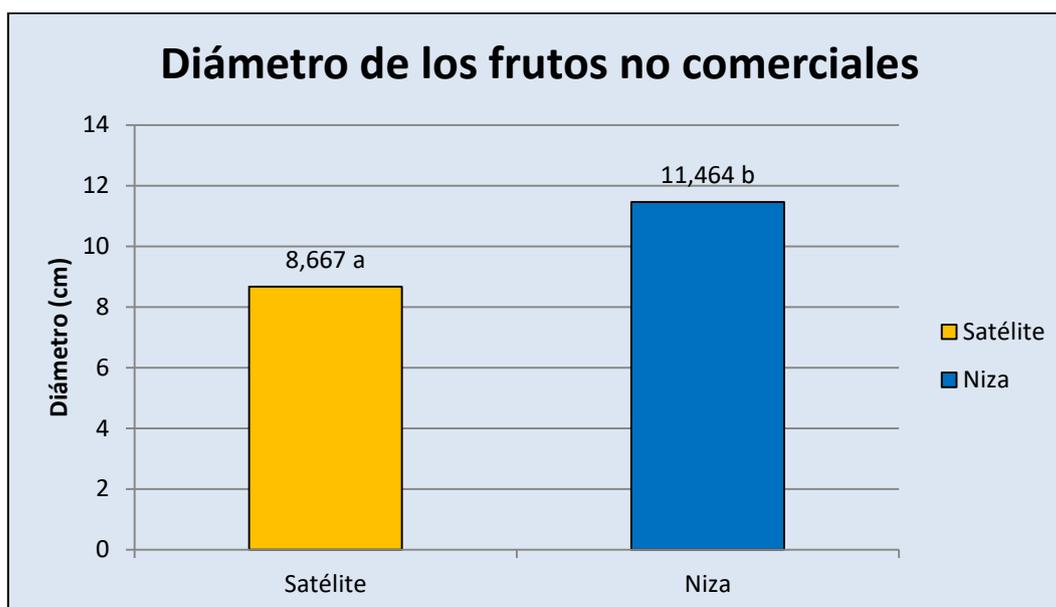
La **Tabla 15** incluye los diámetros medio de los frutos no comerciales, así como el grado de significación entre cultivares.

Tabla 15: Relación de diámetros de frutos no comerciales entre cultivares.

Diámetro (cm)		
Variedad	Media	Gr. Homólogos
Satélite	8,667	a
Niza	11,464	b

Existe una diferencia significativa entre los diámetros obtenidos en los frutos de destrío.

La **Gráfica 20** indica la diferencia significativa de forma visual:



Gráfica 20: Relación de diámetros de frutos no comerciales entre cultivares.

Mientras el diámetro medio de los frutos de ‘Satélite’ es de 8’67 cm, los de ‘Redondo de Niza’ tienen una media 11,46 cm.

Parece ser que la tendencia de la deformación del fruto se produce a nivel de diámetro. El consiguiente aumento del diámetro provoca un incremento del peso del fruto. El motivo que origina este fenómeno de la tendencia normalizada de aumento de diámetro y de peso, sin provocar modificaciones en la longitud de los frutos se desconoce, aunque podría estar ligado a condiciones de temperatura determinadas.

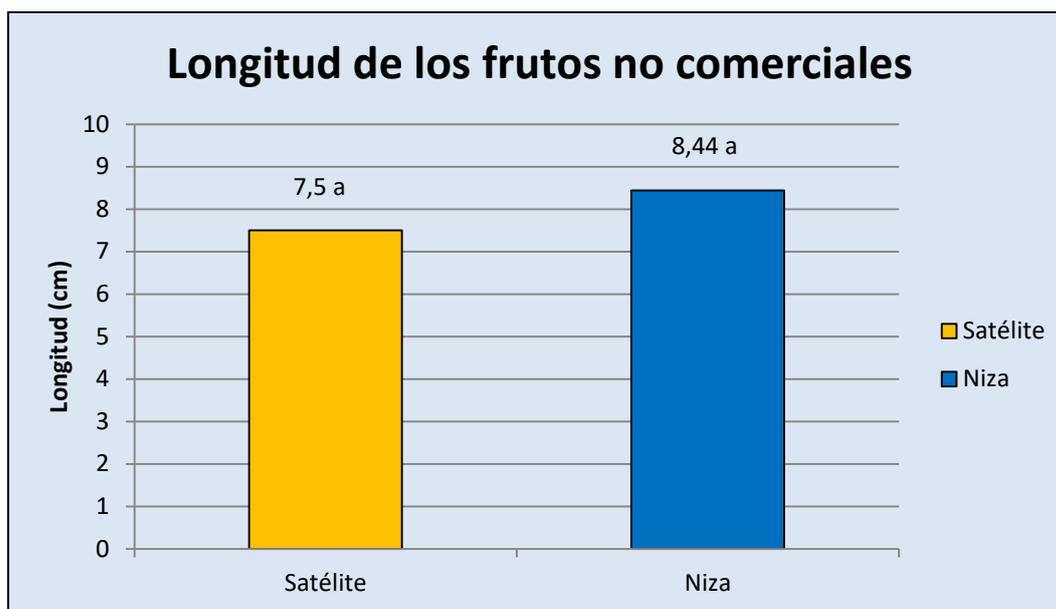
4.2.3.2 Longitud

La longitud de los frutos no comerciales se mantiene sin diferencias significativas.

Tabla 16: Relación de longitudes de frutos no comerciales entre cultivares.

Variedad	Longitud (cm)	
	Media	Gr. Homólogos
Satélite	7,5	a
Niza	8,44	a

La **Tabla 16** muestra la semejanza en cuanto a significación entre grupos homólogos, así como las longitudes medias, no existiendo diferencias significativas.



Gráfica 21: Relación de longitudes de frutos no comerciales entre cultivares.

El **Gráfico 21** expresa la similitud de longitudes entre frutos de destrío de los dos cultivares.

‘Satélite’ presenta frutos con longitudes de 7’5 cm, mientras que 8’44 cm es la longitud media de los ‘Redondos de Niza’.

El motivo de que la longitud sea un parámetro que permanece constante en el destrío es algo que se desconoce. Parece que las fluctuaciones de temperatura no tienen efecto en la modificación de la longitud, pero sí en el diámetro y el peso.

4.2.3.3 Peso

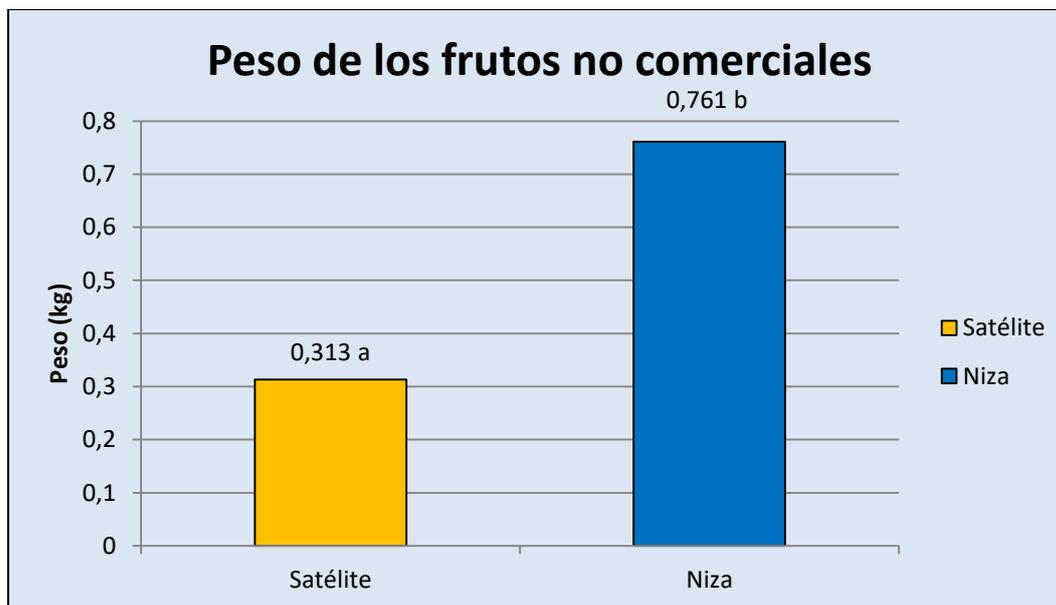
La **Tabla 17** muestra la diferencia significativa entre los cultivares Satélite y Redonde de Niza, en relación al peso de los frutos no comerciales.

Tabla 17: Relación de pesos de frutos no comerciales entre cultivares.

Variedad	Peso (kg)	
	Media	Gr. Homólogos
Satélite	0,313	a
Niza	0,761	b

En la siguiente tabla se observa la clara diferencia de peso existente entre los frutos de destrío de los dos cultivares.

La **Gráfica 22** apoya la idea mencionada en el apartado anterior.



Gráfica 22: Relación de pesos de frutos no comerciales entre cultivares.

Existe una tendencia muy acentuada de los frutos no comerciales de 'Redondo de Niza' por aumentar de peso en comparación al cultivar Satélite.

Mientras que el cultivar Redondo de Niza, tiene frutos con un peso medio de 761 gramos, 'Satélite', tiene frutos de 313 gramos.

El motivo principal es la tendencia a achatarse que tienen los frutos de éste, es decir, existe una correspondencia entre el diámetro del fruto no comercial y su peso, que son claramente mayores en el 'Redondo de Niza'.

4.2.4 Abortos

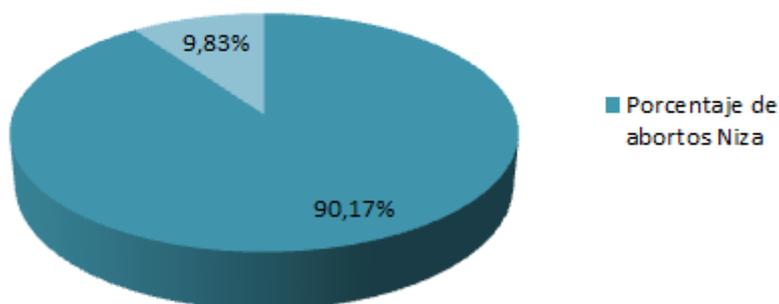
Si se compara la cantidad de frutos totales producidos en relación a la cantidad de frutos comerciales o destinados a consumo, se puede establecer una relación de productividad de cada cultivar, al igual que se realizó en el apartado anterior. En este caso, se tiene en cuenta la cantidad de frutos abortados, con el fin de entender los bajos rendimientos obtenidos en la experiencia.

Tabla 18: Porcentaje de abortos con respecto a la totalidad de frutos

	Totalidad de frutos recolectados	Totalidad aborto	Total frutos comerciales	Porcentaje aborto (%)
Geode	288	187	99	64,93
Satélite	187	27	154	14,44
Niza	397	358	29	90,17

La **Tabla 18** muestra la relación entre los frutos comerciales finales, teniendo en cuenta la enorme cantidad de abortos y también, considerando los frutos de destrío ya analizados.

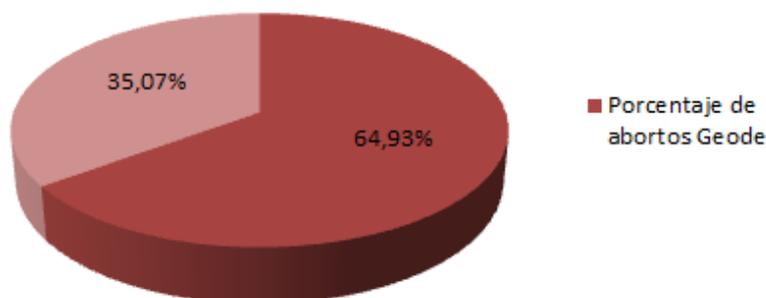
Total frutos Niza (%)



Gráfica 23: Porcentaje de abortos (Redondo de Niza)

El cultivar Redondo de Niza obtuvo un porcentaje del 90,17% de frutos abortados, resultando el cultivar menos productivo con un total de 29 frutos comerciales finales. Ver **Gráfica 23**.

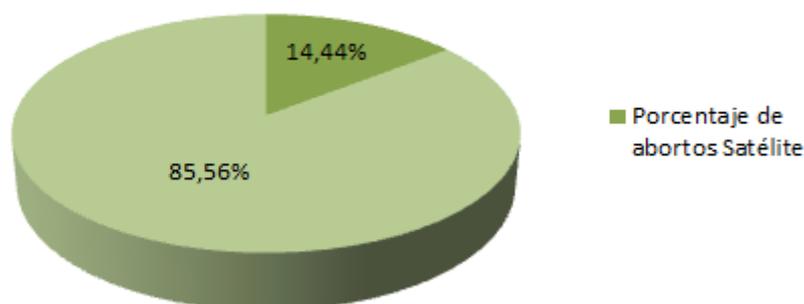
Total frutos Geode (%)



Gráfica 24: Porcentaje de abortos (Geode)

El segundo menos comercial, es el cultivar Geode que tuvo un total de 99 frutos comerciales, con un porcentaje de aborto del 64,93% del total de frutos recolectados. Ver **Gráfica 24**.

Total frutos Satélite (%)



Gráfica 25: Porcentaje de abortos (Satélite)

El menor porcentaje de abortos se produjo en el cultivar Satélite, con un 14,43% de frutos de destrío, con un total final de frutos comerciales de 154, como se puede observar en los **Gráficos 23, 24 y 25**.

Pese a la productividad de cada cultivar en cuanto a número total de frutos recolectados, lo que resulta realmente interesante es la cantidad de éstos que son comercialmente aptos. 'Satélite' consiguió el mayor número, con respecto a 'Geode' y 'Niza'.

Pese a la baja exigencia del calabacín con respecto a otras cucurbitáceas, es importante tener en cuenta que sigue siendo sensible a las bajas temperaturas (Reché, 1997). En el apartado 5.1.8.1 sobre el registro de temperaturas, se muestra claramente la exposición del cultivo a temperaturas mínimas de unos 7°C, que dificulta, no sólo el crecimiento vegetativo de la planta, sino también el cuajado de los frutos. Una exposición prolongada a temperaturas mínimas por debajo de los 10°C desde el mes de abril, hasta prácticamente la finalización del cultivo en el mes de junio, parece un claro indicativo del gran número de abortos. Sería conveniente repetir la experiencia con un rango de temperaturas más adecuado, planteándose la posibilidad de incluir incluso calefacción dentro del invernadero para asegurar el correcto desarrollo del cultivo, y conseguir un mayor porcentaje de frutos comerciales.

También el ataque de la podredumbre gris o *Botrytis cinerea*, provocó el aborto de una gran cantidad de frutos, que no llegaron a completar su desarrollo por las pudriciones apicales que experimentaron.

4.2.5 Rendimiento

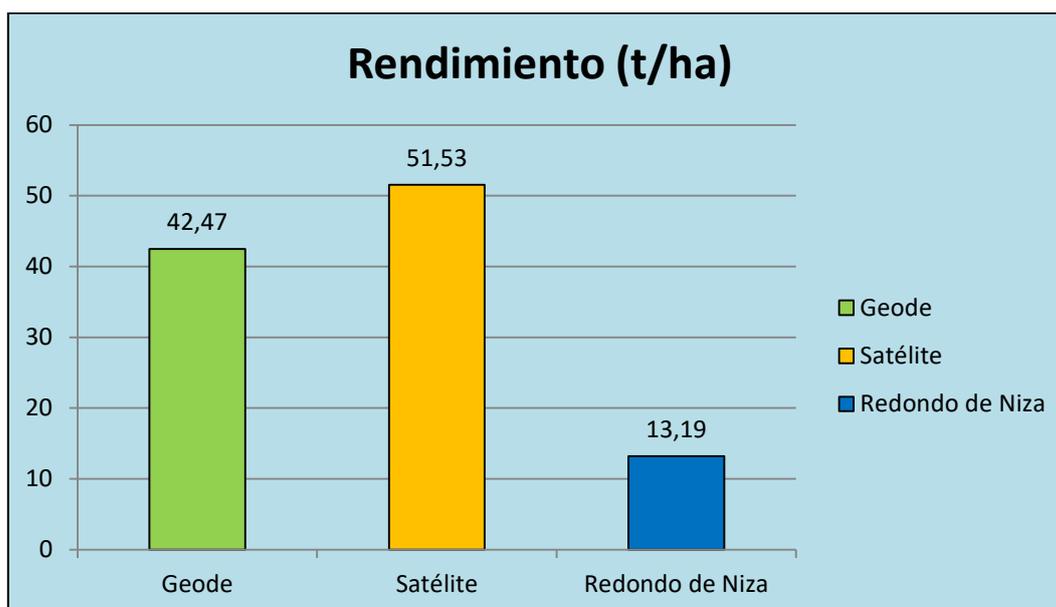
En este apartado se analiza la producción por unidad de superficie para cada cultivar. Ver **Tabla 19**:

Tabla 19: Rendimiento de los tres cultivares

	kg de destrío	kg producidos	kg totales	Superficie ocupada (m ²)	Rendimiento (t/ha)
Geode	1,362	64,408	65,77	15,167	42,467
Satélite	1,341	78,157	79,498	15,167	51,53
Redondo de Niza	7,133	20,011	27,144	15,167	13,194

Se estima que en buenas condiciones, el calabacín pueda alcanzar o rebasar las 100 t/ha bajo invernadero. Las producciones al aire libre se reducen a 30 o 50 t/ha en cultivo al aire libre por ciclo productivo (Maroto, 2002).

Estableciendo una comparativa entre los resultados obtenidos, se puede observar que el rendimiento ha sido notablemente bajo, especialmente con el 'Redondo de Niza', cuyo rendimiento estimado se encuentra en torno a las 13,19 t/ha bajo invernadero.



Gráfica 26: Rendimiento de los cultivares.

Todos los cultivares fueron sembrados bajo las mismas condiciones, obteniendo un rendimiento mayor por parte del cultivar Satélite, con un rendimiento de 51,53 t/ha, seguido por 'Geode', con una producción de 42,47 t/ha, y finalmente 'Redondo de Niza'. Ver **Gráfica 26**.

Se cree que las bajas temperaturas dadas en el invernadero, redujeron considerablemente la inducción floral masculina, siendo más difícil el proceso de polinización de las plantas la causa principal de estos bajos rendimientos.

Por otro lado, con el objetivo de estudiar la relación entre producción y temperatura, se analizan las temperaturas existentes en el invernadero en las distintas fechas de recolección, y los kg de calabacín producidos por los distintos cultivares, obteniéndose las **Tablas 20, 21 y 22**:

Tabla 20: Relación entre la producción y la temperatura ('Geode').

Geode	Fecha de recolección					
	27/04/2018	03/05/2018	11/05/2018	25/05/2018	03/06/2018	12/06/2018
Producción (kg)	6,249	14,373	15,088	11,069	7,848	11,143
Temperatura (°C)	14,3	14,5	14,8	15,3	16,5	16,8

El cultivar Geode tuvo un máximo de producción con una temperatura de 14'8°C, alcanzando los 15 kg el día 11 de mayo de 2018.

Ensayo comparativo de cultivares de calabacín redondo (*Cucurbita pepo* L.), bajo invernadero

Tabla 21: Relación entre la producción y la temperatura ('Satélite').

Satélite	Fechas de recolección					
	27/04/2018	03/05/2018	11/05/2018	25/05/2018	03/06/2018	12/06/2018
Producción (kg)	6,765	15,351	15,01	18,372	9,444	14,556
Temperatura (°C)	14,3	14,5	14,8	15,3	16,5	16,8

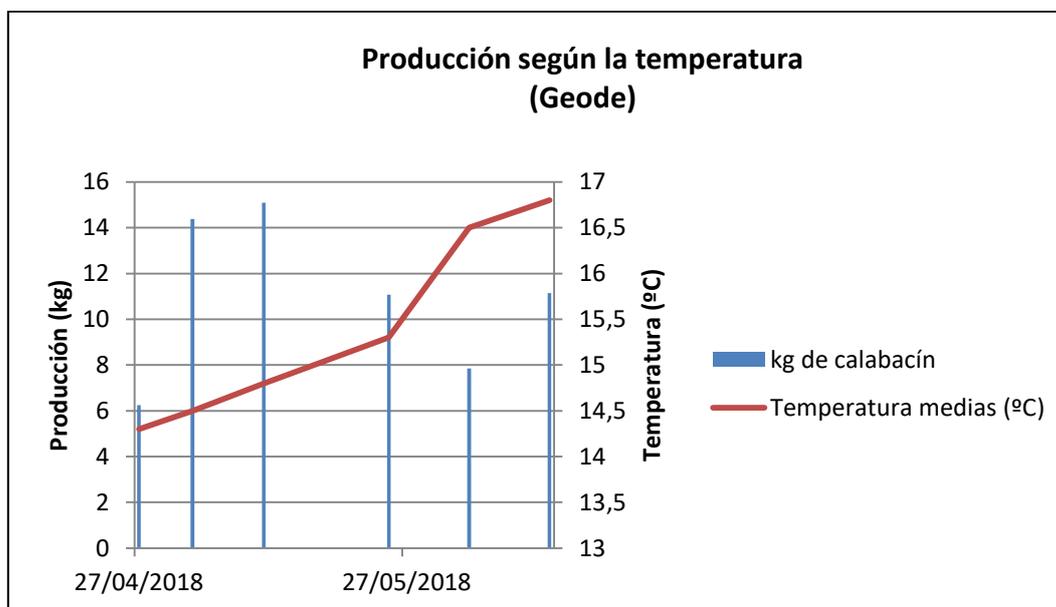
Por otro lado, el máximo de producción del cultivar Satélite se alcanza con una temperatura de 15'3°C, obteniendo 18,37 kg el día 25 de mayo de 2018.

Tabla 22: Relación entre la producción y la temperatura ('Redondo de Niza').

Niza	Fecha de recolección					
	27/04/2018	03/05/2018	11/05/2018	25/05/2018	03/06/2018	12/06/2018
Producción (kg)	0,682	8,725	6,346	6,626	3,502	1,263
Temperatura (°C)	14,3	14,5	14,8	15,3	16,5	16,8

Finalmente, 'Niza' produjo 8,72 kg el día 3 de mayo con una temperatura de 14,5 °C.

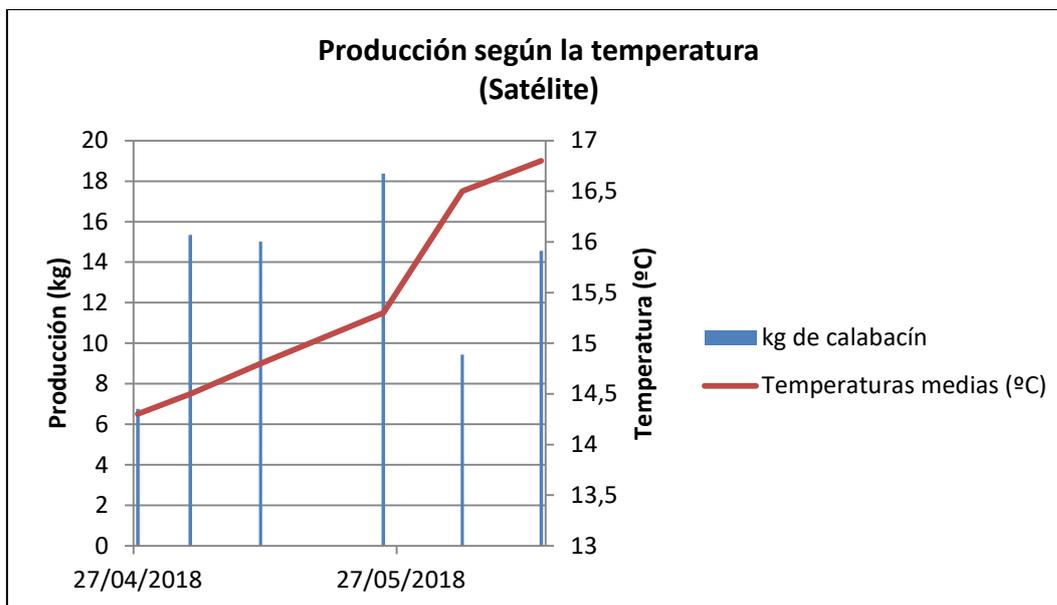
Estos datos se representan en los **Gráficos 27, 28 y 29** a continuación:



Gráfica 27: Relación entre la producción y la temperatura (Geode).

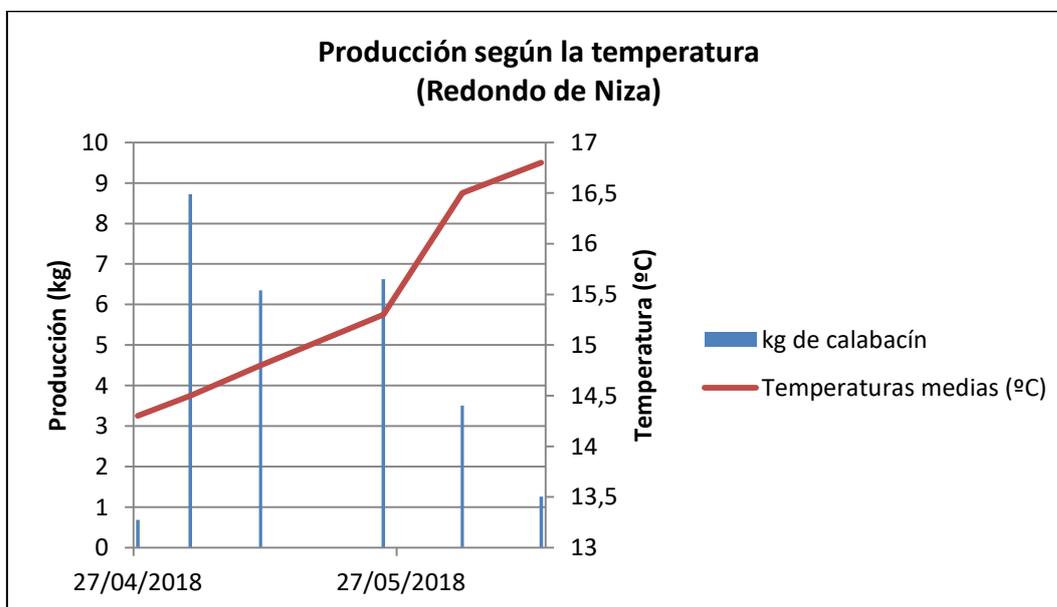
Para el cultivar Geode, los máximos de producción fueron alcanzados durante la segunda y tercera recolección de los días 4 de mayo y 11 de mayo.

Las temperaturas medias alcanzadas en el invernadero para estos días fueron de 14,5 y 14,8°C respectivamente.



Gráfica 28: Relación entre la producción y la temperatura (Satélite).

Por otro lado, el cultivar Satélite tuvo dos máximos de producción los días 4 y 25 de mayo. Estos días, las temperaturas medias del invernadero fueron de 14,5 y 15,3°C.



Gráfica 29: Relación entre la producción y la temperatura (Redondo de Niza).

Finalmente, 'Redondo de Niza' tuvo dos máximos de producción los días 4 y 25 de mayo, con temperaturas de 14,5 y 15,3°C al igual que el cultivar Satélite.

La floración del calabacín y el correcto desarrollo de frutos se promueve con temperaturas óptimas que oscilan alrededor de los 20° C durante la noche y los 25° C durante el día, es decir, una temperaturas medias de 22,5°C (Reché, 1997).

En todos los casos analizados anteriormente, los máximos de producción se alcanzaron siempre con temperaturas por debajo de las temperaturas óptimas de desarrollo. Este suceso explica los bajos rendimientos obtenidos por los cultivares en la experiencia, siendo un indicativo de la relación directa que existe entre temperatura y producción.

Al margen de la temperatura, en las gráficas se puede apreciar las tendencias normalizadas de los cultivares de ir aumentando las producciones desde la primera, hasta la cuarta recolección. Esta producción decrece en las últimas semanas por alcanzar la finalización del ciclo productivo de los calabacines en el cultivar Redondo de Niza.

En el caso de 'Geode' y 'Satélite', la última recolección se ve aumentada por el incremento de temperatura en el invernadero, que pese a estar en fases de finalización de sus ciclos productivos, producen un mayor número de kg, por la exposición a temperaturas más elevadas que en recolecciones anteriores.



4.3 Conclusiones



Las conclusiones obtenidas en la experiencia fueron las siguientes:

1. El porcentaje de germinación fue bastante alto en los cultivares Satélite y Geode, mientras que fue relativamente bajo en 'Redondo de Niza'.
2. En cuanto a la precocidad de germinación, hubo diferencias entre los distintos cultivares, siendo 'Geode' el primero en germinar, aunque posteriormente, 'Satélite' obtuvo un proceso germinativo más rápido que los otros.
3. Respecto al parámetro longitud de los frutos, no hubo diferencias significativas entre los tres cultivares.
4. No existían diferencias significativas en el peso de los frutos entre cultivares.
5. Los diámetros de los frutos de los cultivares, no presentaban diferencias significativas.
6. El porcentaje de frutos comercializables fue alto en los tres cultivares, destacando 'Satélite'.
7. Se observó un bajo porcentaje de destrío en los tres cultivares estudiados, siendo ligeramente superior en 'Satélite'.
8. Respecto al peso de los frutos no comercializables, existen diferencias significativas entre 'Satélite y Redondo de Niza'.
9. El mayor porcentaje de abortos se produjo en 'Redondo de Niza' con un valor del 90,17%. También, en el cultivar Geode se produjo un alto porcentaje de 64, 93%.
10. Respecto al rendimiento del cultivo, los tres cultivares dieron valores muy inferiores a lo expresado a la bibliografía. Sin embargo, hubieron diferencias importantes entre 'Satélite' y 'Geode', con respecto a 'Redondo de Niza', cuyo rendimiento fue muy inferior al de éstas dos primeras.
11. Se observa la influencia de la temperatura, ya que, generalmente, a mayor temperatura, mayores producciones en los tres cultivares.
12. Los cultivares Geode, Satélite y Redondo de Niza, no han tenido un comportamiento óptimo a niveles productivos, como consecuencia de las bajas temperaturas registradas durante el periodo de desarrollo de los frutos. Sin embargo, hay una diferencia notable entre 'Satélite' y 'Geode'

en la mayoría de los parámetros estudiados con respecto al cultivar 'Redondo de Niza' a favor de las dos primeras.

The conclusions obtained in the experience were the following ones:

1. The germination percentage was quite high in 'Satélite' and 'Geode', while it was relatively low in "Redondo de Niza".
2. In the germination precocity, there were differences between the different crops, being 'Geode' the first in germinate, although later, 'Satélite' obtained a germination process faster than the others.
3. According to the fruit length parameter, there were not significant differences between the three crops.
4. There were not significant differences in fruit weight between crops.
5. The diameters of the fruits of the crops didn't show significant differences.
6. The percentage of commercial fruits was high in the three crops, especially 'Satélite'.
7. It is a low percentage of non-commercial fruits in the three crops studied, being slightly higher in 'Satélite'.
8. In the weight of non-commercial fruits, there were significant differences between 'Satélite' and 'Redondo de Niza'.
9. The highest percentage of abortions occurred in 'Redondo de Niza' with a value of 90.17%. Also, in 'Geode' there was a high percentage of 64,93%.
10. According to the crop yield, the three crops obtained values much lower than those expressed in the bibliography. However, there were important differences between 'Satélite' and 'Geode', with respect to "Redondo de Niza", whose yield was much lower than the first two.
11. Observing the influence of temperature, with a higher temperature, there usually are higher yields in the three crops.
12. The crops 'Geode', 'Satélite' and 'Redondo de Niza' didn't have optimal yields at productive levels, as a result of the low temperatures registered during the fruit development period. However, there is a notable difference between 'Satélite' and 'Geode' with respect 'Redondo de Niza' in favor of the first two.

5. BIBLIOGRAFÍA



ANDRÉS I., JAMILENA M., MANZANO S. 2012. *Estudio preliminar para el desarrollo de una colección de mutantes en calabacín (Cucurbita pepo).* Universidad de Almería.

ARBELO A., RODRÍGUEZ I., RAMOS C. 2018. *Ensayo comparativo de tres variedades de calabacín (Cucurbita pepo L.), dos de ellas amarillas y una verde tipo Zucchini, cultivado en hidroponía sobre fibra de coco, bajo invernadero.* Universidad de La Laguna.

BISOGNIN D.A., 2002. Origin and evolution of cultivated cucurbits. *Ciencia Rural*, 32 (4).

CAMACHO F., 2002. *El cultivo del calabacín bajo invernadero* [versión electrónica]. Universidad de Almería. Recuperado el 26 de septiembre de 2018 de: <http://www.agro-alimentarias.coop/ficheros/doc/02428.pdf>

DECKER D.S., 1988. Origin(s), evolution, and systematics of *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae) [Abstract]. *Economic Botany*, 42 (1), 4-15.

DÍAZ J., RÍOS D., SANTOS B. 2017. *Ensayos de variedades de calabacín tipo Zucchini campaña primavera verano* [versión electrónica]. Agrocabildo. Recuperado el 26 de septiembre de 2018 de: http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otra_626_zucchini.pdf

DÍAZ J., RÍOS D., SANTOS B. 2018. *Ensayo de seis cultivares de calabacín tipo Zucchini.* Universidad de La Laguna.

EGUIARTE L.E., ET AL. 2018. Domesticación, diversidad y recursos genéticos y genómicos de México: El caso de las calabazas [Abstract]. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 21 (2), 85-101.

ESCOBAR A. 2014. Aplicación de tratamiento térmico, recubrimiento comestible y baño químico como tratamientos poscosecha la conservación de hortalizas mínimamente procesadas. *Acta agronómica*, 63 (1), 1-10.

FAO 2019. *Cantidades de producción de Calabazas, zapayo, calabaza confitera por País* [versión electrónica]. Organización de las Naciones Unidas

para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado el 12 de enero de 2019 de: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>

GARCÍA F. 2018. *Familia Cucurbitácea* [versión electrónica]. Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado el 9 de octubre de 2018 de: <http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas%20PDF/Cucurbit%C3%A1ceas.pdf>

HIGÓN N., 2002. El cultivo del calabacín. *Horticultura*, 162, 56-57. Recuperado el 26 de septiembre de 2018 de: https://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Hort%2FHort_2002_162_56_57.pdf

ISTAC 2019. *Estadística Agraria de Canarias* [versión electrónica]. Recuperado el 12 de enero de 2019 de: <http://www.gobiernodecanarias.org/istac/jaxi-istac/tabla.do?uripx=urn:uuid:fc6d7c86-8956-4d3b-91f0-50ec367baf57&uripub=urn:uuid:ef5f2e5c-e2c4-4c1d-b5ed-c20fe946ce6f>

JUAREZ M., ARANDA M. 2011. *Virus de cucurbitáceas en el Sudeste Español: viejos conocidos y nuevas amenazas, como el virus del rizado de la hoja del tomate de Nueva Delhi (ToLCNDV)* [versión electrónica]. Equipo de epidemiología de virus de plantas de UMH/CEBAS-CSIC. Recuperado el 9 de octubre de 2018: https://caamext.carm.es/webimida/docs/Varios/Vir_Hort_17122013/Presen_MiguelAranda.pdf

LEÓN J. 2002. *Botánica de los cultivos tropicales*. (3ª ed.) Costa Rica: Agroamérica.

LIRA R., RODRÍGUEZ A. 2006. *Catálogo de la familia Cucurbitaceae de México* [versión electrónica]. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 9 de octubre de 2018 de: <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/CatIDS002.pdf>

LLANOS M. 1998. El cultivo del calabacín [Abstract]. *Vida Rural*, 72-74.

LÓPEZ J., 2017. Cultivos Hortícolas al aire libre [Abstract]. *Publicaciones Cajamar, Calabacín*, 595-623.

MAROTO J. 2002. Horticultura herbácea especial. (5ª ed.) Madrid: Mundi-Prensa.

MARTÍNEZ M., ET AL. 2018. Principios de Botánica Sistemática [versión electrónica]. Universidad Nacional del Rosario. Recuperado el 8 de octubre de 2018 de: <https://www.fbioyf.unr.edu.ar/textos/botanica/botanicasist.pdf>

MOREIRAS ET AL. 2013. *Tablas de composición de Alimentos* [versión electrónica]. Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. Recuperado el 9 de octubre de 2018 de: <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/calabacin.pdf>

PANIZO M. Y PERDOMO A. 2017. El bubango, una variedad tradicional canaria diferente al calabacín [Abstract]. *Red canaria de semillas*, 61-67.

PARIS S. 2001. Characterization of the *Cucurbita pepo* collection at the Newe Ya'ar Research Center, Israel. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 126, 41-45.

PARIS H., ET AL. 2006. First Known Image of *Cucurbita* in Europe, 1503–1508 [Abstract]. *Annals of Botany*, 98 (1), 41-47.

PERERA S., ESPINO A. 2016. Virosis en calabacín [versión electrónica]. Agrocabildo. Recuperado el 9 de octubre de 2018 de: http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otra_612_calabacín.pdf

RECHE, J. 1997. *Cultivo del calabacín en invernadero*. (1ª ed.) Almería: Ed. A. Gráficas M-3.

RECHE, J. 2000. *Cultivo intensivo del calabacín* [versión electrónica]. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Recuperado el 8 de octubre de 2018 de: <https://www.olivosdebadajoz.com/PLANTAS-DE-HORTALIZA/Calabacin.pdf>

RUDICH J., HALEVY A.H., KEDAR N. 1972. Ethylene evolution from cucumber plants related to sex expression. *Plant Physiology* 49, 998-999.

RUDICH J. 1990. Biochemical aspects of hormonal regulation of sex expression in cucurbits. *Cornell University Press*, 288-304.

SALAS M. 2002. *Informe sobre la Industria Hortícola* [versión electrónica]. Departamento de Producción Vegetal de la Universidad de Almería. Recuperado el 9 de octubre de 2018 de: http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/14584/mod_resource/content/0/cherry_HortInt.pdf

SALISBURY F., ET AL. 2000. *Plant physiology*. Spain: Thomson editores.

SCHUCHERT W. 2019. Marrow family (*Cucurbitaceae*) [versión electrónica]. Recuperado el 13 de octubre de 2019 de: <http://www1.biologie.uni-hamburg.de/b-online/schaugarten/CucurbitapepoL/Marrow.html>

SERRANO Z. 1973. *Cultivo del calabacín* [versión electrónica]. Ministerio de Agricultura. Recuperado el 9 de octubre de 2018 de: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1973_07.pdf

SMITH D.B., ET AL. 1997. The Initial Domestication of *Cucurbita pepo* in the Americas 10,000 Years Ago [Abstract]. *Science*, 276 (5314), 932-934.

TÉLLEZ M. 2018. Estrategia de control biológico mediante la utilización de *Amblyseius swirskii* Athias- Henriot en cultivo de pepino. [Abstract]. *Hortícolas transferencias biológicas* (272).

6. ANEJO ESTADÍSTICO



Pruebas realizadas con el método Turkey entre cultivares:

Diámetro

DHS de Tukeya,b,c

Variedad	N	Subconjunto
		1
3	13	9,231
2	60	9,242
1	40	9,288
Sig.		,974

Longitud

DHS de Tukeya,b,c

Variedad	N	Subconjunto
		1
1	40	7,938
2	60	8,033
3	13	8,269
Sig.		,318

Peso

DHS de Tukeya,b,c

Variedad	N	Subconjunto
		1
2	60	,42413
1	40	,45305
3	13	,45692
Sig.		,704

Pruebas de relación de efectos inter-sujetos:

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Diámetro

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3,334	8	,417	,483	,866
Intersección	3795,056	1	3795,056	4398,889	,000
Bloque	2,532	2	1,266	1,467	,235
Variedad	,923	2	,462	,535	,587
Bloque * Variedad	1,777	4	,444	,515	,725
Error	89,724	104	,863		
Total	9775,500	113			
Total corregida	93,058	112			

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente:Longitud

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	10,330	8	1,291	1,958	,059
Intersección	2946,408	1	2946,408	4467,465	,000
Bloque	4,741	2	2,371	3,594	,031
Variedad	,506	2	,253	,384	,682
Bloque * Variedad	,265	4	,066	,100	,982
Error	68,591	104	,660		
Total	7359,000	113			
Total corregida	78,920	112			

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente:Peso

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,224	8	,028	1,318	,243
Intersección	8,334	1	8,334	391,690	,000
Bloque	,148	2	,074	3,470	,035
Variedad	,017	2	,009	,411	,664
Bloque * Variedad	,055	4	,014	,652	,627
Error	2,213	104	,021		
Total	24,130	113			
Total corregida	2,437	112			