



Universidad
de La Laguna

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRARIA

SECCIÓN DE INGENIERÍA AGRARIA

GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y

DEL MEDIO RURAL

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE OKRA
(*ABELMOSCHUS ESCULENTUS* L. MOENCH) EN
INVERNADERO Y EN DOS ÉPOCAS DE PLANTACIÓN
DIFERENTES**



Iván Arbelo Mesa

La Laguna, septiembre de 2017

Iván Arbelo Mesa

**AUTORIZACIÓN DEL TRABAJO FIN DE GRADO POR SUS
DIRECTORES
CURSO 2016/2017**

DIRECTOR – COORDINADOR: D. Isidoro Jesús Rodríguez Hernández

DIRECTOR: Dra. M^a Teresa Ramos Domínguez

como Director/es/ del alumno Iván Arbelo Mesa en el TFG titulado:

**EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE TRES VARIEDADES DE OKRA (*Abelmoschus
esculentus* L. Moench) EN INVERNADERO Y EN DOS ÉPOCAS DE PLANTACIÓN
DIFERENTES.** n.º 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 1 de Septiembre de 2017

Fdo: D. Isidoro Jesús Rodríguez Hernández

Fdo: Dra. M^a Teresa Ramos Domínguez

SR. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE TRABAJO FIN DE GRADO

Agradecimientos

En primer lugar quería agradecer a mi Director-Coordenador del trabajo, D. Isidoro Jesús Rodríguez Hernández, por darme la oportunidad de realizar este trabajo, por todas las horas dedicadas y por su entera disposición cuando se le requería.

Igualmente agradecer a la Directora Dña. María Teresa Ramos Domínguez, por su disposición en la parte estadística y sus conocimientos que me sirvieron de gran ayuda.

En tercer lugar mi enorme agradecimiento a los laborales, en concreto a Fernando, que estuvo ahí en todo momento siempre trabajando duro a mi lado para que este proyecto se pudiera llevar a cabo y adquiriendo más conocimientos profesionales en campo.

Finalmente darle las gracias a mi familia por todos estos años de esfuerzo y su apoyo incondicional en cada momento, que me han servido de gran ayuda para llegar a donde he llegado. Y también a Paola, por toda la paciencia que ha tenido y las palabras positivas que siempre ha tenido para sacar todo adelante.

A todos los que han estado a mi lado durante este duro recorrido.

GRACIAS

Iván Arbelo Mesa

Iván Arbelo Mesa

RESUMEN

Título: Evaluación agronómica de tres variedades de okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) en invernadero y en dos épocas de plantación diferentes.

Autores: Arbelo-Mesa I., Rodríguez Hernández, I. J. Ramos Domínguez, M^a. T.

Palabras claves: quimbombó, Dwarf Green, Red Burgundy, Silver Queen, caracterización y producción.

Resumen

La realización de este ensayo consistió en analizar la producción de tres variedades de okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) Red Burgundy, Silver Queen y Dwarf Green en dos fechas diferentes de plantación, junio y julio.

Esta experiencia se hizo en una parcela de 67 m² bajo un invernadero cubierto con polietileno térmico, en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería Sección Ingeniería Agraria de la ULL.

Las semillas se sembraron en semilleros, en bandejas de poliestireno expandido usando como sustrato turba. Cuando se consiguió el crecimiento adecuado, después de tres semanas en semillero para cada época, se trasplantó a invernadero siguiendo un diseño de bloques al azar con un marco de plantación entre las variedades y plantas bordes de 0,5 x 1,20 m.

El cultivo se desarrolló con normalidad, realizándose las labores correspondientes y recolectando los frutos en los meses de Junio y Julio, procediendo posteriormente a la toma de datos.

Los parámetros a evaluar fueron el peso, longitud y rendimiento. Una vez analizados, se observó que el cultivo se comporta correctamente en las condiciones establecidas, siempre que las temperaturas sean elevadas asemejándose a las de un clima tropical. La mejor época fue la segunda plantación con la variedad Dwarf Green, obteniéndose unos mejores resultados tanto en el peso como en los rendimientos.

Title: Agronomic evaluation of three varieties of okra (*Abelmoschus esculentum* L. Moench) in greenhouse and in two different planting seasons.

Authors: Arbelo-Mesa I., Rodríguez Hernández, I. J. Ramos Domínguez, M^a. T.

Key words: quimbombó, Dwarf Green, Red Burgundy, Silver Queen, characterization and production.

Abstract

The performance of this test consists of analysis the production of three okra's varieties (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) Red Burgundy, Silver Queen y Dwarf Green in two different time of plantacion, june and july.

This experience was made in a piece of land of 67 m² under a greenhouse covered with a thermal polystyrene, in the Polytechnic School of Agricultural Engineering in the ULL.

Seeds were planted in seedbeds, tray of expanded polystyrene and using substrate peat. When the adequate grown was achieved, later then three weeks in the seedbeds for every season, they were transplanted in the greenhouse, following a random block design with a plantacion frame between the okra's varieties and otherplants 0,5 x 1,20 m.

The crops developed normally, perfoming the corrisponding tasks and collecting the fruits in the months of June and July, and after recollecting the plants information.

The parameters of evaluater were weight, length and performance. Once analyzed, it was observed that the crop behaves correctly in the established conditions, provided that the temperatures are elevated like a tropical climate. The best time was the second planting with the Dwarf Green variety, obtaining better result in weight and yields.

Iván Arbelo Mesa

ÍNDICE

	Página
1. Introducción	1
2. Objetivos	3
3. Revisión bibliográfica	5
3.1. Generalidades	6
3.1.1. Origen e historia	7
3.1.2. Usos	8
3.1.3. Composición nutricional	12
3.1.4. Importancia económica	13
3.2. Taxonomía y descripción botánica	18
3.2.1 Taxonomía	19
3.2.2. Especies distribuidas a nivel mundial	21
3.2.3. Genética de la especie	22
3.2.4. Descripción botánica	25
3.3. Fisiología	31
3.3.1. Crecimiento vegetativo	32
3.3.2. Fisiología floral	32
3.3.3. Polinización y fecundación	33
3.4. Cultivares	35
3.5. Exigencias climáticas y edafológicas	41
3.6. Ciclo del cultivo, siembra y trasplante.....	43
3.7. Labores del cultivo	46
3.7.1. Otras labores	49
3.8. Mejora genética	50
3.9. Plagas y enfermedades	52
3.9.1. Plagas	53
3.9.2. Enfermedades	60

3.10. Sistema de recolección, postcosecha y comercialización	63
4. Parte experimental	68
4.1. Material y métodos	69
4.1.1. Localización de la experiencia	70
4.1.2. Siembra en los semilleros	71
4.1.3. Diseño de plantación	78
4.1.4. Análisis de tierra	78
4.1.5. Análisis de agua	79
4.1.6. Preparación del terreno	80
4.1.7. Instalación y sistema de riego	81
4.1.8. El trasplante	82
4.1.9. Labores del cultivo	83
4.1.10. Recolección	93
4.1.11. Análisis estadístico	93
5. Resultados y discusión	94
5.1. Resultados de la germinación	95
5.2. Influencia de la variedad en el peso	96
5.3. Influencia de la variedad en la longitud	98
5.4. Influencia de la época en el peso	101
5.5. Influencia de la época en la longitud	102
5.6. Estudio del parámetro rendimiento	103
6. Conclusiones	107
7. Bibliografía	110



Iván Arbelo Mesa

1. INTRODUCCIÓN



La okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) es una malvácea anual que se cultiva como hortaliza, adaptándose a climas tropicales y subtropicales donde también es conocida como "Quimbombó". Su explotación no es generalizada y se considera una hortaliza "menor" en Occidente.

La implantación de ésta se realiza principalmente para el aprovechamiento de sus frutos, conteniendo éstos una sustancia mucilaginosa.

La okra tiene otros muchos usos. Sus hojas se manipulan secas y se guardan para utilizarlas como aroma en los platos. También se aprovecha en medicina para tratar algunas enfermedades. Además, es utilizado para la alimentación del ganado ya que posee un alto contenido en proteínas. Por el contrario las semillas contienen el gopipol, que es un pigmento que resulta tóxico si se consume en grandes cantidades. Además, la fibra que posee la planta se puede utilizar para la fabricación de papel y para las redes de pesca.

El cultivo tiene su origen en África y Asia, principalmente en la India donde están los mayores productores seguidos por Nigeria. Pero con la evolución del cultivo y de los métodos agronómicos, éste se expande. E.E.U.U. es actualmente el principal importador a nivel mundial.

En lo que respecta a España, el cultivo es prácticamente inexistente, viniendo de E.E.U.U. y países latinoamericanos la poca okra que se consume. Sin embargo, la okra en Canarias es prácticamente desconocida ya que no se tiene datos actuales de la implantación del cultivo en este territorio. Las únicas referencias que se tienen son los ensayos realizados en la Universidad de La Laguna, concretamente en la ETSIA, por (Aparicio et al., 2014) y (Ramos Abellán et al., 2016) como proyectos fin de carrera.

Por estas razones parece muy interesante seguir investigando sobre su cultivo y ver como se adapta a nuestras condiciones, determinando las épocas más adecuadas para su plantación junto a otros aspectos de su cultivo.



Iván Arbelo Mesa

2. OBJETIVOS



El siguiente trabajo tiene como objetivo evaluar el comportamiento de tres variedades de okra (Red Burgundy, Silver Queen y Dwarf Green) en dos fechas de plantación distintas (junio y julio), bajo invernadero de plástico, determinando si el criterio tomado es el adecuado y si existen diferencias marcadas entre ambas épocas.

Iván Arbelo Mesa



3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Iván Arbelo Mesa



Iván Arbelo Mesa

3.1. GENERALIDADES



3.1.1. Origen e historia

El nombre de la okra proviene de la lengua Nvi del Oeste de África, concretamente del vocablo "nkruman" y "okwuru" de Nigeria. Dependiendo del país donde se esté, recibe varios nombres, como gumbo en E.E.U.U. o quimbombó en La India.

Existe una cierta incertidumbre en cuanto al origen del género *Abelmoschus*. Tras varias investigaciones, se cree que podría ser de la India porque una de sus especies (*Abelmoschus tuberculatus*) es originaria de Uttar Pradesh, que es el quinto estado en población de la India.

Actualmente existen evidencias de que al menos el *Abelmoschus esculentum* es originario de Etiopía y Sudán. Se encontraba en estado silvestre en el río Nilo, siendo las primeras referencias aproximadamente en el siglo XII antes de Cristo (Düzyamman, 2009 citado por K. Rekoumi et al., 2011).

Sin embargo, no existen referencias concretas acerca del cultivo, existiendo diferentes versiones de su expansión por el mundo. Se cree que comenzó por el Mar Rojo hacia los países árabes, luego por África y por todo el Mediterráneo. De aquí siguió su recorrido por La India a través del comercio y trueque de los mercaderes.

Respecto a su introducción en España, no existen datos específicos del momento exacto en que la okra llegó a nuestro país, por lo que la falta de información en épocas pasadas es notoria.

En su introducción en el continente americano, se cree que primero llegó a Brasil sobre el siglo XVII, debido a la trata de esclavos y los grandes comercios. A día de hoy, las principales regiones productivas se localizan en el sur de Estados Unidos.

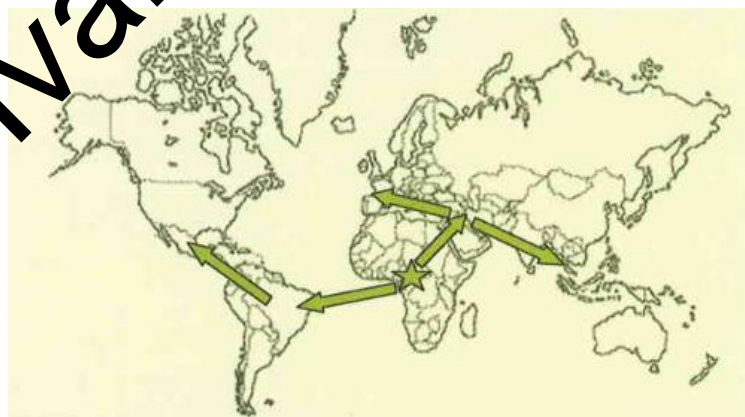


Figura 1: Expansión de la Okra por el mundo (Moreno et al., 2007)



3.1.2. Usos

La okra se cultiva fundamentalmente por el consumo de sus frutos. Pero aparte de éste, también se pueden aprovechar otras partes de esta planta como son el tallo, raíz, hojas, etc. A continuación, se expondrá como se utiliza cada parte de la planta para su consumo en la alimentación:

- Hoja deshidratada: se pueden consumir tanto en sopas como en caldos y salsas verdes. La hoja recolectada bajo unas condiciones idóneas, puede desecarse en un sitio seco y fresco, siendo de vital importancia que el local donde se encuentre tenga unas condiciones de ventilación perfectas, para así poder evitar las humedades existentes. Una vez que las hojas se han deshidratado, se trocean de manera manual, conservándose durante largos periodos en bolsas o frascos.
- Frutos deshidratados: existen algunos momentos en que la okra puede sufrir una sobreproducción o precios muy bajos, por lo que se puede deshidratar los frutos. Una vez recolectados, se inserta por la base del pedúnculo una aguja con hilo y luego se cuelgan en un lugar fresco y seco para que se produzca finalmente la deshidratación. En estas condiciones, su conservación puede durar un año o incluso más, pudiéndolo rehidratar de nuevo metiéndolo en agua durante unas horas.
- Semillas: las semillas maduras son de color gris oscuro con forma esférica y alrededor de 2 mm de diámetro. El uso de las semillas tiene múltiples usos. Entre ellos, las semillas maduras en los países de África se utilizan para pienso de aves. Su calidad es espléndida y puede satisfacer las necesidades proteicas para los animales, pero siempre teniendo en cuenta el gopiol, que contiene un pigmento que en grandes cantidades es tóxico.

Las semillas tostadas pueden llegar a ser sustituto del café e incluso mezclarlo con éste, empleándose también para obtener una bebida parecida a la cerveza. Esto se realiza en Nicoya, que es una región ubicada al noroeste de Costa Rica.

Además, se ha de mencionar que de las semillas se puede obtener un 20-50% de aceite, aunque hoy en día no esté considerada una especie olerícola debido a la extracción tan compleja que requiere. Por el contrario, se utiliza para fabricar productos como la margarina.



El aceite que contiene la okra está formado por un 46% de ácido oleico, un 21% de ácido palmítico, un 20% de linoleico y un 5% de esteárico. (Moreno et al., 2007). Este aceite oleico, que es el mismo ácido graso que se encuentra en el aceite de oliva, es excelente para reducir la presión arterial.

También es importante destacar que la harina de las semillas se pueden utilizar para cereales y son muy ricas en proteínas y muy bajas en calorías (30 calorías por 100 g). Además, no contiene ningún tipo de grasas saturadas por lo que se hace indispensable para su consumo.

- Tallo: se puede obtener una fibra textil que se puede emplear para diferentes usos, como la fabricación de sedales y las redes para la pesca, fundamentalmente utilizado en África. Pero en otras partes del mundo, como Estados Unidos, los tallos se utilizan para la fabricación de papel.
- Raíz: de las raíces se extrae un mucílago (sustancia orgánica de textura viscosa semejante a la goma) que se emplea en China como cola para papel. En el resto de países, el aprovechamiento de las raíces es casi nulo, ya que aprovechan otros restos de la planta de los que se obtiene más beneficio.
- Conservas: para este tipo de uso, se puede realizar de varias formas. Una de las formas es al natural. Para ello se cogen los frutos, se escaldan con agua, se escaldados y luego se meten en frascos esterilizados, teniendo los con una alta concentración de sal, mezclándola con agua y vinagre. Realizado todo lo anterior, se puede consumir como ensalada y aperitivos.
- Frutos frescos: es el más importante a nivel culinario, ya que es el más que se aprovecha. Su consumo se puede realizar de manera caliente, aunque por otro lado también se puede utilizar de manera fría como en ensaladas. Al comienzo de todo, cuando el fruto no está maduro, tiene una sustancia mucilaginoso que es utilizada en sopas. Por el contrario, cuando tiene un tamaño mayor se pueden cocinar frito o asado.
- Congelación: otro uso que tiene la okra es por medio de la congelación, y su técnica no es muy distinta a las nombradas anteriormente. Se escogen los frutos sanos y se escaldan en agua durante varios minutos, aproximadamente tres ó cuatro. Luego se deja



enfriar. Una vez realizado todo esto, se introducen en los envases o bolsas que están cerradas herméticamente y finalmente se introducen en las cámaras de congelación.

➤ Usos medicinales: los usos medicinales que tiene la okra son múltiples, por lo que a continuación se van a nombrar algunos de los más importantes:

- La cataplasma de la fruta es un eficaz remedio para el hígado, comiéndola cocida o ensalada.

- Por su riqueza en fibra soluble y mucílagos, ejerce una función balsámica y protectora de la mucosa digestiva

- En Turquía, las hojas se utilizan en la preparación de un medicamento para reducir la inflamación.

- Tienen también uso como insecticida y se aplica también como cataplasma (sustancia que se extiende y se aplica caliente sobre el cuerpo con fines calmantes) para el picor intenso de la piel

- La infusión de las semillas tostadas y pulverizadas es buena para los males de hígado.

- Es muy rica en pectina, que es un tipo de fibra soluble. Su viscosidad proporciona hidratación y protección gástrica.

- El consumo habitual de esta planta ayuda a disminuir el colesterol, debido a la captura entre su fibra parte de la grasa ingerida.

- Este vegetal contiene antioxidantes que intervienen en los vasos sanguíneos, lo que convierte a la okra en especial para ayudar con la hipertensión.

- Se ha comprobado que la planta posee diferentes efectos en cuanto al Alzheimer, llegando incluso a ser muy beneficiosa para esta enfermedad ayudándola a reducirla, evitando que se expanda con mayor facilidad.



- En Oriente, las hojas y las vainas tiernas se emplean como antiinflamatorio.
- La fibra contenida en el fruto ayuda a regular la absorción intestinal de azúcar, siendo una verdura muy apropiada para la diabetes.
- La okra es un alimento de refuerzo rico en antioxidante y vitamina C.
- Reduce el cáncer de colon mediante la fibra de la okra. También ayuda al sistema inmunológico y evita la transformación de las células.
- Ayuda a consumirla porque no tiene prácticamente calorías, por lo que el riesgo de obesidad disminuye.
- En algunos lugares de África, se utiliza la raíz como una creencia para contrarrestar el veneno de alguna serpiente.
- La vitamina K refuerza los huesos y contrarresta la osteoporosis y la restauración de la densidad ósea.
- Gracias a su contenido en vitamina S sirve para ayudar en la estructura de los vasos sanguíneos.
- Debido a que la okra contiene beta-carotenos, previene los problemas de los ojos como un glaucoma o cataratas.
- Las vainas frescas poseen una actividad antifatiga, provocando una reducción de los niveles de ácido láctico en sangre. También se puede acortar las manifestaciones del asma debido al gran contenido de vitamina C.
- En Gabón, se elabora una bebida con trozos de tallo y en Senegal recomiendan a las mujeres durante el parto comer sus frutos.
- En el caso de dolencias gástricas y de garganta, se recomienda tomar a una temperatura tibia el líquido donde se hirvió la okra y también hacer gargaras con él.
- La vitamina C de esta planta, al igual que la de muchos cítricos, ayuda a fortalecer el sistema inmune y previene enfermedades como la gripe, resfriados, etc.



- **Culinarios:** la okra normalmente se consume en sopas y guisos, cocida, frita y en ensaladas, pero que al cortarla desprende una sustancia mucilaginoso que no gusta a todo el mundo. Si los frutos enteros se asan se evita la aparición de esta sustancia, quedando en perfecto estado para la comida acompañada tanto de carne como de pescado. La okra se suele combinar bien con el tomate, cebolla, pimiento, etc, siendo una verdura frágil. En Europa no tiene mucha importancia, pero en los países de América y en Oriente su consumo es masivo debido a la gran variedad de platos que resulta de su combinación con otras verduras.

3.1.3. Composición nutricional

La okra, como anteriormente se ha mencionado es un vegetal que apenas tiene grasa, por lo que se puede consumir en cantidad pero no en exceso, debido a la sustancia denominada gopipol, que en grandes proporciones puede ser grave. Por el contrario, es excepcional en fibra y vitaminas, por lo que su consumo es el adecuado para la alimentación, pudiendo reducir las enfermedades, como el sobrepeso, asma, etc.

A parte de su riqueza en vitaminas y fibras, también lo es en carbohidratos, potasio y calcio, lo que ayuda en parte a la reducción de algunas enfermedades. También se ha de destacar su importante contenido en vitaminas A, B y C.

De esta planta se aprovecha sus frutos principalmente, pero con el desarrollo de las técnicas agronómicas en la actualidad, se aprovecha todo el vegetal, tanto las raíces, hojas, tallo, semillas, etc.

A continuación, se expondrá en la tabla 1 todos los valores nutricionales de la okra, para ver de una manera más directa y concisa de que sustancias está compuesto este vegetal.



Tabla 1: Propiedades nutritiva de la okra expresada en g y mg

Agua	88.9%	Hierro	0.6 mg
Proteína	2.4 g	Sodio	3 mg
Grasas	0.1 g	Potasio	249 mg
Hidratos de carbono	7.6 g	Vitamina A	520 UI
Fibra	1 g	Tiamina	0.17 mg
Cenizas	0.8 g	Riboflavina	0.21 mg
Calcio	92 mg	Niacina	1 mg
Fósforo	51 mg	Ácido ascórbico	31 mg
Vitamina B1	0.2 mg	Magnesio	6 mg
Vitamina B2	0.06 mg	Fósforo	33 mg
Vitamina B3	1 mg	Potasio	303 mg
Vitamina B12	0 mg	Hierro	0.8 mg
Vitamina C	21.2 mg	Grasas saturadas	0.026 mg
Kcal	33	Grasas poliinsaturadas	0.027 mg
Azúcar	1.2 mg	Grasas monosaturadas	0.027 mg

Moreno et al., 2007

Es importante subrayar que este cultivo apenas tiene importancia en comparación con otros cultivos como la papa, el pimiento, etc. Es por ello, que la búsqueda de información se hace muy complicada, ya que a nivel mundial su consumo es mínimo, y está en alza su desarrollo y conocimiento.

Por el contrario, en algunas tribus y culturas adquiere cada día una mayor importancia, debido a las propiedades nutricionales descritas en la tabla anterior.

3.1.4. Importancia económica

El cultivo de la okra está en crecimiento, pero todavía no tiene esa importancia como tienen otros cultivos debido a que la demanda a nivel mundial no es muy conocida, y sólo se centra en pequeños grupos étnicos y algunos lugares específicos.

A continuación, en la tabla 2 se observa los principales países con mayor superficie de cultivo.



Tabla 2: Principales países en superficie de cultivo

País	Año	Superficie (ha)
India	2013	530.790
Nigeria	2013	386.000
Costa de Marfil	2013	50.000
Camerún	2013	24.000
Sudán	2011	21.504
Irak	2013	18.361
Pakistán	2013	14.147
Benín	2013	13.335
Egipto	2013	7.365

FAOSTAT, 2013

Observando la superficie de la okra a nivel mundial, se ve que son los países que se encuentran al sur del Ecuador quienes tienen mayores extensiones para la implantación del cultivo, ya que se dan las condiciones necesarias para su desarrollo. A continuación, se puede apreciar en la tabla 3 los principales productores de la okra.

Tabla 3: Principales países productores de la okra

País	Año	Producción anual (t)
India	2013	6.355.000
Nigeria	2013	1.100.000
Sudán	2011	257.200
Irak	2013	142.409
Costa de Marfil	2013	139.094
Pakistán	2013	108.426
Egipto	2013	97.457
Camerún	2013	72.661
Ghana	2013	63.860

FAOSTAT, 2013



Según la FAO, a nivel mundial, la producción de la okra origina alrededor de seis millones de toneladas, siendo la India el primer país productor con un 75% de la producción existente en el mundo (Moreno et al., 2007). Como se observar en la tabla 3, a parte de la India que se encuentra en el número uno en producción, le siguen países como Nigeria, Sudán, Irak, Costa de Marfil, Pakistán, Egipto, Camerún y Ghana. A continuación, en la tabla 4 se aprecia de forma detallada cuáles son esos países y sus rendimientos.

Tabla 4: Países con mayor rendimiento de la okra

País	Año	Rendimiento (kg/ha)
Bahrén	2013	25.392
Senegal	2013	24.700
Bahamas	2013	24.263,9
Emiratos Árabes	2013	21.851,7
Chipre	2013	20.561,7
Ghana	2013	20.600
Kuwait	2013	14.851,9
Arabia Saudí	2013	14.196,7
Omán	2013	13.240,7

FAOSTAT, 2013

En la tabla 5, se puede observar los principales países que se dedican a la exportación de este cultivo.

Tabla 5: Principales países exportadores de okra expresadas en t

País	2006	2007	2008	2009	2010
Egipto	53	110	110	-	-
Grecia	-	-	-	0,035	0,18
Hong Kong	-	-	2,9	4,132	0,027
India	43.513	38.098	55.311	73.161	69.963
Japón	-	-	1.374,76	1.352	1.815,6
Jordania	14	653	3	11	-
Malasia	-	-	-	-	-
Pakistán	-	-	1.987	1.875	2.100

FAOSTAT, 2012



Aunque se trata de un producto perecedero, es óptimo para la exportación si se tiene un trato adecuado durante todo su transporte. Su comercialización se realiza tanto en fresco como en congelado, consumiéndose éste último hasta un 90% más que en fresco. Los frutos de este cultivo son demandados en gran medida por los grupos étnicos como se ha mencionado con anterioridad. A medida que los consumidores tengan un conocimiento más amplio de este cultivo, su demanda se multiplicará por todo el mundo y su uso dejará de limitarse a ciertas zonas mundiales.

En cuanto a su importación, los principales países fueron Estados Unidos con un 17%, seguido de Alemania con un 13%, Francia y Japón con un 11% y finalmente Canadá con un 9% (Moreno Valencia et al., 2007).

Las importaciones de la okra se desglosa en dos grupos:

- La realizada por la Unión Europea, donde los países proveedores de okra a la U.E. son China (importa un 50,37%), Ecuador (importa un 26,82%), Turquía (importa un 12,07%) y La India (importa un 1,56%).

- Las realizadas por el resto de países se ven en la tabla 6.

Tabla 6: Principales países importadores de okra expresada en t

País	2006	2007	2008	2009
Kuwait	9	8	87	-
Malasia	27	0	-	-
Suiza	410	391	401	370
Emiratos Árabes	5	36	-	-
Estados Unidos	38.691	40.601	38.223	34.995

FAOSTAT, 2012

Los principales mercados, como se ha nombrado con anterioridad, son Europa, donde la mayor parte de las importaciones provienen de La India y países de África; y Estados Unidos. En Europa, en los últimos años ha habido una demanda en ascenso, por lo que los precios son los adecuados y ello ha llevado a una buena comercialización del producto.

En nuestro país, la okra nos llega desde países latinoamericanos y de La India. Una vez nos llega, los controles son exhaustivos para ver si el producto



reúne las condiciones necesarias para su distribución por el país, observando los frutos, tamaño, calibre, si está libre de plaga y enfermedades.

Para su transporte se recomienda que los vehículos reúnan las condiciones necesarias, con una temperatura adecuada y constante durante todo el trayecto para que llegue en unas buenas condiciones al destinatario. Si hay un desequilibrio en cuanto a las condiciones ambientales, puede aparecer moho, y esto es un factor a tener muy en cuenta, ya que el precio del producto bajaría de manera notoria y llegaría a ser inservible para su uso alimenticio.

Cabe destacar que la okra se comercializa durante todo el año. Hay diferencias en cuanto a las estaciones del año, siendo en invierno cuando menos cantidades hay y en verano todo lo contrario. En éste último, los países desarrollados pueden plantarla debido al clima cálido existente, aunque a la misma vez también proviene de los países del sur. Sin embargo, en invierno la producción se concentra en los países que pertenecen al Hemisferio Sur, ya que el clima es mucho más cálido y adecuado para su desarrollo.

Iván Arbelo Mesa



Iván Arbelo Mesa

3.2. TAXONOMÍA Y DESCRIPCIÓN BOTÁNICA



3.2.1. Taxonomía

La okra pertenece a la familia de las *Malvaceae* y fue clasificada botánicamente en el género *Hibiscus* sección *Abelmoschus* (Linnaeus et al., 1753 citado por Jain S.K. et al., 2013) en un principio. Dependiendo de donde se cultive, tiene diversos nombres como Gombo, Gumgo (África), Bamia (Oriente Medio), Bhindi (La India), Guabeiro (Brasil).

Años después, concretamente en el 1787, se hizo una propuesta para elevar la sección *Abelmoschus* a la categoría de género por Medikus. Pasado un tiempo, se realizó su aceptación en la taxonomía y literatura contemporánea (Hochreutiner, 1924 citado por Priya Singh et al., 2014). Este género se diferencia del *Hibiscus* por las características que tiene el cáliz (Kundu y Biswas, 1973 citado por Abdulrahman, A.A. et al., 2015) (Terrel y Winters, 1974 citado por Pravin Patil et al., 2015). Seguidamente, se muestra en la tabla 7 la taxonomía de la okra.

Tabla 7: Taxonomía de la okra

Nombre	Okra
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	<i>Malvaceae</i>
Género	<i>Abelmoschus</i>
Especie	<i>Esculentus</i>

Tripathi et al., 2011

Alrededor de 50 especies son las descritas por los taxónomos. Sus revisiones, realizadas por (Van Borssum Waalkes, 1996 citado por Olympia G. et al., 2014) y seguidamente (Bates, 1968 citado por Priya Singh et al., 2014) constituyen los estudios realizados por completo del género *Abelmoschus*. Como punto de partida, tomando a Van Borssum Waalkes, se practicó una clasificación actualizada en el International Okra Workshop, que colabora en la Oficina Nacional de Recursos Fitogenéticos en 1990 (IBPG et al., 1991 citado por Sunday E, et al., 2008). A continuación, se puede ver en la tabla 8 lo descrito anteriormente.



Tabla 8: Clasificación adaptada por IBPG Et al., 1991

Nº	Especies
1	<i>Abelmoschus moschattus</i> Medikus - subsp. <i>Moschattus</i> var <i>moschattus</i> - subsp. <i>Moschattus</i> var <i>betulifolius</i> (Mast) Hochr - subsp <i>biakensis</i> (Hochr) Borss - subsp <i>tuberosus</i> (Span) Bross
2	<i>Abelmoschus manihot</i> (L) Medikus - subsp <i>tetraphyllus</i> (Roxb ex Hornem) Bross var <i>tetraphyllus</i> - var <i>pungens</i>
3	<i>Abelmoschus esculentus</i> (L) Moench
4	<i>Abelmoschus turbecculatus</i> Pal & Singh
5	<i>Abelmoschus ficulneus</i> (L) W & A. ex. Wight
6	<i>Abelmoschus crinitus</i> Wall
7	<i>Abelmoschus abgulosus</i> Wall ex W, & A
8	<i>Abelmoschus caillei</i> (A. Chev) Stevels

Tripathi et al., 2011

Como se observa, en la tabla 8 se muestra las ocho especies existentes, de las cuales sólo las tres primeras se cultivan y el resto se encuentran en la naturaleza en estado silvestre.

Esta nueva clasificación requiere la modificación de la clave de determinación de *Abelmoschus*, ya que es importante establecer diferencias entre *Abelmoschus esculentus* y *Abelmoschus turbecculatus*, como también la distinción entre *Abelmoschus manihot*, *Abelmoschus tetraphyllus*, *Abelmoschus caillei*.

Las descripciones botánicas existentes de *Abelmoschus turbecculatus*, *Abelmoschus manihot* y *Abelmoschus tetraphyllus* deben de compararse con las variaciones descritas a nivel mundial y otras colecciones que puedan existir. Por el contrario, la clasificación interespecífica de *Abelmoschus moschattus*, *Abelmoschus tetraphyllus*, *Abelmoschus esculentus* y *Abelmoschus angulosus* debe de recibir una atención más exhausta en futuros estudios (IBPG et al., 1991 citado por Sunday E, et al., 2008).



3.2.2. Especies distribuidas a nivel mundial

Este cultivo se encuentra distribuido por todo el mundo. Se comenzó en las zonas orientales y se extendió por todas las zonas ecuatoriales del Mundo llegando hasta el Mediterráneo. Esta distribución, se puede ver en la figura 2:



Figura 2: Mapa de la distribución geográfica de las especies de okra (Charrier et al., 1984)

Como se puede apreciar en la foto anterior, tanto las especies cultivadas como silvestres muestran su origen en el sur de Asia, siendo el centro de diversidad. Las especies que pertenecen al género *Abelmoschus* son:

- *Abelmoschus esculentus*: es la especie más importante
- *Abelmoschus manihot*: se da sobre todo en el sudeste asiático, concretamente en las regiones de Birmania, sur de Japón, Filipinas y La India.
- *Abelmoschus crinitus*: su distribución se localiza en Malasia, Vietnam, y noreste de La India
- *Abelmoschus moschatus*: es la especie que más territorio de expansión tiene, distribuyéndose por norte de Australia, África, Tailandia, Indonesia, La India, Papúa Nueva Guinea y por el Caribe.



- *Abelmoschus ficulneus*: se da en Vietnam, Papúa Nueva Guinea, norte de La India, sur de China, Madagascar y Etiopía

- *Abelmoschus angulosus*: se localiza en menos regiones, centrándose en Tailandia y sur de La India

- *Abelmoschus caillei*: sólo tiene una región y es en África Central

3.2.3. Genética de la especie

Existen diversas variaciones significativas en el número de cromosomas y los niveles de ploidía de las diferentes especies del género *Abelmoschus*. El número más pequeño de cromosomas registrado es $2n = 56$ para la especie *Abelmoschus angulosus* (Ford, 1938 citado por Aladele, S.F. et al., 2008). Por el contrario, el mayor número corresponde a *Abelmoschus manihot* que tiene alrededor de 200 (Singh y Bhatnagar et al., 1975 citado por Saifullah, M., et al., 2008) (Siemonsma et al., 1982a, 1982b citado por Weerasekera, D. et al., 2006). En las tablas 9,10,11,12 y 13 se puede observar el número de cromosomas y niveles de ploída existentes para cada especie del género *Abelmoschus*

Tabla 9: Número de cromosomas ($2n$) en *Abelmoschus esculentus*

Especies	Número de cromosomas ($2n$)	Autores	Nivel de ploidía	Genepool (GP)
<i>Abelmoschus esculentus</i>	62	IBPG (1991)		
	66	Ford (1938)		GP1
	72	Teshima (1933), Ugale et al., 1976 and Kamalova (1977)		
	108	Datta and Naug (1968)	2	
	118	Krenke In: Tischler (1931)	2	
	120	Krenke In: Tischler (1931), Purewal and Randhawa (1947)	2	
	122	Krenke In: Tischler (1931)	2	
	124	Kuwada (1975a, 1966)	2	
	126 - 134	Chizaki (1934)	2	

Nivel de ploidía 1: $2n = 56$ a 72 ; nivel de ploidía 2: $2n = 108$ a 144 ; nivel de ploidía 3: $2n = 185 - 199$

Fuente: De Charrier, A., recursos genéticos del género *Abelmoschus* Med. (Okra). IBPG, Roma, 1984; Siemonsma, J.S. International Crop Network Serie. Informa de un seminario internacional sobre recursos genéticos okra, IBPG, Roma, 5:52-68 1991



Tabla 10: Número de cromosomas (2n) en *Abelmoschus manihot*

Especies	Número de cromosomas (2n)	Autores	Nivel de ploidía	Genepool (GP)
<i>Abelmoschus manihot</i> -ssp. <i>manihot</i>	130	Skovsted (1935), and Josip and Hardas (1953); Gadwal In; Joshi and Hardas (1976); Gadwal et al. (1968), Joshi et al. (1974); and Singh and Bhatnagar (1975)		
	131 - 143	Siemonsma (1982a, 1982b)	2	
	132	Medwedewa (1936) and Roy and Jha (1958)	2	
	132	Breslavetz et al., (1934) and Ford (1938)	2	
	144	Datta and Naug (1968)		
	60	Teshima (1933) and Chizaki (1934)	1	GP3
	66	Stovsted (1935) and K. Malava (1974)	1	
	68	Kuwada (1975a, 1974)	1	

Nivel de ploidía 1: 2n = 56 a 72; nivel de ploidía 2: 2n = 108 a 144; nivel de ploidía 3: 2n = 185 - 199

Fuente: De Charrier, A., recursos genéticos del género *Abelmoschus* Med. (Okra). IBPG, Roma, 1984; Siemonsma, J.S. International Crop Network Serie. Informa de un seminario internacional sobre recursos genéticos okra, IBPG, Roma, 5:52-68 1991

Tabla 11: Número de cromosomas (2n) en *Abelmoschus manihot* variedad *tetraphyllus*

Especie	Número de cromosoma (2n)	Autores	Nivel de ploidía	Genepool (GP)
-ssp. <i>tetraphyllus</i>	130	Ugale et al (1976)	2	GP3
Var. <i>tetraphyllus</i>	138	Gadwal In; Joshi and Hardas (1976)	2	GP3
-ssp. <i>tetraphyllus</i>	138	Gadwal In; Joshi and Hardas (1976)	2	GP3

Nivel de ploidía 1: 2n = 56 a 72; nivel de ploidía 2: 2n = 108 a 144; nivel de ploidía 3: 2n = 185 - 199

Fuente: De Charrier, A., recursos genéticos del género *Abelmoschus* Med. (Okra). IBPG, Roma, 1984; Siemonsma, J.S. International Crop Network Serie. Informa de un seminario internacional sobre recursos genéticos okra, IBPG, Roma, 5:52-68 1991



Tabla 12: Número de cromosomas (2n) en *Abelmoschus moschatus*, *Abelmoschus ficulnesus* y *Abelmoschus angulosus*

Especie	Número de cromosoma (2n)	Autores	Nivel de ploidía	Genepool (GP)
<i>Abelmoschus moschatus</i>	72	Skovsted (1935), Gadwall et al., (1968); Joshi et al., (1974)	1	GP3
<i>Abelmoschus ficulnesus</i>	72	Hardas and Joshi (1954), Kuwada (1966, 1974), Gadwall et al., (1968) and Joshi et al., (1974)	1	GP2
<i>Abelmoschus angulosus</i>	56	Ford (1938)	1	GP3

Nivel de ploidía 1: 2n = 56 a 72; nivel de ploidía 2: 2n = 108 a 144; nivel de ploidía 3: 2n = 185 - 199

Fuente: De Charrier, A., recursos genéticos del género *Abelmoschus* Med. (Okra). IBPG, Roma, 1984; Siemonsma, J.S. International Crop Network Serie. Informa de un seminario internacional sobre recursos genéticos okra, IBPG, Roma, 5:52-68 1991

Tabla 13: Número de cromosomas (2n) en *Abelmoschus turbeculatus*, *Abelmoschus caillei* y *Abelmoschus manihot* var. *caillei*

Especie	Número de cromosoma (2n)	Autores	Nivel de ploidía	Genepool (GP)
<i>Abelmoschus turbeculatus</i>	58	Joshi and Hardas (1953). Kuwada (1966,1974). Gadwall, Joshi and Iyer (1968), and Joshi, Gadwall and Hardas (1974)	1	GP2
<i>Abelmoschus caillei</i>	194	Singh and Bhatnagar (1975)	3	GP3
<i>Abelmoschus manihot</i> var. <i>caillei</i>	185 - 199	Siemonsma (1938a, 1982b)	3	

Nivel de ploidía 1: 2n = 56 a 72; nivel de ploidía 2: 2n = 108 a 144; nivel de ploidía 3: 2n = 185 - 199

Fuente: De Charrier, A., recursos genéticos del género *Abelmoschus* Med. (Okra). IBPG, Roma, 1984; Siemonsma, J.S. International Crop Network Serie. Informa de un seminario internacional sobre recursos genéticos okra, IBPG, Roma, 5:52-68 1991



El número de cromosomas somáticos observado con mayor frecuencia es $2n = 130$. Sin embargo, Datta y Naug sugirieron que los números de $2n = 72, 108, 120, 132$ y 144 están en serie regular de poliploides con $n = 12$. Las clasificaciones taxonómicas existentes en las especies del género *Abelmoschus* son insatisfactorias.

En este contexto, (Aladele et al., 2008) recoge 93 accesiones de este cultivo que comprende 50 genotipos de África Occidental (*Abelmoschus callei*) y 43 genotipos asiáticos (*Abelmoschus esculentus*), donde analizó su genética y la relación existente con el ADN polimórfico al azar. El análisis realizado, reveló que los trece iniciadores usados mostraron distinción entre los dos genotipos. Po ello, se observó una mayor biodiversidad entre los genotipos asiáticos recogido en seis países distintos.

Tal estudio a nivel molecular, remarca la necesidad de un estudio más exhaustivo y con una mayor profundidad en el polimorfismo variable a nivel de cromosoma del género *Abelmoschus* (Tripathi et al., 2010).

3.2.4. Descripción botánica

La especie *Abelmoschus esculentum* L. es una malvácea anual de porte erguido, cultivada como hortaliza en climas tropicales y subtropicales. En función de su altitud, su altura puede oscilar entre 1,80 m y 3 m. Sus características botánicas se expondrán a continuación:

- **Raíz:** posee una raíz pivotante profunda.
- **Tallo:** el tallo es leñoso alcanzando grandes alturas. Por ello, muchas de las variedades deben estar entutoradas. Su color es verde pero en ciertas partes posee un color rojizo. Tallo erecto dependiendo de la ramificación de la planta. Su crecimiento es indeterminado y se observa en la foto 1.



Foto 1: Tallo de la okra

- **Hojas:** son palmeadas, pentalobuladas las superiores, trilobuladas las intermedias y acorazonadas con hendiduras en la parte basal las inferiores. El haz posee un color verde oscuro en las hojas más adultas y verde claro en las jóvenes. El envés puede ser verde claro en las variedades de fruto verde, amarillo en las de fruto amarillo y color granate en las de fruto rojo. Sus hojas se sustentan por un par de estípulas que se estrechan en su unión con el peciolo. Las hojas son grandes, velludas y alternas observando en la foto 2.



Foto 2: Hojas de la okra



- **Flores:** tienen la estructura floral típica de las malváceas, siendo muy similar a las del algodón. Las flores son grandes y axilares (hasta 4,5 cm de diámetro), formado por un corto peciolo de 2,5 cm, pentámeras y solitarias. Los pétalos tienen un color blanco-amarillento. Son bisexuales, hermafroditas y actinomorfas. Cada flor tiene una duración de un día y a partir de ésta se desarrolla una pequeña vaina verde. El perianto consta de cinco sépalos separados y cinco pétalos separados que se unen al androceo. Éste consta de muchos estambres con filamentos apicales que están formados por una antera. El gineceo tiene un pistilo formado por más de dos carpelos, poseyendo un ovario súpero con más de dos lóculos, los cuales están formados por numerosos óvulos. Respecto al cáliz, se encuentra fusionado para proteger al capullo floral. Tanto el cáliz, corola y estambres están todos unidos por la base, cayéndose a la vez después de la antesis. Los pétalos se marchitan por la tarde y suelen caerse al día siguiente. La apertura de la flor coincide con las horas más calidas del día. A continuación se muestra la flor de las utilizadas en este ensayo observándolas en la foto 3, 4 y 5.

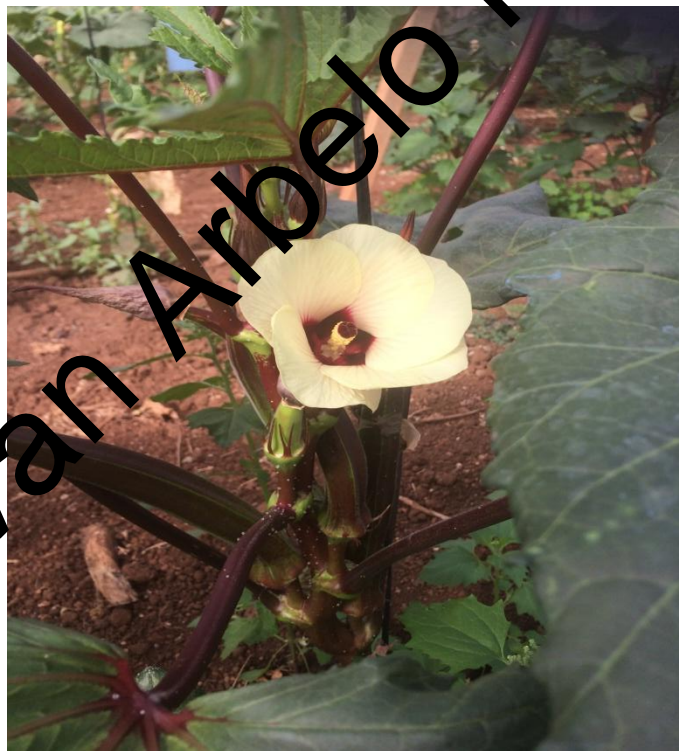


Foto 3: Flor de la variedad Red Burgundy



Foto 4: Flor de la variedad Silver Queen



Foto 5: Flor de la variedad Dwarf Green



- **Fruto:** el fruto es erecto y alargado. En realidad es una vaina de forma alargada que se desarrolla en la axila de la hoja. El fruto es una cápsula plurilocular que tiene cinco cavidades. Su color es verde amarillento dependiendo de la variedad. Tiene forma cónica pudiendo alcanzar los 35 cm de longitud y 3 cm de diámetro. Las vainas son la parte comestible y ésta termina en forma de punta. Esto se puede apreciar en las fotos 6, 7 y 8.



Foto 6: Fruto de la okra variedad Red Burgundy



Foto 7: Fruto de la okra variedad Silver Queen



Foto 8: Fruto de la okra variedad Dwarf Green

- **Semilla:** su fruto contiene numerosas semillas. Son redondeadas con una superficie suave. Las maduras son de color gris oscuro, con una forma esférica y unos 3 mm de diámetro. Un gramo de semillas posee alrededor de 150 unidades (Moreno et al., 2007). Una vez que los frutos alcanzan su madurez, las semillas se liberan.



Foto 9: Extracción de las semillas de las vainas



Iván Arbelo Mesa

3.3. FISIOLÓGÍA



3.3.1. Crecimiento vegetativo

La okra es una planta anual. Tiene un ciclo cuya duración se encuentra entre los 90-100 días y se caracteriza por tener un crecimiento indeterminado con una floración continua. Todo ello depende de si la planta no está sometida a un estrés significativo.

Su propagación se realiza fundamentalmente por semillas en el propio terreno, aunque también se puede realizar por siembra en semilleros y trasplantarla cuando comience la aparición de sus hojas verdaderas. Está formado por un tallo erecto y robusto y la altura que alcanza depende de las variedades existentes.

La primera flor aparece en la planta cuando han pasado uno o dos meses de la siembra. De las flores surgen sus frutos con rapidez, teniendo éstos una forma de cápsula, alcanzado su mayor longitud entre los 4 y 7 días tras la polinización. En estos días, es cuando más fruta se recolecta, ya que es el momento adecuado debido a su tamaño y rápido crecimiento, dos factores importantes para su recolección.

A partir aproximadamente del sexto día tras la aparición del fruto, que es cuando se produce la formación de las vainas, se inicia la producción de fibra, siendo el noveno día cuando se produce el mayor aumento (Nath, 1976 citada por Schippers, R.R. et al., 2009). Las vainas se consumen en un estado inmaduro, debido al gran contenido en mucílago que tienen, pero antes de convertirse en un fruto fibroso.

Las plantas siguen emitiendo flores y frutos por un tiempo indeterminado, donde entran en juego bastantes factores como son la humedad del suelo, fertilidad, temperatura y la variedad. Por lo que la recolección realizada de manera periódica y constante provoca que la fructificación se estimule, llegando incluso a la recolección diaria en climas en los que su crecimiento es portentoso.

3.3.2. Fisiología floral

La okra está tiene flores cuyo tamaño oscila entre los 4 - 8 cm de diámetro, poseyendo cinco pétalos de color blanco a amarillo con un punto rojo en la base de cada pétalo. Estas flores tienen de vida un sólo día. Posteriormente se pierden y se caen. La flor surge de la axila de cada hoja, teniendo lugar la aparición a partir de la sexta u octava hoja, dependiendo de la variedad.



La corona del tallo, en ese momento, tiene 3-4 flores subdesarrolladas, pero más tarde, en el periodo de floración, pueden haber hasta 10 flores sin desarrollar en una sola corona.

Mientras el tallo se va estirando, los capullos de las flores inferiores se van abriendo. Los capullos adquieren un tamaño de 2,85 x 1,50 cm. Desde que surge el brote en la flor, pasan unos 22 - 26 días desde el comienzo hasta que se encuentra en plena floración.

El estilo se encuentra rodeado por una columna estaminal que contiene más de 100 anteras. El polen entra en contacto con los estigmas a través de un alargamiento de la columna estaminal o a través de los insectos, ya que éstos van a la búsqueda de alimentos. De esta manera, las flores de la okra se autofecundan. Respecto a los granos de polen, poseen un gran tamaño y presentan un gran número de poros. Cada uno de éstos es una parte muy importante del tubo, ya que muchos tubos pueden desarrollarse a partir de un grano de polen (Purewal y Randhawa et al., 1947 citado por Salah, M.I. et al., 2001).

3.3.3. Polinización y fecundación

Tanto el botón floral como la antesis, la floración y la receptividad del estigma, se ven influenciados por el genotipo y los factores climáticos, como son la humedad y la temperatura (Venkatramini et al., 1952 citada por Lai X.Y., et al., 2006). Gracias a los estudios realizados hace varios años (Sulikeri y Awamy Rao 1972 citada por Purewal et al., 2010) sobre las variedades de okra, se ha llegado a la conclusión de que los botones florales se inician en 22 - 26 días, abriéndose la primera flor a los 41 - 48 días después de la siembra. Una vez ha comenzado la floración, ésta se prolonga durante 40 - 60 días. También se observó que las flores se abrían durante las primeras horas de la mañana.

Respecto a las anteras, son dehiscentes antes de la apertura de la flor, por lo que se produce la autopolinización. Su dehiscencia es transversal, la cual se produce por completo, pasados 5-10 minutos (Purewal y Randhawa, 1947 citado por Salah, M.I. et al., 2001). El polen que se localiza dentro de las anteras alcanza su punto máximo de fertilidad entre una hora antes y una hora después de la apertura de la flor (Srivastava, 1964 citado por Dhankar, B.S et al., 2005). La mejor receptividad que se dio en el estigma fue en el mismo día de la floración, con un porcentaje que se localiza entre el 90 - 100%.

Además, también se observó la receptividad del estigma en otros periodos y con unos porcentajes más bajos. El día previo a la floración con un 50 - 70 % y el día después de la misma con sólo un 1-15%.



Las flores se abren sólo una vez por la mañana y se cierran después de la polinización en el mismo día. Las flores de la okra son perfectas, o sea, hermafroditas, ya que están formadas por partes masculinas y femeninas en la misma flor, surgiendo así la polinización. Si las flores se colocan en una bolsa, para de esta manera evitar a los polinizadores, el 100% de las flores van a producir semillas. Respecto al cuajado, no existen diferencias significativas en la polinización abierta y por autopolinización.

Se ha encontrado experimentalmente que no habían diferencias significativas en cuajado bajo de polinización abierta, autopolinización (por embolsado solo) y (polinización manual de flores embolsadas) auto-polinización, lo que indica que es un cultivo autopolinizado (Purewal y Randhawa, 1947 citado por Salah, M.I. et al., 2001).

En relación con los insectos, no son fundamentalmente necesarios para la polinización: Sus flores son muy atractivas para abejas y abejorros y la polinización cruzada oscila entre el 4-19% (Purewal y Randhawa, 1947 citado por Salah, M.I. et al., 2001). (Choudhury et al., 1970 citado por Dahake, K.D et al., 2006) (Shalaby, 1972 citado por Kumar, N.S. et al., 2005), reportándose un valor de incluso un 42% (Mitidieri y Vencovsky, 1974 citado por Ek-Amnuay P et al., 2010). La polinización se dará siempre dependiendo de las condiciones climáticas, variedad y población de insectos.

Este cultivo es un claro ejemplo de autopolinización. La planta tiene la capacidad de autopolinizarse, por lo que tanto no es necesario el aislamiento de polinizadores, como se ha descrito anteriormente. Sin embargo, la frecuencia de autopolinización no tiene que ver con el porcentaje de polinización cruzada que puede ocurrir de forma natural (McCormack et al., 2004).

Iván Abelio Mesa



Iván Arbelo Mesa

3.4. CULTIVARES



La clasificación de las variedades comerciales de la okra se puede realizar prestando atención a los siguientes aspectos:

- Por el color que adoptan sus frutos
- Por el tamaño de la planta
- Por el tamaño que adquieren las vainas llegadas a la madurez

Por consiguiente, se realizará una clasificación del color del fruto:

Frutos de color verde:

- **Clemson Spineless:** Es una variedad que alcanza una altura media, uniforme y sin espinas con frutos angulosos que presentan un color oscuro. Para alcanzar la maduración, necesita entre 55-58 días desde la germinación de la semilla. De todas las variedades existentes de la Okra, esta es la más famosa de todas las que se cultivan. Ésta se obtuvo en el año 1939.
- **Emerald:** Es una variedad sin espinas y sus frutos tienen un color verde oscuro, lisos, redondos, tiernos y con una pared gruesa. Tiene una altura media con grandes rendimientos. Requiere entre 58-60 días para la maduración desde la germinación de la semilla. Es la variedad más usada para uso industrial.
- **Louisiana Green:** Cultivar sin espinas con una altura media y con buenos rendimientos. Frutos de color verde, delgado con la textura terciopelada. Requiere 59 días para su maduración desde su germinación. Su utilización se limita a uso industrial y al congelado.
- **Lee:** El tallo de esta variedad no tiene espina, con un porte pequeño, sin ramas laterales y hojas lobuladas. Posee frutos de color verde claro y que no alcanzan su madurez pasado los 58 días.
- **Prelude:** Variedad con polinización abierta, no tiene espinas con frutos de color verde muy oscuro. La planta requiere de 48 a 55 días para alcanzar la madurez. Llegado el momento de la cosecha, los frutos se pueden cosechar tiernos, con una longitud entre 2,5-4 cm superior a otras variedades. El fruto es adecuado al mercado fresco e industria y es más productiva que la variedad *Clemson Spineless*.



- **Blondy:** Esta variedad no posee espinas, es precoz y produce frutos acostillados de color verde lima. Requiere entre 48 y 50 días desde la germinación para alcanzar un estado de madurez óptimo.
- **Annie Oakley:** Es una variedad híbrida sin espinas con entrenudos cortos. Frutos de color verde oscuro formado por cinco carpelos. Requiere entre 53 a 58 días para alcanzar su maduración. Es una variedad algo más temprana que las anteriores y es adecuada para el mercado en fresco y proceso industrial.
- **Clemson Spineless 80:** Ésta alcanza una altura entre 4,5-6 metros. No tiene espinas. Vainas alargadas, rugosas, cónicas, de color verde oscuro. Requiere 55 días para su maduración. Variedad con altos rendimientos. Su uso es adecuado para el mercado fresco y también para enlatado como congelado.
- **Perkins Mammoth Long Pod:** Esta variedad tiene un porte alto alcanzando los 6 metros de altura. Produce un fruto largo de color verde intenso recubierto por una vellosoidad, delgada y afilada de buena calidad. Es una variedad tardía ya que requieren 60 días para su maduración. No es adecuada para el mercado en fresco.
- **Burmese:** Originaria de Birmania es una variedad que crece hasta 5 ó 6 metros de altura. Su tallo tiene entrenudos cortos y sus vainas son delgadas y curvas sin espina en su totalidad. Su fruto es de color verde claro amarillento. Requiere de 53 días para alcanzar su madurez. Es una variedad apta para su consumo en ensaladas.
- **Cowhorn 22:** Variedad de 6 a 8 metros de altura con un tallo que posee numerosas espinas. Vainas de 15 - 20 cm de longitud de color verde acanalado. Tiene una textura rugosa. Las vainas largas conservan su ternura respecto a otras variedades. Requiere de 56 días para su madurez. El fruto es adecuado para en mercado fresco.
- **Dixie Spineless:** Esta variedad se obtuvo de un cruzamiento de una selección de líneas puras de Clemson Spineless. Tiene un porte mayor y crecimiento más vigoroso que éste último. No tiene espinas, con tallos verdes y hojas con corte profundo. Carece de antocionina en el fruto y tallo.



- **Cajun Delight:** Esta variedad presenta entrenudos cortos y hoja lobulada y es más temprana que la Clemson Spineless 80. Produce vainas de color verde oscuro aptas para el procesado o consumo en fresco. Requiere 56 días para su maduración desde la germinación de la semilla.
- **Dwarf Green:** Se trata de una variedad de porte enano que llega a tener una altura entorno a los 90 cm. Produce frutos de 18 cm, son largos y verdes. Está recomendada para la siembra otoñal (Reimer Seeds, 2008). Requiere de 50 días para la maduración.
- **Dardo (PS 11589):** Variedad híbrida que presenta un porte bajo, con hojas dentadas de forma redondeada. Su maduración es temprana, requiriendo 30 días para su maduración. Apareció en 2004.
- **Lousiana Green:** Variedad que carece de espinas con una altura media. Produce grandes vainas de color verde suave, tierno y delgado. La planta puede crecer hasta 2,5 metros aunque por lo general tienen una altura más reducida. Requieren de 59 días para su madurez y sirve para la industria del congelado y enlatado.
- **Campbell Long Green:** Se obtuvo del cruzamiento de Perkins Mammoth var. semienana. Posee un porte semienano la cual produce vainas delgadas y de un color verde intenso. Apareció en 1940.
- **Jefferson:** Tiene porte alto que llega hasta los 6 metros de altura y apenas tiene ramas laterales. Hojas de tamaño medio y lobuladas. Fruto de color verde oscuro formada por 7-9 carpelos. También tiene espinas pero en poca cantidad; y con una precocidad temprana. Es una variedad adecuada para el mercado fresco y se obtuvo en 1981.
- **Gold Coast:** Esta variedad se obtuvo del cruzamiento de unas líneas puras de Lousiana Market. Está constituido por un porte pequeño y vainas de color verde oscuras y rectas. Requieren 75 días para su maduración desde la germinación de la semilla. El fruto es adecuado para el mercado fresco y es óptima para la congelación. Apareció en 1959.
- **Lousiana Market:** Variedad que tiene un altísimo rendimiento teniendo vainas de color verde con paredes gruesas. Posee una disposición en las hojas que permite una mayor accesibilidad a las vainas.



- **Jade:** Variedad de porte semienano parecido al Clemson Spineless 80 pero con menos ramas. Posee vainas rectas de color verde oscuro y formadas de 6 a 9 lóbulos. Se cosecha 10 días antes de la Clemson Spineless 80. El fruto es el adecuado para el mercado fresco y producción comercial.
- **Evergreen:** Posee un tallo alto. Vainas largas y delgadas de color verde claro. No posee espinas y apareció en 1945.
- **Perkins Spineless:** Posee vainas sin espinas de color verde oscuro. Porte semienano y con precocidad media. Las hojas poseen profundas hendiduras y apareció en 1945.
- **North and South (B 56960):** Variedad híbrida que tiene como característica que en un clima fresco, no se ve afectada, teniendo una gran resistencia. Frutos de color verde oscuro con poca fibra y apta para mercado fresco.
- **Pusa Sawani:** Tiene polinización abierta. Sus plantas tienen entrenudos cortos y poseen vainas de color verde oscuro con un adecuado cuajado. Su recolección comienza a las 40-45 días de la siembra. Hay que destacar que es resistente al virus de mosaico (YVMV).
- **Lady's Finger:** Variedad de estatura media con altos rendimientos. Frutos de color verde claro y están formadas por cinco carpelos. Requiere 75 días para su maduración y es adecuado para el consumo en fresco y la industria.

Frutos de color rojo.

- **Red Burgundy:** La planta crece hasta los 3 metros de altura. Fue creada en 1983 a través de una selección muy cuidada. Las vainas son de color rojo, tiernas y largas llegando a los 15 cm de longitud. Alcanza su maduración a los 55-60 días y tiene un buen rendimiento. El fruto es adecuado para la industria y mercado fresco.
- **Red Velvet:** Esta variedad desarrolla preciosas plantas y tallos rojizos alcanzando una altura de 1,50 metros. Producen vainas de color rojo que se aconsejan cosechar cuando posean entre 7-15 cm de longitud. Alcanza su maduración a los 55-60 días desde la siembra.



- **Red Alabama:** Variedad que alcanza los 2 metros de altura. Producen vainas de colores rojo y verde y también sucede en las hojas. La floración es de polinización abierta y para su maduración requiere 50 días tras la siembra.
- **Little Lucy (PS 38895):** Variedad enana de un color rojo muy llamativo, por lo que se utiliza con fines ornamentales.

Frutos de color blanco:

- **Silver Queen:** Variedad de tamaño medio que alcanza una altura de 2 metros. Producen frutos acanalados de color blanco que llegan hasta los 17 cm de largo. Son necesarios 75 días para su maduración.
- **White Velvet:** Variedad que surgió en la década de los años 30. Posee un porte alto, bastante productiva y temprana. No tiene espinas y las vainas son de color blanco y tiernas. El fruto es el adecuado para el mercado fresco.
- **White Lightning:** Esta variedad se obtuvo del cruzamiento de una selección de líneas puras de White Velvet. Las vainas son de color blanco, tiernas y largas. El fruto es el adecuado para el mercado fresco y se obtuvo en el año 1939.

Iván Arbelo Mesa



Iván Arbelo Mesa

3.5. EXIGENCIAS CLIMÁTICAS Y EDAFOLÓGICAS



El cultivo de la okra no es adecuado para altitudes por encima de los 1000 metros. Por ello, se da en países donde su clima es tropical.

Para la germinación de las semillas, es necesario un rango de temperatura que vaya desde los 24 - 33°C y con una humedad adecuada para su desarrollo. Si las temperaturas no se mantienen dentro de este rango, el cultivo se retrasará. Hemos de añadir que no soporta las bajas temperaturas, por lo que debajo de 10°C, sufre severos daños.

Respecto a las necesidades hídricas del cultivo, es una especie tolerante a la sequía, pero con ello no quiere decir que aguante mucho tiempo sin hidratarse. Por lo que es importante que siempre contenga una mínima cantidad de agua para que se desarrolle en óptimas condiciones, sobre todo en la floración y cuajado, que es el momento en que la planta requiere mayores cantidades de agua. Se recomienda el riego por goteo (Westerfield, 2008).

Es importante prestar especial atención a los suelos, ya que deben estar bien drenados para evitar la asfixia radicular. Requiere suelos de textura franco - arenosa y ricos en materia orgánica, especialmente en potasio. Su pH debe encontrarse entre 5,8 - 6,5. Para la prevención de nemátodos y enfermedades es importante organizar las rotaciones. También se debe tratar los residuos que pudiera haber en el terreno con anterioridad para que se produzca su descomposición (Moreno et al., 2007).

En la tabla 14 se mostrará las distintas temperaturas y que conlleva cada una de éstas:

Tabla 14: Rango de temperaturas y el comportamiento de la planta en función de éstas

Temperaturas	Comportamiento en la planta
< 15°C	Defoliación de la planta
20-30°C	Adecuado para el cultivo, floración y fructificación
24-28°C	Crecimiento normal de la planta
25-35°C	Germinación de la semilla
> 35°C	La germinación se retrasa
> 42°C	Pérdidas de rendimiento



Iván Arbelo Mesa

3.6. CICLOS DEL CULTIVO, SIEMBRA Y TRASPLANTE



La okra suele sembrarse en el terreno de asiento o en semilleros, por lo general en primavera cuando ya han pasado los fríos rigurosos del invierno.

Se puede realizar la siembra a la tres ó cuatro semanas antes de la última helada en primavera, en bandejas llenas de turba bajo una gran cantidad de luz. Aunque por el contrario también se puede hacer en el exterior bajo un túnel, para así protegerlas, cubriéndolas 70-95 cm de altura para que las plantas puedan desarrollarse sin problemas.

Si no quiere realizarse una siembra temprana, hay que esperar a que el clima sea el adecuado, situando la temperatura entre 15-20°C, realizando la operación en un suelo bien drenado.

Se ha de destacar que las siembras realizadas en la parte norte del planeta corresponden a los meses de febrero y marzo, mientras que la parte sur a los meses de agosto y septiembre (Miri et al., 2006, Díaz Franco et al., 2007, Dilruba et al., 2009).

En las zonas que no son cálidas la siembra puede retrasarse hasta Junio, ya que es un mes adecuado debido a que el clima suele ser más caliente, aumentando dos meses más.

Respecto al ciclo del cultivo va de 90 a 100 días por lo general, pero esto depende en gran medida de las diferentes variedades que existan.

Debido al tamaño que tienen las semillas, se siembran directamente a golpes. Un marco de plantación debería ser de 90 a 120 cm entre líneas y 30 cm entre plantas.

Es importante destacar que las semillas de okra no germinan bien en suelos fríos, por lo que la temperatura mínima a la que germina sería de 16°C, tardando con esta temperatura en 17 días para germinar. Por el contrario, con 30°C la germinación se desarrolla más rápidamente tardando 7 días. Por todo ello, lo más recomendable es hacer la siembra en semillero, ya que de esta manera podemos controlar la temperatura. Para obtener una semilla con una rápida germinación y de una forma uniforme, se pone en remojo con agua templada durante 12 horas antes de la siembra. (Moreno et al., 2007).



Por otro lado, el trasplante se realiza cuando la planta tenga 4 hojas verdaderas y una altura de 15 cm, lo que ocurre normalmente a los 30-45 días tras la siembra. El trasplante suele realizarse a mediados de mayo o entre 7 y 10 días después de la última helada de primavera registrada.

En este caso la plantación se realizará a una distancia entre líneas de 1,5 metros, dejando entre plantas de 40 a 50 cm y un sistema de línea pareadas, lo que se traduce a dos líneas por surco, colocando las plantas al tresbolillo. Una vez que ha acabado el trasplante, conviene aplicar un riego se asiento, dejando los días siguientes sin regar el cultivo para favorecer el desarrollo de las raíces (Moreno et al., 2007).

Dependiendo el país en que se siembre, los marcos de plantación variarán:

- En España distancia entre líneas de 76 a 96 cm y separación entre plantas de 20 a 30 cm

- En África distancia entre líneas de 1,5 m y separación entre plantas de 40 a 50 cm

Iván Arbelo Mesa



Iván Arbelo Mesa

3.7. LABORES DE CULTIVO



Las labores que se expondrán a continuación son las que se realizan durante el cultivo y son las siguientes:

➤ **Preparación del terreno**

Antes de iniciar cualquier plantación en el terreno, se debe conocer el estado de éste mediante un análisis tanto de agua como de suelo, para saber si el terreno tiene las condiciones idóneas para implantar el cultivo.

Cuando se realice la preparación del suelo, es conveniente realizar una labor profunda del terreno enterrando todo lo posible los residuos de cultivos anteriores. Esta labor se debe realizar con antelación para que se descomponga con suficiente tiempo. Luego se debe pasar 1 ó 2 veces el arado para romper la capa del suelo y mejorar su aireación (Moreno et al., 2007)

Una vez el terreno se encuentre en sus condiciones óptimas se le añade estiércol a razón de 10-15 t/ha, para así nutrirlo de materia orgánica y obtener una buena cosecha en la recolección (Saalman, 1975 citado por Siemonsma J.S., et al., 2000).

También se puede usar herbicidas para la eliminación completa de las malas hierbas.

➤ **Riegos**

Tras el riego de plantación, en el cultivo de la okra existen dos momentos de mayor importancia en cuanto a necesidades hídricas se refiere, la siembra y el trasplante. En éste último se hace imprescindible mantener una humedad constante para que se produzca la nacencia para la siembra y el arraigo de las plántulas en el caso del trasplante. El segundo momento crítico corresponde a la floración y cuajado de los frutos, con la finalidad de sacar el mayor rendimiento posible al cultivo y un buen desarrollo para tener una buena producción.

Por otra parte es importante tener en cuenta que con un exceso de agua o las posibles fluctuaciones en su contenido en el suelo pueden provocar malformaciones en los frutos y la aparición de enfermedades fúngicas.

En el riego, es muy importante tener una correcta programación. Por una parte el coeficiente de cultivo (Kc), que durante el comienzo se estima en 0,45 aumentando su crecimiento hasta alcanzar un máximo de 1,15. Por otra parte, las condiciones climáticas destacada en una zona concreta, reduciéndose al valor de la evapotranspiración de referencia (ETo).



La dosis del riego varía en función de la época donde nos encontremos, tanto el fotoperiodo, humedad y temperatura.

En el centro de España, en base de los datos históricos de ETo de mayo a septiembre, periodo en el cual se dan las condiciones idóneas para el desarrollo del cultivo, las necesidades hídricas se estimarían entre 5.000 y 6.000 m³/ha (Moreno et al., 2007).

➤ Fertilización

El nitrógeno es de vital importancia para este cultivo, sobre todo en el rendimiento y el crecimiento. Pero debemos suministrar la cantidad exacta, ya que un exceso propiciaría plantas muy vigorosas pero poco productivas. Por el contrario, la supresión de N disminuiría el tamaño de las hojas, altura de la planta y la reducción de la fructificación.

Las cantidades de abono son muy variables, aunque se recomienda un abono de fondo de 1.000 kg/ha y un aporte de 50 UF/ha de N, 30 de P₂O₅ y 30 de K₂O. Durante el periodo de producción las necesidades de N, P y K van en aumento debido al desarrollo de los frutos (Moreno et al., 2007).

En los sistemas de riego por goteo conviene que la aplicación de los fertilizantes a través del agua de riego. De esta manera la colocación de los fertilizantes en contacto con las raíces es inmediato, por lo que la planta lo toma con mayor rapidez. Con esto también se ahorra una cantidad considerada de fertilizante y una distribución homogénea.

Además, es posible la aplicación de abono de forma sólida, mediante zanjas de 17 cm en la base de las plantas, añadiendo fertilizante granulado y tapándolo con suelo. Pero en el caso de que se produzcan lluvias con una gran intensidad, el aumento de fertilización debe de ser notorio.

En la actualidad, la aplicación de fertilizantes en el suelo de manera constante ha llevado consigo a que el suelo disminuya su rendimiento, por lo que se debe combinar fertilizantes orgánicos con fertilizantes minerales (Akande, 2010).



3.7.1. Otras labores

➤ Escardas

La eliminación de las malas hierbas se hace necesario para la proliferación del cultivo, ya que la competencia entre ambas se reduce notablemente. Se puede realizar de manera manual mediante herramienta cualificada para este trabajo o de manera química, con la utilización de herbicidas. La ventaja de ésta última es que asegura la eliminación de las malas hierbas en un alto porcentaje, por el contrario, la desventaja es que el rendimiento del suelo disminuye por contaminación de estos herbicidas. Algunos de estos herbicidas son Prometrina 50%, Butralina 48%, Benfluralina 18%, etc.

➤ Acolchados

Se recomienda el uso de acolchado negro en las líneas de cultivo por lo que permite el uso de riego por goteo. También se obtiene una mejora de la conservación de la temperatura del suelo en los inicios del desarrollo del cultivo, haciéndose imprescindible para que la okra desde sus comienzos, tenga un desarrollo óptimo y un crecimiento constante. Los rendimientos son considerablemente mayores cuando la okra se cultiva bajo cubierta de polietileno (Kemble, 2013).

➤ Poda

Normalmente la okra no necesita poda, aunque en ocasiones se realiza una poda de rejuvenecimiento en zonas donde las temperaturas sean las adecuadas para el cultivo. Esta operación consiste en cortar la planta aproximadamente a 25 cm del suelo. Después de la operación se recomienda aportar una fertilización de 15-0-14, 8-0-24 ó 13-0-44, cuya finalidad es incrementar el desarrollo y regeneración de las ramas laterales (Kemble, 2013).

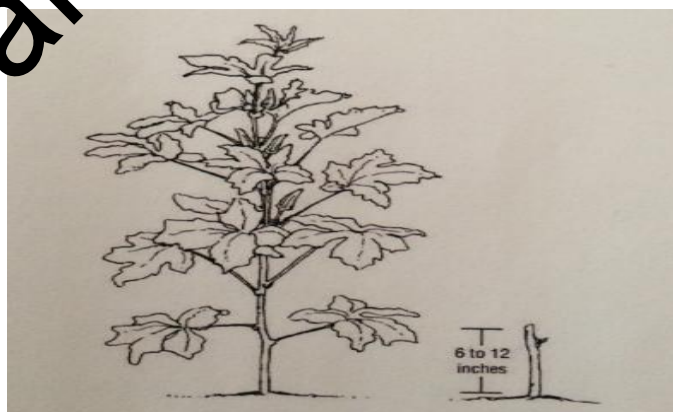


Figura 3: Planta tras la realizar la poda



Iván Arbelo Mesa

3.8. MEJORA GENÉTICA



Con la mejora genética se persigue diferentes objetivos, entre ellos de distinguen:

1.- Mejoras de las variedades para obtención de maduración temprana y tardía, con lo que en el mercado no habría precios muy oscilatorios.

2.- Desarrollo de variedades con un alto rendimiento que a la misma vez produzcan vainas de color verde oscuro, lisas, largas y tiernas.

3.- Creación de variedades resistentes a enfermedades causadas por virus como son el virus del mosaico de la okra, YVMV y leaf curl. Enfermedades fúngicas como la marchitez vascular, oidio, tizón cercospora y botritis. Y por último plagas de insectos tales como pulgones y saltamontes.

4.- Producción de variedades con una buena capacidad de producción de semillas, para obtener una multiplicación rápida.

5.- Desarrollo de variedades para una mayor adaptabilidad.

6.- Desarrollo de variedades para lograr alcanzar un fruto de tamaño adecuado para el mercado.

7.- Desarrollo de variedades que sean adecuadas para el mercado de exportación.

Iván Arbelo Mesa



Iván Arbelo Mesa

3.9. PLAGAS Y ENFERMEDADES



3.9.1. Plagas

La okra es un cultivo que es bastante susceptible al ataque de plagas. (Moreno et al., 2007). A continuación, se describen las plagas más importantes, sus daños, sus enemigos naturales y sus tratamientos.

➤ Pulgón del algodón

Corresponde a la especie *Aphis gossypii* (Glover). Se trata de un insecto que se alimenta de la savia a través de la planta, encontrándose en el envés de las hojas, tallos, flores y frutos dependiendo de la etapa vegetativa que tenga la planta. Los daños ocasionados son:

- Flores y frutos causando malformaciones incluso provocando el aborto de los frutos en formación, por ello es fundamental tratar la plaga justamente cuando aparezcan.

- Flexión y torsión de las hojas. Los pulgones dejan la melaza en las hojas y tallo, afectando al desarrollo y rendimiento.

Respecto a sus enemigos naturales, existen diversos de ellos, pudiéndonos encontrar la crisopa (*Chrysoperla carnea*), mariquita de dos puntos (*Adalia bipunctata*), avispas parasitoides (*Aphidius colemani* y *Aphidoletes aphidimyza*) y un hongo, en *Verticillium*.

Para el tratamiento químico se deberá aplicar los productos en concordancia con la densidad y daños del cultivo, respetando a su vez a los enemigos naturales. Se debe respetar los plazos de seguridad y las órdenes de los técnicos, par que no haya ningún tipo de problema. Los tratamientos existentes son:

- Piretrinas - Imidacloprid - Aceite de parafina - Oxamilo



Foto 10 : Comunidad del *Aphis gossypii*



➤ **Gusanos grises**

Con este nombre se conoce al conjunto de especies de lepidópteros de la familia de los Noctuidos, donde se encuentra *Agrotis*, *Mamestra*, *Spodoptera* y *Noctua*.

Estos gusanos aparecen por la noche, ya que son nocturnos. Los daños ocasionados son numerosos, como por ejemplo:

- En el tallo realiza pequeños daños cuando la oruga es joven pero cuando llega a adulta es capaz de cortar el tallo derribando la planta.

- Se alimenta de las plantas trasplantadas de semilleros cortándole el cuello durante la noche, mientras que por el día se alimenta a través de ella mediante un túnel que realiza ella misma.

Respecto a los depredadores, los más importantes son las crisopas, aves, hormigas y escarabajos de suelo. Los parasitoides existentes son las avispas (*Ruficrus cotesia*) y la mosca (*Tachinid*).

En el control químico, se aplica cuando se haya pasado los daños, aplicándose un piretroide en pulverización que puede ser clorpirifos, deltametrin, etc.



Foto 11 : Planta atacada por gusano gris



➤ **Gusano de la fruta del tomate**

Se conoce con el nombre de *Helicoverpa armigera* (Hübner), la cual es polífaga y ataca a varios cultivos. Está constituida por una variada coloración pasando por una amplia gama de colores, con líneas longitudinales claras y franja gruesa amarilla. Las larvas poseen daños en hojas, flores y frutos.

Su ciclo depende de las temperaturas, aunque con un tiempo cálido y adecuado se completa el ciclo, transcurriendo de 30 a 60 días desde la eclosión del huevo.

En cuanto al control químico, está basado en el uso de insecticidas. En la actualidad, el uso de éste no está siendo tan efectivo, debido al uso indiscriminado que se ha llevado al cabo de los años, no habiendo unos controles exhaustivos en su aplicación, con lo que ha acarreado numerosos problemas, entre ellos, la contaminación al medio ambiente.

Se combaten con: Flubendiamide, clorfluazurón, lufenuron, metoxifenocide, teflubenzurón.

En su control biológico se utiliza *Bacillus thuringiensis*. Pero se ha de destacar que se han encontrado 24 depredadores y 35 parasitoides. Dentro de ésta última se encuentra las avispas parasitoides del género *Trichogamma*.



Foto 12: Planta atacada y su ciclo



➤ **Mosca blanca**

Especialmente la especie *Bemisia tabaci* (Gennadius). Esta mosca se localiza en el envés de las hojas formando grandes grupos que se alimentan de la planta provocando un debilitamiento en toda ella.

Los síntomas que provoca son la atrofia y amarilleamiento, provocando la muerte final de la planta.

Para el control de sus enemigos naturales se puede elegir:

- Hongos entomopatógenos: *Verticillium lecanii*
- Parasitoides: *Eretmocerus mundulus* y *Encarsia formosa*

En el control químico, es importante llevar un seguimiento para observar el desarrollo de la plaga y como actuar. Como materias activas se tiene pirimicarb, imidacloprid, cipermetrin. La dosis de cada uno de ellos dependerá de los daños del cultivo. El mejor control que hay es un control preventivo de la plaga, ya que si se produce una evolución es más difícil erradicarlo.



Foto 13 : Proliferación de la mosca blanca



➤ Moscas minadoras

Hay tres especies principales que son la *Liriomyza trifolii* (Burgues), *Liriomyza sativae* (Blanchard) y *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard)

Las hembras ponen los huevos perforando las hojas. Los gusanos están tanto en el haz como el envés de la hoja y a medida que se van alimentando van generando una galería, que son más problemáticas si es de manera colectiva produciendo la muerte de la planta. El ciclo de vida necesita temperaturas cálidas y se desarrollan en 20 días.

Se pueden usar trampas de color amarillo para su captura y tener un control de la plaga.

En su control químico se ha de seguir las recomendaciones de los técnicos y las materias a emplear pueden ser oxamilo, aceite de parafina, piretrinas.

➤ Trips

Diferentes trips atacan a la okra, siendo los más comunes la *Frankiniella occidentalis* (Pergrande) y *Frankiniella schultzei* (Moreno). Su alimento se basa fundamentalmente en el polen de las flores, deteriorando a la planta y perdiendo su eficacia.

Sus depredadores naturales son las crisopas (Chrysopidae), chinches (*Orius* sp.) y sírfidos (Syrphidae).

En cuanto a sus tratamientos se puede aplicar:

- Aplicación de azadirachta para el control de las ninfas jóvenes, inhibe el crecimiento y reduce la puesta de huevos de los adultos.
- Aplicación de Spinosad y metiocarb.



Foto 14 : Trips dañando la hoja

➤ **Nemátodos**

La especie *Meloidogyne exigua* (Goeldi) Es una de las plagas más importantes de la okra, por lo que la atención a los tratamientos para erradicarla se hace muy importante.

Los síntomas que presentan son: plantas con un tamaño bastante escaso, en la parte radicular se generan lesiones, en climas cálidos se produce marchitamiento y las plantas adquieren una tonalidad amarilla.

Para su control se recomienda lo siguiente:

- Arrancar las plantas después de la cosecha y eliminar los residuos.
- Rotación de cultivos.
- Mantener un nivel alto en materia orgánica en el suelo.

Sin embargo, para su control químico se pueden usar materias activas como el Oxamyl, Terbufos, Carbofuran (Sánchez).



➤ **Rosquilla verde y rosquilla negra**

Estas dos especies corresponden los nombres de *Spodoptera exigua* (Hübner) y *Spodoptera littoralis* (Boisduval). Tanto una especie como la otra ocasiona defoliación, ya que se alimentan de las hojas. Cuando la oruga es pequeña rompe el envés respetando la epidermis de la hoja, pero cuando son adultas, la destrucción es completa.

Respecto al control químico, se deberá ir vigilando de manera constante el avance de esta plaga, actuando cuando sea necesario y utilizando las materias activas con responsabilidad. Éstas materias pueden ser ciflutrin, clorpirifos, cipermetrin, betaciblutrin.

En el control biológico, se controla mediante las crisopas, virus, hongos, y *Orius*, que son efectivos para su erradicación o la disminución de la población (Bermejo, 2011).

➤ **Mosquito verde**

Hace referencia a la especie *Empoasca* sp. (Göethe). Para alimentarse, realiza una picadura en las hojas y luego succiona la savia, con lo que se produce un amarilleamiento generalizado. Pero si se producen ataques muy severos, la planta merma ocasionando la muerte.

En el control químico, se puede realizar mediante espolvoreo como pulverización, utilizando las materias activas como los clorpirifos, dimetoato, azadiractin.

Para el control biológico se pueden utilizar parasitoides como *Anagrus atomus* o *Stethynium triclavatum*, ya que ambos parasitan los huevos y los depredadores como las chinches.



3.9.2. Enfermedades

El cultivo de la okra se ve afectada por numerosas enfermedades que deben ser tratadas para impedir su desarrollo. A continuación se describen algunas de ellas:

➤ ***Fusarium oxysporum* f. sp. *Vasinfectum* (W.C. Zinder & H.N. Hansen):**

Se trata de una enfermedad muy importante que aparece en la okra. Los hongos persisten en el suelo por la formación de clamidosporas. Al comienzo, las plantas presentan un marchitamiento que es temporal, pero a medida que pasa el tiempo se hace mucho más intenso. Sus hojas muestran un color amarillo que se caen con el paso del tiempo, llegando incluso a la muerte. En las plantas más viejas, los haces vasculares en la parte del cuello se vuelven amarillos. El hongo invade las raíces, se apodera del sistema radicular y acaba con la desecación de la planta. Esta enfermedad se caracteriza por el ataque en la etapa de plántula y en el crecimiento vegetativo. Para la prevención de esta enfermedad, se hace importante seguir unos pasos que se detallarán a continuación:

- Utilización de semillas certificadas libre de enfermedades.
- Realizar extensas rotaciones para que el *Fusarium* pierda la capacidad de permanecer en el suelo.
- Elevar el pH del suelo mediante la aplicación de cal.
- Mantener el campo limpio de malas hierbas.

➤ ***Pythium* spp. y *Rhizoctonia* spp (J.G. Kühn):**

Tanto una especie como la otra produce una podredumbre que pueden matar a las plántulas en los primeros comienzos del desarrollo. Si las plantas germinadas sufrieran un decaimiento en el semillero, éstas caen sobre el suelo y morirían, recibiendo el nombre de "damping off". La destrucción de la enfermedad depende en gran medida de las condiciones ambientales existentes y los patógeno que haya en el suelo. Sin embargo, un clima con gran humedad y tierra compacta favorece el desarrollo de la podredumbre. Para su prevención se aconseja:



- Rotación de cultivos.
- Evitar un exceso de riegos.
- Hacer una buena gestión de los semilleros.
- Evitar lugares donde con anterioridad esta enfermedad se diera en antiguos cultivos.

➤ ***Cercospora abelmoschi* (Ellis & Eveth), *C. mayalensis* (F.Stevens & Solheim) y *C. hibisci* (Tracy & Early):**

Estas tres especies de *Cercosporas* generan manchas en las hojas de la okra, que se marchitan y terminan desprendiéndose de la planta. La *C. mayalensis* causa manchas irregulares de color marrón, mientras que la *C. abelmoschi* causa manchas de color negro. Los hongos se mantienen con vida gracias a los residuos del cultivo que están presentes en el suelo. Cuando la enfermedad es muy grave, se produce una defoliación completa. Los ataques suelen ocurrir durante las estaciones húmedas.

➤ ***Ersiphe cichoracearum* y *Sphaerotheca fuliginea* (Pollacci):**

En la okra, el oidio es causado por estas dos especies. La enfermedad afecta principalmente a las hojas que tiene un mayor tamaño, peciolo y tallos. Un aumento de la humedad puede agravar a la enfermedad y la infección es peor cuando se genera precipitación en forma de rocío. Sus síntomas son unas manchas blancas parecido a polvo que recubren las hojas inferiores, aunque también pueden aparecer en la parte superior de la hoja. Las hojas más jóvenes prácticamente son inmunes. La defoliación prematura se localiza en las hojas viejas, que si no se controlan puede producir un marchitamiento en la planta. Se aconseja utilizar productos con azufre para controlar en cierta medida a esta enfermedad.

➤ ***Alternaria solani*:**

Conocida como tizón temprano y es una de las enfermedades más graves y frecuentes de la okra. La infección ocurre en todo tipo de clima, ya sea lluvioso o cálido. En las plántulas jóvenes provoca la pudrición del cuello. Las hojas afectadas tienen manchas marrones con anillos en el centro, apareciendo



primero en las hojas más viejas y avanzando hacia la parte más alta de la planta. Se aconseja realizar una serie de tratamientos para su erradicación, como pueden ser el uso de azufre como fungicida preventivo o tratamientos hidrotérmicos a las semillas.

➤ **Leaf curl virus:**

Esta enfermedad es producida por un virus del género *Begomovirus*, y es transmitido por la mosca blanca. Los síntomas que tienen una mayor importancia son el rizado de las hojas en una dirección y negrilla en la parte inferior. El síntoma más característico es la torsión del tallo principal y las ramas laterales. Los frutos de la planta son pequeños y no aptos para comercializarse. En la actualidad se está estudiando como erradicarla, ya que a día de hoy no se conoce ningún tratamiento.

➤ **Okra Vein Mosaic Virus (YVMV) (Givord, Pfeiffer & Hirth):**

Se trata de la enfermedad viral más importante y destructiva de la okra, infectando a todos los cultivos en todas sus etapas de crecimiento. Los síntomas que más la caracterizan son: una serie de venas de color amarillo que se encuentran en las hojas. Al principio, sólo se localizan las venas amarillentas, mientras que en las siguientes etapas toda la hoja de vuelve amarilla. Las plantas infectadas en las primeras etapas aparecen atrofiadas, mientras que los frutos son pequeños, tienen textura dura y son deformes. Esta enfermedad ocasiona el 50-100% de las pérdidas en el rendimiento durante un periodo de al menos 25 días. En la actualidad, no se conocen ningún tratamiento efectivo para combatirla.

Iván Alpeño Mesa



Iván Arbelo Mesa

3.10. SISTEMA DE RECOLECCIÓN, POSTCOSECHA Y COMERCIALIZACIÓN



➤ **Recolección**

En este cultivo, el comienzo de la cosecha en gran parte de sus variedades comienza entre los 55-60 días tras realizar la siembra, que coincide justo con los 20 días después del trasplante. Su recolección se realiza de manera manual cortando el pedúnculo, siendo necesario estar dotando mediante un instrumental adecuado, como son guantes y tijeras para evitar roces o cortes con la piel, ya que la okra está dotada de pelos urticantes.

Para la recolección se debe hacer cada día o cada dos, ya que los tejidos tienen una gran lignificación, creciendo con rapidez, lo que los hace incomedible.

En Oriente Medio y Asia se consumen con un tamaño que no llegan a los 5,5 cm, mientras que en El Caribe y América Central se recolecta cuando el fruto adquiere su mayor tamaño posible.

Aquellos países que posean un clima con unas condiciones idóneas, se pueden realizar hasta dos recolecciones diarias, como son los países de clima tropical. La recolección es importante, ya que de no ser así, la maduración de las semillas inhibe las siguientes floraciones, generando una disminución en el rendimiento de la cosecha y obteniendo unas producciones muchos más bajas.

El final del periodo productivo tiene lugar cuando por la noche, la temperatura logre estar por debajo de los 15°C, generándose una defoliación casi total de la planta. Esto depende en gran medida de la zona donde se encuentre; en la Península ocurre a mediados de septiembre mientras que en Canarias se adapta en función del límite vegetativo de la planta (Moreno et al., 2007).

A continuación, se puede observar en la tabla 15 los diferentes calibres en función de la longitud del fruto para hacer una clasificación:



Tabla 15: Clasificación de los frutos según su calibre

Código del calibre	Longitud (cm)
A	4,0 - 6,5
B	6,51 - 9,0
C	9,1 - 11,5
D	11,51 y mayores

FAOSTAT, 2013



Foto 15: Fruto del calibre B



Foto 16: Fruto del calibre C



Foto 17: Fruto del calibre D

➤ Envasado

Para su realización es muy importante que el producto quede herméticamente cerrado asegurando su protección. Los materiales usados en el interior del envase deberán ser nuevos, de buena calidad y estar limpios para así evitar cualquier daño externo o interno al producto. Los envases deberán estar exentos de cualquier materia dañina o olor extraño. En sus envases, deberán distinguirse los datos relacionados con la categoría del fruto y del calibre (CAR/RCP 44 - 195). Para la okra existen tres categorías que son:

- Categoría " Extra" : la okra de esta categoría debe ser de una calidad superior. Deberá ser de consistencia firme y característica de la variedad en cuanto a la forma, apariencia y desarrollo. No se permitirán defectos, salvo algunos superficiales muy leves siempre y cuando no afecten a lo general del producto.

- Categoría I: la okra de esta categoría debe de ser de buena calidad. Se permitirán defectos leves siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación. Entre los fallos permitidos constan:

. Aquellos defectos leves de coloración no sea superior al 5% del total.

. Defectos leves en la piel como cicatrices, manchas, magulladuras que no superen en 2% de la superficie total.



- Categoría II: comprende la okra que no puede clasificarse en las categorías superiores, pero satisface los requisitos mínimos para el transporte, manipulación y llegada al destinatario en buenas condiciones. Sin embargo, podrán permitirse los siguientes defectos siempre y cuando la okra conserve sus características esenciales en lo que a calidad, conservación y presentación respecta. Entre los fallos permitidos constan:

. Aquellos defectos leves de coloración no sea superior al 10% del total.

. Defectos de la piel como cicatrices, rasguños, manchas y magulladuras que no superen el 5% de la superficie total.

➤ **Conservación**

Una vez recolectados los frutos de la okra, estos se deterioran con facilidad, por lo que el uso de almacenamientos a lo largo del tiempo se hace muy importante. Para su conservación, los frutos deben estar enteros y en buenas condiciones, además se deberá almacenar a una temperatura de 10°C con una humedad del 90 -95%.

Los productos deben ser almacenados en unos cuartos cuya temperatura esté fría. Por debajo de 7°C se dañan, perdiendo el brillo y empeorando la calidad y no permanecer los frutos más de nueve días (Moreno et al., 2007).

El producto final tiene que estar en buenas condiciones, libre de materias extrañas como vainas frescas y libre de plagas y enfermedades.

➤ **Transporte**

Para el transporte de largas distancias se aconseja la utilización de vehículos refrigerados y envasar los frutos en cajas de láminas de madera para tener suficiente ventilación, debido a que el cartón favorece la aparición de moho.

Está prohibido rociar con agua o refrescar con hielo, ya que esta práctica conduce al deterioro de los frutos (Moreno et al., 2007).



Iván Arbelo Mesa

4. PARTE EXPERIMENTAL



Iván Arbelo Mesa

4.1. MATERIAL Y MÉTODOS

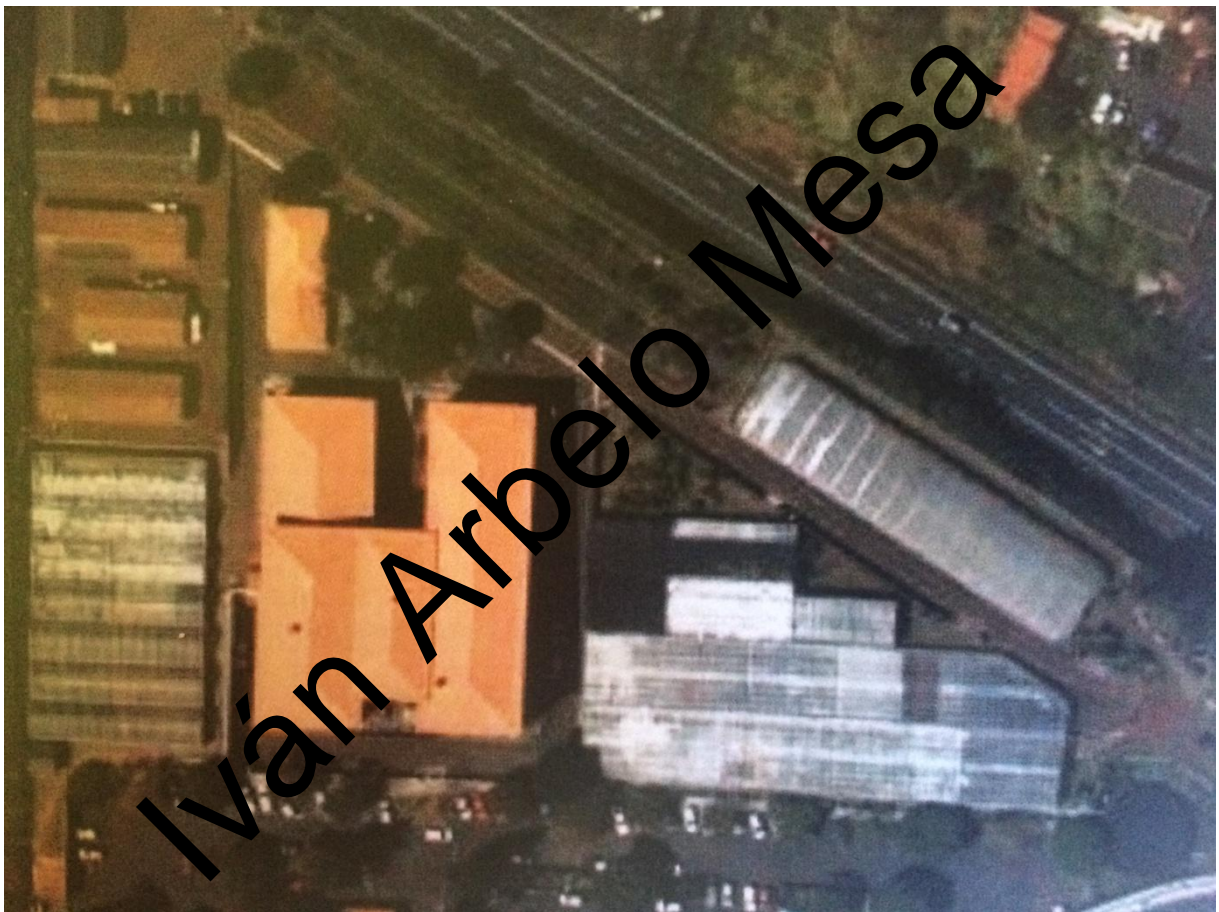


4.1.1. Localización de la experiencia

Este ensayo se realizó en la isla de Tenerife en la Sección de Ingeniería Agraria de la EPSI de la ULL, situada en el término municipal de San Cristóbal de La Laguna. Las instalaciones se encuentran a 552 m.s.n.m. y a una latitud de 28° 46` 19`` N y una longitud de 16° 19` 72`` O.

A continuación, se puede ver en el plano 1 la situación donde se desarrolló el ensayo.

Plano 1: Situación del ensayo





4.1.2. Siembra en los semilleros

La siembra de las variedades de okra tuvo lugar en el invernadero de hidroponía de la Escuela.

La primera fecha de siembra se realizó el 27 de febrero del 2017, en 3 bandejas de poliestireno de 19 x 13 alveolos, con un total de 247 alveolos cada bandeja y con un marco de plantación de 2,5 x 2,5 cm.

Antes de realizar la siembra, cada bandeja se limpió con agua a presión para eliminar cualquier resto anterior que pudiera existir. De esta forma, nuestra plantación en semillero se hace de manera más segura.

El sustrato empleado fue turba. Cada bandeja disponía de 50 semillas por variedad, por lo que finalmente se dispuso de 150 semillas en total. Las tres variedades que se sembraron fueron Red Burgundy, Silver Queen y Dwarf Green. Una vez realizado, se le aplicó un riego por pulverización para unir bien la turba con las semillas.



Foto 18: Preparación de la turba en los alveolos y semillas lista para sembrar



Foto 19: Semillas puesta en cada alveolo



Foto 20: Riego por pulverización después de la siembra

La turba poseía un contenido en materia orgánica del 30% y un pH comprendido entre 5 - 6.

En los días posteriores a la siembra de la Okra, cada día se regaba dos veces mediante riego pulverizado.



Primera época de siembra

La siembra en semillero se realizó el 27 de febrero. En la primera semana se realizó un recuento de aquellas semillas que habían germinado. Las tres variedades se mantuvieron más o menos constantes en cuanto a la germinación, Red Burgundy un 25%, Dwarf Green un 20% y la Silver Queen un 18%. Estos porcentajes dieron resultados similares ya que en la primera semana apenas se ven diferencias germinativas entre las variedades.



Foto 21: Semilleros tras su primera semana



Foto 22: Inicio de la germinación en la primera semana



Durante la segunda semana de germinación, las temperaturas no fueron las adecuadas, por lo que el retraso en el crecimiento de las variedades Dwarf Green y Silver Queen fue notoria. La otra variedad, la Red Burgundy si tuvo un desarrollo mayor que las otras dos.

Durante esta semana, no se apreciaron problemas ni de plagas ni de enfermedades.

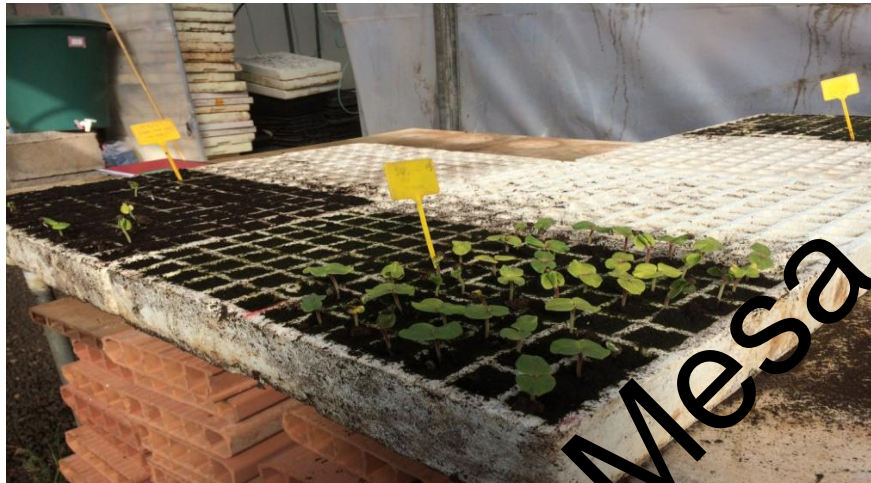


Foto 23: Crecimiento de la Red Burgundy en comparación con Dwarf Green y Silver Queen

Durante la tercera semana, si existieron diferencias entre unas variedades y otras. La Red Burgundy tuvo un crecimiento mucho más rápido que las otras dos.

A continuación, se puede observar en la foto esta variedad:



Foto 24: Red Burgundy a la tercera semana de la germinación



El 22 de marzo finalizó la siembra en semilleros. Durante la última semana que estaban las plántulas en el semillero, no sufrieron ningún tipo de ataque por plaga. Lo único relevante que había es que algunos de sus muchas hojas tuvieron un color amarillo, debido a la temperatura fría que había a mediados de marzo.

Segunda época de siembra

Esta siembra en semillero se realizó el 27 de marzo. En la primera semana se realizó un recuento de aquellas semillas que habían germinado. Hubo variaciones en las tres variedades, teniendo la Red Burgundy un 36%, Dwarf Green un 20% y la Silver Queen con otro 50%. Estos porcentajes se dieron debido a que durante esta semana hubo un aumento notorio de las temperaturas, lo que se traduce a un crecimiento más rápido de las semillas.



Foto 25: Semilleros tras su primera semana

Durante la segunda semana de germinación seguimos con un crecimiento constante de las variedades Red Burgundy y Silver Queen. La variedad Dwarf Green, tuvo un desarrollo menos progresivo. Durante esta semana hubo un incremento de las temperaturas con lo que el aumento de las plantas fue aceptable. No hubo problemas ni de plaga ni de enfermedades.



Foto 26: Semilleros en su segunda semana

La siembra en semillero finalizó el 17 de abril. Durante la tercera semana, existieron diferencias entre unas variedades y otras. La Silver Queen tenía un crecimiento mucho más rápido que las otras dos, pero no tuvo tanta diferencia con la Red Burgundy. Sin embargo, con la Dwarf Green la diferencia era considerable.

Cabe destacar que no sufrieron ningún tipo de ataque por plagas y enfermedades. Lo único importante es que muchas de las hojas tuvieron una coloración amarilla debido a las bajas temperaturas que se registraron durante esta época.



Foto 27: Semilleros en su tercera semana



Esquema del ensayo

Seguidamente, mostraremos un esquema de cómo vamos a disponer las diferentes variedades en el terreno y su distribución.

Primera época de plantación

X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X

Segunda época de plantación

X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X

X	Plantas bordes
X	Red Burgundy
X	Silver Queen
X	Dwarf Green



4.1.3. Diseño de plantación

El ensayo trató de comparar las tres variedades de okra (Red Burgundy, Silver Queen y Dwarf Green), cultivadas en dos épocas de plantación diferente con el propósito de determinar cual es la fecha más productiva.

Este ensayo se basa en los realizados anteriormente por (Ramos-Abellán et al., 2016 y Aparicio et al., 2014) que se han hecho en base a distintos marcos de plantación. Sin embargo, en este trabajo hemos querido determinar cual es la época mas favorable en cuanto a producción con las dos épocas que hemos elegido.

Respecto a la primera época, hemos realizado la siembra en semillero en febrero, trasplantándola a campo a mediados de marzo, en un invernadero de perfil semielíptico recubierto de polietileno.

En la segunda época la siembra en semillero se hizo a finales de marzo y trasplantándola a campo a finales de abril.

La plantación se realizó siguiendo un diseño constituido por tres bloques al azar y en cada línea de sus extremos se situaron las plantas bordes.

4.1.4. Análisis de tierra

Antes de realizar la plantación en campo, se hizo un análisis previo para observar como estaba el suelo. Se recogieron varias muestras al azar de cada parcela y cada una de ellas se llevó al Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (I.C.I.A.), conjuntamente con las muestras de agua para que ambas sean analizadas. En la tabla 16, se muestra los resultados del análisis:

Tabla 16: Resultados del análisis de tierra realizado por el I.C.I.A.

Parámetro realizado	Resultado
Materia orgánica (%)	0,7
Fósforo (ppm)	137
Sodio (meq / 100 g)	6,5 (20.5%)
Potasio (meq / 100 g)	6,4 (20.18%)
Calcio (meq / 100 g)	12,2 (38.48%)
Magnesio (meq / 100 g)	6,6 (20.82%)
Relación Ca / Mg	1,91 (6%)
pH pasta saturada	8,3
C.E. en el extracto saturado (mS / cm 25°C)	1,25
Porcentaje de saturación (%)	44,1



Observando la tabla número 16, se puede ver que los valores son generalmente normales, aunque hay algunos parámetros que se salen de los rangos establecidos. Los valores obtenidos los hemos comparado con los adecuados según Rioja Molina et al., 2002.

En el caso de la materia orgánica vemos que es muy bajo (< 0.9). El fósforo se encuentra por encima de los valores normales (más de 30 ppm), tanto el sodio como el potasio tienen unos valores muy alto (>1.5) (1.50 - 2.40) respectivamente. En el calcio tenemos unos valores dentro de la normalidad (10 - 14 ppm) y el magnesio es alto (>4). La relación entre calcio y magnesio es la adecuada (1.5 - 3).

Respecto al pH tenemos un suelo moderadamente básico (7.9 - 8.4). La conductividad eléctrica es la correcta ya que no alcanza el valor de 4 mS/cm y el porcentaje de saturación es el adecuado (30 - 45).

4.1.5. Análisis de agua

Al igual que el análisis realizado anteriormente, las muestras de agua fueron analizadas por el I.C.I.A. Esta muestra se tomó antes de la plantación en el invernadero, concretamente en la entrada de agua del cabezal de riego. Los resultados que se obtuvieron fueron comparados con los intervalos normales establecidos por Ayers y Wetscott 1995, como se puede ver a continuación:

Tabla 17: Resultado del análisis de agua realizado por el I.C.I.A.

Parámetros realizados	Resultado	Valores normales
pH	8,6	6,5 - 8,4
Conductividad (mS/cm25°C)	0,6	< 0,7
Carbonato (meq/100g)	1,5	< 1,25
Bicarbonato (meq/100g)	8,9	< 1,25
Cloruro (meq/100g)	1,4	< 4
Sodio (meq/100g)	7,8	< 3
Potasio (meq/100g)	0,7	> 0,2
Calcio (meq/100g)	0,4	0,2 - 1,7
Magnesio (meq/100g)	2,9	0,2 - 2
Relación Ca/Mg	0,12	> 1
pH de equilibrio	7,1	
S.A.R. ajustado	14,2	



Observando la tabla 17, vemos que tenemos un agua ligeramente alcalina ya que el pH se encuentra por encima del rango adecuado. Esto se debe principalmente a que el agua de riego proviene de galerías, llevando consigo elevadas concentraciones de carbonatos y bicarbonatos, lo que se traduce en un problema para el crecimiento del cultivo y la obstrucción de la tuberías, especialmente los goteros. Esto se corrigió con la aplicación de ácido nítrico.

La conductividad tiene un valor adecuado, sin embargo debemos tener precaución ya que la okra es un cultivo sensible a la salinidad. En los cloruros observamos un valor que está dentro del rango óptimo. El sodio está muy por encima de los valores adecuados, por lo que puede traer varios problemas a la okra como infiltración en el suelo o pérdida de permeabilidad.

Para finalizar con este análisis, observamos que el magnesio tiene un valor muy por encima al recomendado, por lo que nos puede acarrear problemas de absorción de calcio por parte de la planta, lo que se puede solucionar incrementando la cantidad de calcio en la fertilización.

4.1.6. Preparación del terreno

Antes de realizar la plantación en invernadero, se realiza una serie de operaciones para que el suelo esté apto para el cultivo.

Primeramente se eliminó todo tipo de malezas que estaban presente en el suelo, como las malas hierbas, restos de otro cultivo, etc. Luego se realizó un arado. Una vez se preparó el terreno en las condiciones idóneas de plantación, se establecen las tuberías de riego, siguiendo el diseño que hemos planteado con antelación.



Foto 28: Preparación del terreno labrado



4.1.7. Instalación y sistema de riego

El sistema de riego estaba formado por 8 líneas de polietileno de baja densidad, constituyendo cada línea por 14 goteros con una distancia de 0,5 m entre plantas y 1,20 m entre líneas. En total habían 112 goteros. Cada gotero es capaz de suministrar un caudal de 4 l/h. Cabe destacar que tanto la primera como en la segunda plantación se utilizarán los mismos marcos de plantación. Lo único que va a variar será la época de plantación.

El sistema de riego se acciona desde unas llaves que se situaban fuera del invernadero. Una vez accionadas, se introducía el abonado en disolución ya que se realizaba mediante fertirrigación con la utilización de un Venturi. Éste succionaba la disolución (preparada con anterioridad) y las aplicaba al cultivo. Antes de llegar el agua al cultivo, pasaba por un filtro de arena y malla para evitar cualquier partícula indeseable. Cabe destacar que también se disponía de manómetro para ver la presión que habría en las tuberías.



Foto 29: Red de tuberías en el terreno



Foto 30: Venturi



Foto 31: Manómetro

4.1.8. El trasplante

Para la primera época de plantación, el trasplante se realizó el 23 de marzo del 2017. A la hora de realizar esta operación, tardamos un poco más de lo que tarda en trasplantarse la okra, ya que las temperaturas no eran del todo adecuadas y retrasó el crecimiento.

Para la segunda época de plantación, el trasplante a campo se realizó el 24 de abril del 2017. Esta operación se hizo sin ningún tipo de problema y las temperaturas comienzan a ser más elevadas que la primera época.

Antes del trasplante, se abrió las tuberías para que el agua circulará por ellas, así teníamos más claro cual era el sitio de cada una de ellas. La distancia a la que se colocó cada planta fue de 0,5 m, suficiente para que se desarrolle en buenas condiciones y sin apenas competencia. Previo a todo esto, se sacaban las plántulas del semillero, extrayendo todo el cepellón e incorporándolo en el terreno.



Foto 32: Trasplante en el terreno

4.1.9. Labores del cultivo

En el desarrollo de todo el ensayo se practicaron una serie de operaciones que se nombrarán a continuación:

➤ Riegos

A lo largo de todo el proceso tanto la dosis como la frecuencia de riego variaron, ya que varió las temperatura entre una época y otra, siendo la segunda época mas calurosa que la primera.

En la primera época, localizada en marzo, abril, mayo y junio, se regaba dos veces por semana en un periodo de diez minutos, ya que no hacía mucho calor y el tiempo estaba frío y húmedo, por lo que la planta no necesitaba grandes cantidades de agua. Añadiremos que cada planta recibía aproximadamente 0,6 litros.

La segunda época transcurrió durante los meses de abril, mayo, junio y julio. El riego se efectuó dos veces por semana en un periodo de quince minutos. Se aumentó el tiempo de riego con respecto a la primera plantación debido al ascenso de las temperaturas.

➤ Fertirrigación

Para realizar esta operación se debe conocer de antemano el pH y ver si el cultivo es sensible o no a la salinidad. Con este conocimiento y sabiendo otros factores sobre el agua de riego, establecemos un plan de abonada adecuado para el cultivo, que están presentes en las tablas 18 y 19.



Tabla 18: Tratamientos de fertirrigación para la 1º época de plantación

Fecha de tratamiento	Dosis	Disolvente
27/03/17 - 03/04/17	Equilibrio 1:3:1 (13-40-13)	0,5 gr/l
3/04/17 - 30/04/17	Equilibrio 1:3:1 Nitrato amónico (33.5%): 25.92 g (0.24 g/gotero) Fosfato monoamónico (61%): 17.28 g (0.16 g/gotero) Sulfato potásico (50%): 21.6 g (0.2 g/gotero) Ácido nítrico: 21.6 g (0.2 ml/gotero)	1.5 litros/agua/planta
2/05/17 - 28/06/17	Equilibrio 1:1:2 Nitrato amónico (33.5%): 25.92 g (0.24 g/gotero) Fosfato monoamónico (61%): 17.28 g (0.16 g/gotero) Sulfato potásico (50%): 21.6 g (0.2 g/gotero) Ácido nítrico: 21.6 ml (0.2 ml/gotero)	2 litros/agua/planta



Tabla 19: Tratamientos de fertirrigación para la 2^o época de plantación

Fecha de tratamiento	Dosis	Disolvente
01/05/17-14/06/17	Equilibrio 1:3:1 (13-40-13)	0,5 gr/l
14/06/17- 30/06/17	Equilibrio 1:3:1 Nitrato amónico (33.5%): 25.92 g (0.24 g/gotero) Fosfato monoamónico (61%): 17.28 g (0.16 g/gotero) Sulfato potásico (50%): 21.6 g (0.2 g/gotero) Ácido nítrico: 21.6 g (0.2 ml/gotero)	1.5 litros/agua/planta
1/06/17 - 19/07/17	Equilibrio 1:1:2 Nitrato amónico (33.5%): 25.92 g (0.24 g/gotero) Fosfato monoamónico (61%): 17.28 g (0.16 g/gotero) Sulfato potásico (50%): 21.6 g (0.2 g/gotero) Ácido nítrico: 21.6 ml (0.2 ml/gotero)	2 litros/agua/planta

Cuando realizábamos la fertirrigación, es importante destacar, que añadíamos ácido nítrico, ya que con éste reducimos el pH tan alto que tenemos (por los niveles tan altos de carbonatos y bicarbonatos que trae el agua de riego), como se ven en las tablas 18 y 19.



En el ensayo aplicamos el abono mediante una solución nutritiva la cual estaba compuesta por diferentes cantidades, donde variaban en función del crecimiento de la okra.

El abono se añadía al sistema de riego mediante un tubo Venturi. Éste absorbía la solución que se encontraba en un cubo de aproximadamente 8 litros. Para que todo funcionara correctamente, debíamos bajar la presión a 1 bar. El tiempo que absorbía el Venturi la disolución oscilaba entre 8 - 10 minutos.

➤ **Eliminación de malas hierbas**

La eliminación de las malas hierbas se realizó a lo largo de todo el ensayo. El principal objetivo que tenía esta operación era erradicar la competencia que habría con la okra, en factores como el agua, la luz, los nutrientes, etc. con el fin de que el cultivo pudiera desarrollarse sin ningún problema.

Esta tarea se desarrolló principalmente a mano y a veces con el uso de escardadores, ya que era una manera mas rápida para tener el terreno libre de competencia. El uso de herbicidas se descartó para evitar la contaminación del terreno.

Durante las primeras fases es esencial realizar esta labor para que la okra se desarrollase en buenas condiciones. Sin embargo, en las últimas semanas cuando el cultivo ya estaba en óptimas condiciones la eliminación de las malas hierbas disminuyó.

Cabe destacar que las malas hierbas que se encontraron dentro del invernadero junto al cultivo fue la ortiga (*Urtica pilulifera* L.) y el trébol amarillo (*Trifolium campestre* Schreb).



Foto 33: Presencia de malas hierbas en el terreno



➤ Reposición de marras

Esta operación es una de las más importantes que se ha realizado en el ensayo, fundamentalmente durante las primeras semanas en campo. La okra es un cultivo que es bastante vulnerable a ser atacadas por hongos en el suelo y por las bajas temperaturas existentes.

Tuvimos algunos problemas de plantas que tuvieron problemas de crecimiento a consecuencia del frío. Inmediatamente fueron sustituidas para tener un crecimiento homogéneo de todo el cultivo. Destacar que no tuvimos problemas con ataques de hongos.



Foto 34: Sustitución de marras

➤ Entutorado

La okra al ser un cultivo que llega a tener una gran altura, aproximadamente 2 metros, se hace necesario la realización del entutorado. En el presente ensayo hemos realizado esta labor cuando las plantas tenían una altura de 70 cm, con el objetivo de evitar posibles roturas del tallo o caídas al suelo.

Se realizó utilizando hilo de rafia negro, el cual se ataba un extremo al tronco de la okra, a unos 12 cm de la base y el otro a un alambre en la parte superior del invernadero. Para la primer época de plantación esta labor se realizó a mediados de mayo y para la segunda época se hizo a mediados de junio.



Foto 35: Líneas de plantas entutoradas

➤ Cuajado prematuro de los frutos

La transición de flor a fruto en desarrollo se denomina cuajado y esta operación tuvo lugar la tercera semana de mayo para la primera época de plantación. Para la segunda época se hizo en la tercera semana de junio. Se observó que el tamaño de la planta por esta época no era el adecuado. Sin embargo, los frutos tenían un tamaño inadecuado en comparación con el desarrollo de la planta.

Por tanto, procedimos a la eliminación de aquellos frutos que tenían un tamaño excesivo, para de esta manera, darle a la planta una segunda oportunidad. Así, podría aumentar aquellos frutos que estaban mermados con una nueva impulsión de nutrientes.

A continuación, se puede apreciar en la foto 36 lo explicado anteriormente.



Foto 36: Cuajado del fruto



➤ **Aplicación de fitosanitarios**

En el transcurso del ensayo, se utilizó la aplicación de dos tratamientos, con la finalidad de poder combatir las plagas y enfermedades existentes en el cultivo, como se puede ver en las fotos 37, 38 y 39. Estos tratamientos se pueden ver en la tabla 20:

Tabla 20: Tratamientos contra plagas que localizamos en el ensayo

Fecha	Tratamiento	Plaga	Dosis	Método de aplicación	Plazo de seguridad
03/03/2017	Azufre	Oidio	5 kg/Ha	Azufradera de mano	5 días
08/05/2017	Antimildiu Triplex	Mildiu-Alternaria	2 g/l	Motobomba	12 días
08/05/2017	Sloga	<i>Spodoptera exigua</i>	1 g/l		
14/06/2017	Antimildiu Triplex	Mildiu-Alternaria	2 g/l	Motobomba	12 días
14/06/2017	Sloga	<i>Spodoptera exigua</i>	1 g/l		



Foto 37: Hoja atacada por Mildiu



Foto 38: Hoja atacada por oidio



Foto 39: Hoja atacada por *Spodoptera exigua*

El tratamiento Antimildiu Triple se realizó cuando la planta tenía aproximadamente un mes en campo. Esto tuvo lugar en la primera plantación, ya que hubo un periodo de bajas temperaturas provocando la lluvia. Ésta penetró por una grieta en la parte superior del invernadero, lo que causó la entrada de agua en el interior en forma de gota y generó lo que podemos ver en la foto número 37. Se ha de destacar que para la segunda plantación no hubo problemas de este tipo.

A principios de cada época, concretamente en la tercera semana se aplicó azufre en polvo, para combatir con la aparición de oidio. Esto sucedió concretamente en la primera época de plantación, quedando inexistente para la segunda época.

Para la rosca se aplicó Sloga a razón de 1 g/l para ambas épocas. Su presencia no fue numerosa pero aplicamos el tratamiento para su erradicación.

Se ha de destacar que estas plagas se dieron fundamentalmente en la primera época de plantación, debido a las bajas temperaturas que existían en el momento. Sin embargo, también aparecieron en la segunda plantación pero con una menor presencia.

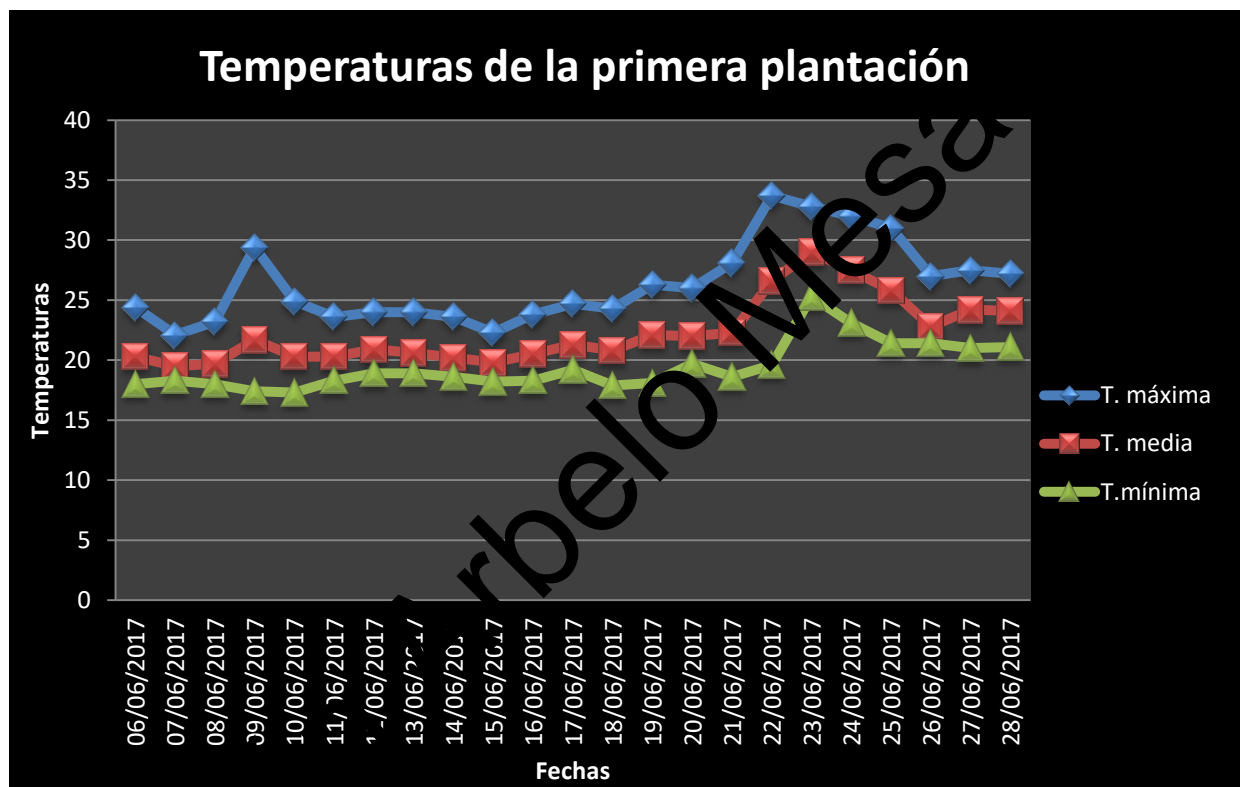


➤ **Condiciones de temperatura durante el ensayo**

Para observar las condiciones climáticas que se dieron durante el ensayo, concretamente en la recolección, se tuvo que analizar los parámetros de temperatura, registrado en los periodos de junio y julio del 2017. Para llevar esto a cabo, se consultó el registro de temperaturas en el invernadero.

En la gráfico 1 se reflejan las temperaturas máximas, mínimas y medias durante el ensayo.

Gráfico 1: Temperaturas máxima, mínima y media de la primera plantación

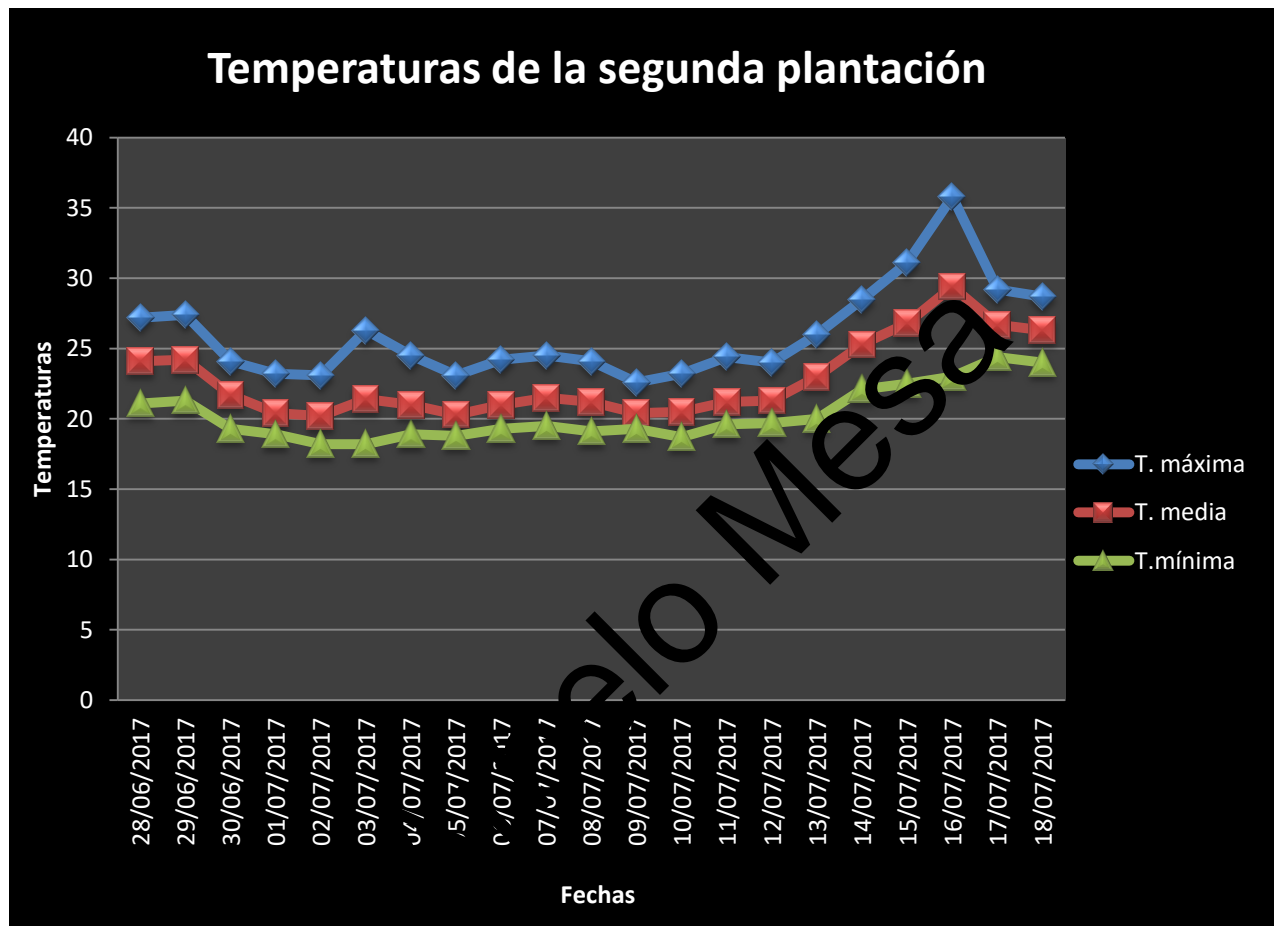


Como se puede ver el gráfico 1, a lo largo de la primera época las temperaturas fueron variables. Al comienzo, observamos unas temperaturas mínima, llegando a los 18°C, ya que nos encontrábamos a principios de junio y por esta fecha en La Laguna los registros todavía eran bajos. Por el contrario, a finales de mes vemos que la mínima llegaba en torno a los 22°C, siendo la temperatura máxima y la media mucho más alta, sobrepasando los 30°C. Esto se originó debido a que por estas fechas hubo un periodo de ola de calor, llevando consigo un ascenso de las temperaturas.



A continuación en el gráfico 2 se puede observar las temperaturas registradas para la segunda época de plantación.

Gráfico 2: Temperaturas máxima, mínima y media de la segunda plantación



Como se puede ver en el gráfico 2, las temperaturas comienzan más altas en esta segunda plantación, debido a la ola de calor que hubo en estos días. Según se avanza en el tiempo hay oscilaciones de temperatura con subidas y bajadas, pero es a finales del mes cuando hay un incremento significativo superando los 35°C, debido la ola de calor que se experimentó, originado por la calima que se dio en esta época, llevando consigo un aumento de las temperaturas.



4.1.10. Recolección

Antes de empezar con esta operación, se preparó un estadillo para la recogida de los datos. En ella se especificaba la fecha de recogida, la variedad, el bloque, el peso y la longitud.

La toma de datos para la primera época de plantación se realizó el 6 de junio del 2017 y finalizó el 28 de junio. Para la segunda época se comenzó el 28 de junio del 2017 hasta el 19 de julio. Los frutos se recogían aproximadamente cada 7 días.

Durante todo este proceso tenemos que tener en cuenta una serie de pautas. Una de ellas es ir con la indumentaria adecuada como son unos guantes de protección y una camisa larga, para evitar todo tipo de roces y el contacto con los pelos urticantes que posee la planta. También es importante portar unas tijeras bien afiladas y desinfectadas para el corte de los frutos. Una vez echa esta operación, contamos la cantidad de frutos extraídos en una misma planta. Para finalizar, cogíamos los frutos de manera individual y procedíamos a su peso a través de una pesa que se calibrada con anterioridad. Luego, mediamos la longitud del fruto y se apuntaban todas las anotaciones en el estadillo.

4.1.11. Análisis estadístico

Los resultados obtenidos se elaboraron y organizaron en varias hojas de cálculo con el programa Microsoft Office Excel 2010.

Para el estudio estadístico de los resultados se realizaron análisis de varianza (ANOVA) univariante, para estudiar las posibles diferencias significativas en todos los parámetros. Las medias significativamente diferentes de los distintos parámetros se separaron mediante el test de Tukey y el test de comparación de medias de la T-Student.

Se realizaron las pruebas más frecuentemente utilizadas: prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y prueba de Levene para la homogeneidad de las varianzas. Para todos los análisis referidos anteriormente se utilizó el programa SPSS en su versión V.23.



Iván Arbelo Mesa

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN



Seguidamente se exponen los resultados que se obtuvieron y la interpretación de los mismos.

Para estudiar la influencia de las variedades y los parámetros de peso y longitud, se realizó un análisis de varianza, habiéndose comprobado con anterioridad la normalidad y homocedasticidad de los datos.

5.1. Resultados de la germinación

A continuación se muestra en el gráfico 3 los resultados de la germinación de la primera plantación obtenidas por parte de las tres variedades ensayadas.

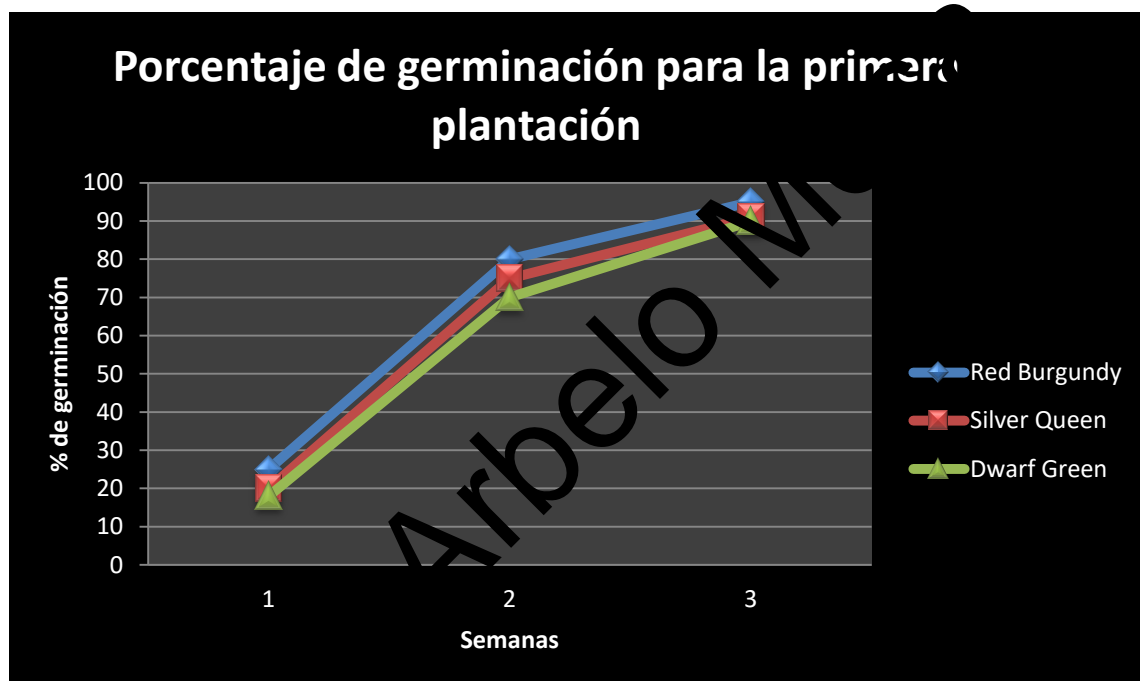


Gráfico 3: Porcentaje de germinación de la primera plantación

El porcentaje de germinación para esta primera plantación se calculó durante tres semanas consecutivas, obteniendo unos valores variables entre las variedades. En la última semana el resultado de las tres variedades estaba en torno al 93%, siendo así un resultado óptimo.

Seguidamente veremos en el gráfico 4 los resultados de la germinación de la segunda plantación obtenidas por parte de las tres variedades ensayadas.

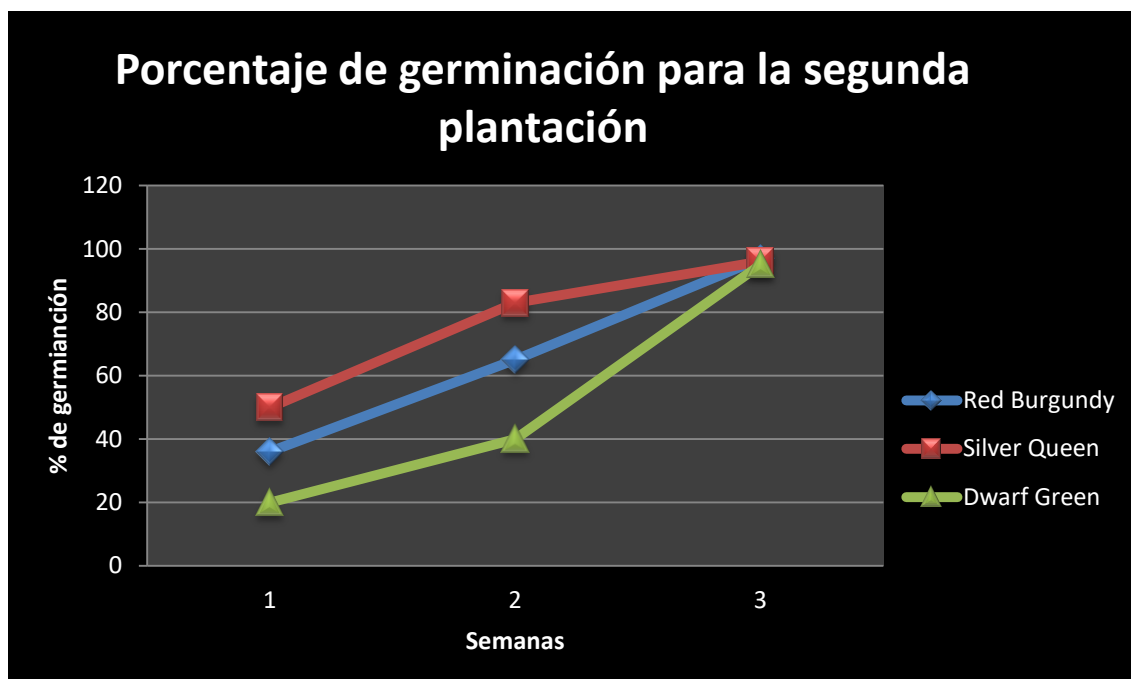


Gráfico 4: Porcentaje de germinación de la segunda plantación

El porcentaje de germinación para la segunda plantación se calculó también durante tres semanas. En el gráfico 4 se observa como cada variedad, según las semanas, dio resultados distintos respecto a las otras variedades, aunque finalmente la producción de las tres variedades se encontró en torno al 96%. Tuvo un mayor margen de germinación respecto a la primera plantación fundamentalmente al ascenso de temperaturas que se localizaron por esa época.

5.2. Influencia de la Variedad en el peso

A continuación se presentan los resultados obtenidos para el peso neto medio, tanto en la primera como en la segunda época de plantación correspondiente a la tabla 21.

Tabla 21: Pesos medios por variedad para la primera plantación

Variedad	Peso (g)
Red Burgundy	44,89 a
Silver Queen	51,45 b
Dwarf Green	55,50 c

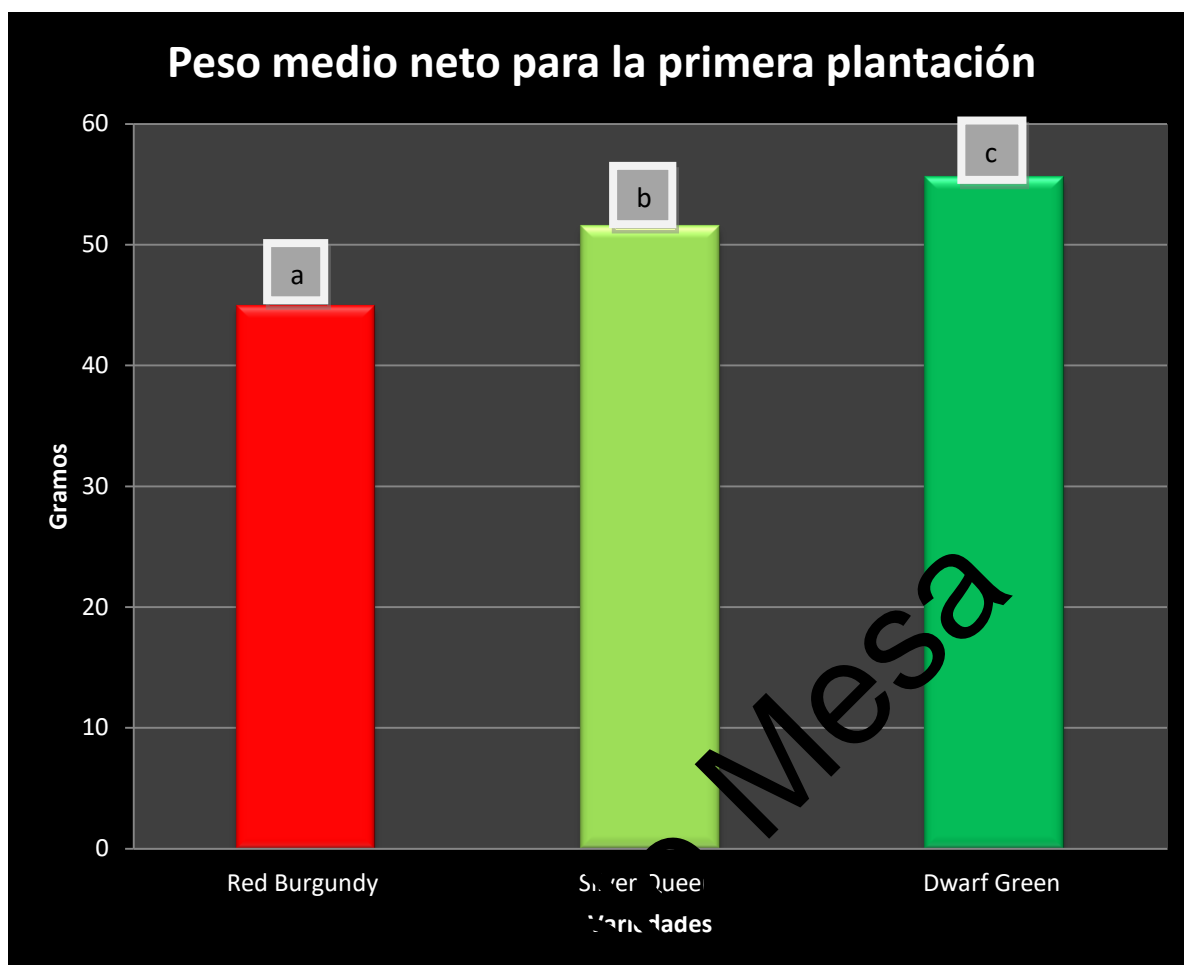


Gráfico 5: Comparación entre el peso medio de las tres variedades para la primera época de plantación

Para la variedad y el peso, se encontraron diferencias significativas en cada variedad y se separaron la media por el test de Tukey, como se refleja en la tabla 21 y gráfico 5. Esto nos muestra que la diferencia entre ellas es relevante en la producción, teniendo la variedad Dwarf Green un mayor peso en relación con las otras dos.

Tabla 22: Pesos medios por variedad para la segunda plantación

Variedad	Peso (gr)
Red Burgundy	63,91 a
Silver Queen	61,33 a
Dwarf Green	90,00 b

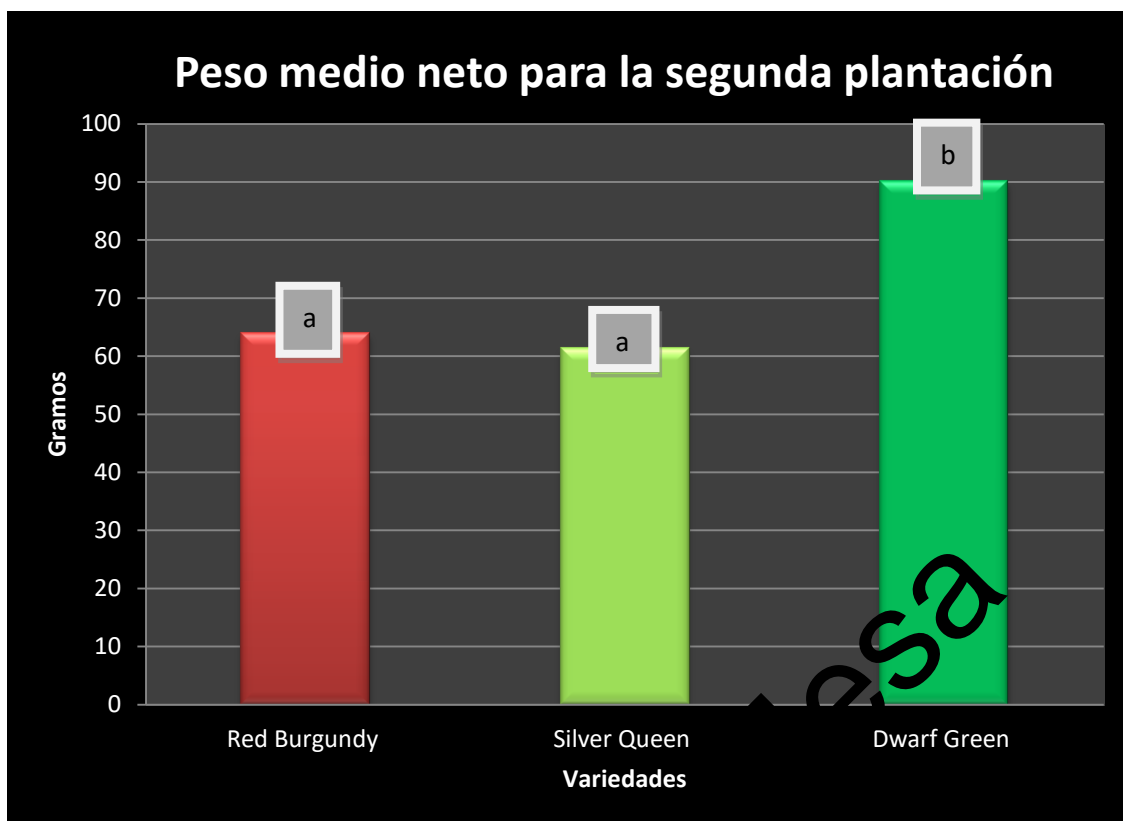


Gráfico 6: Comparación entre en peso medio de las tres variedades para la segunda época de plantación

Para la variedad y el peso, se encontraron diferencias significativas al nivel del 5% y se separaron la media por el test de Tukey, como se refleja en la tabla 22 y gráfico 6. Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas en las variedades Red Burgundy y Silver Queen. Esto se traduce en que aquellas variedades que si presentaron diferencias significativas, como Dwarf Green, presentan un peso diferente, por lo que tiene aspectos distintos de cara a la producción.

Observando la gráfica 5, vemos como el peso se incrementó en cada variedad de manera uniforme con diferencias significativas. Por el contrario, en la gráfica 6 vemos que cada variedad originó un peso mucho mayor con respecto al de la primera plantación. Esto se debió al incremento de las temperaturas.

5.3. Influencia de la variedad en la longitud

A continuación se presentan los resultados obtenidos para la longitud media, tanto en la primera como en la segunda época de plantación correspondiente a la tabla 23.



Tabla 23: Longitudes medias por variedad para la primera plantación

Variedad	Longitud (cm)
Red Burgundy	21,20 a
Silver Queen	16,00 b
Dwarf Green	17,63 c

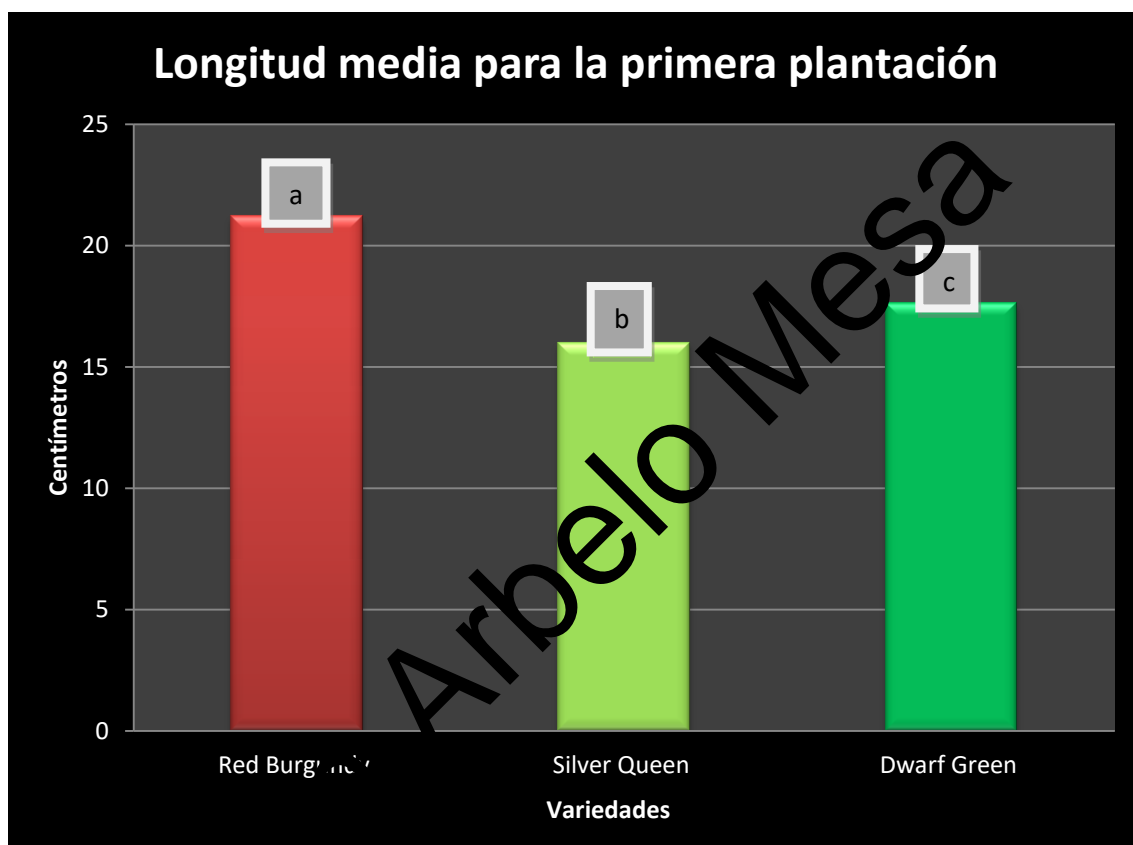


Gráfico 7: Comparación entre las longitudes de las tres variedades para la primera época de plantación

En el caso de la variedad y longitud, se encontraron diferencias significativas al nivel del 5% y se separaron mediante el test de Tukey, como se aprecia en la tabla 23 y en el gráfico 7. Esto significa que la diferencia entre ellas es relevante de cara a la producción.

Como se puede observar en la gráfica, la variedad que mayor longitud tiene es la Red Burgundy, seguida de la Dwarf Green y finalmente la Silver Queen.



Tabla 24: Longitudes medias por variedad para la segunda plantación

Variedad	Longitud (cm)
Red Burgundy	25,55 a
Silver Queen	16,96 b
Dwarf Green	18,00 b

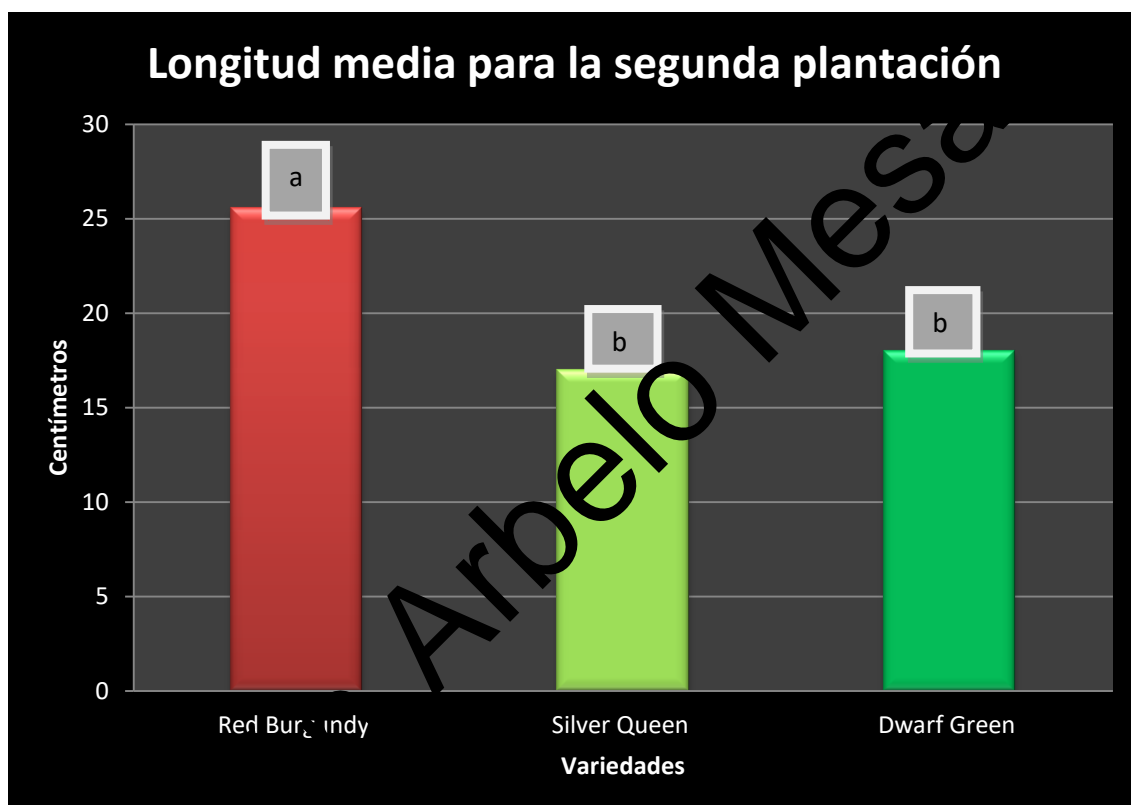


Gráfico 8: Comparación entre las longitudes de las tres variedades para la segunda época de plantación

En el caso de la variedad y longitud, se encontraron diferencias significativas al nivel del 5% y se separaron mediante el test de Tukey, como se aprecia en la tabla 24 y en el gráfico 8. Sin embargo no se presentaron diferencias significativas entre las variedades Silver Queen y Dwarf Green. Todo esto se traduce en que aquellas variedades que presentaron diferencias significativas, tienen una longitud diferente. Por tanto, de cara a la producción tienen aspectos distintos.



5.4. Influencia de la época en el peso

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para el peso medio neto para cada época, observándolo en la tabla 25 y en el gráfico 11.

Tabla 25: Pesos medios netos para cada época

Época	Peso (g)
1	51.38 a
2	71,97 a

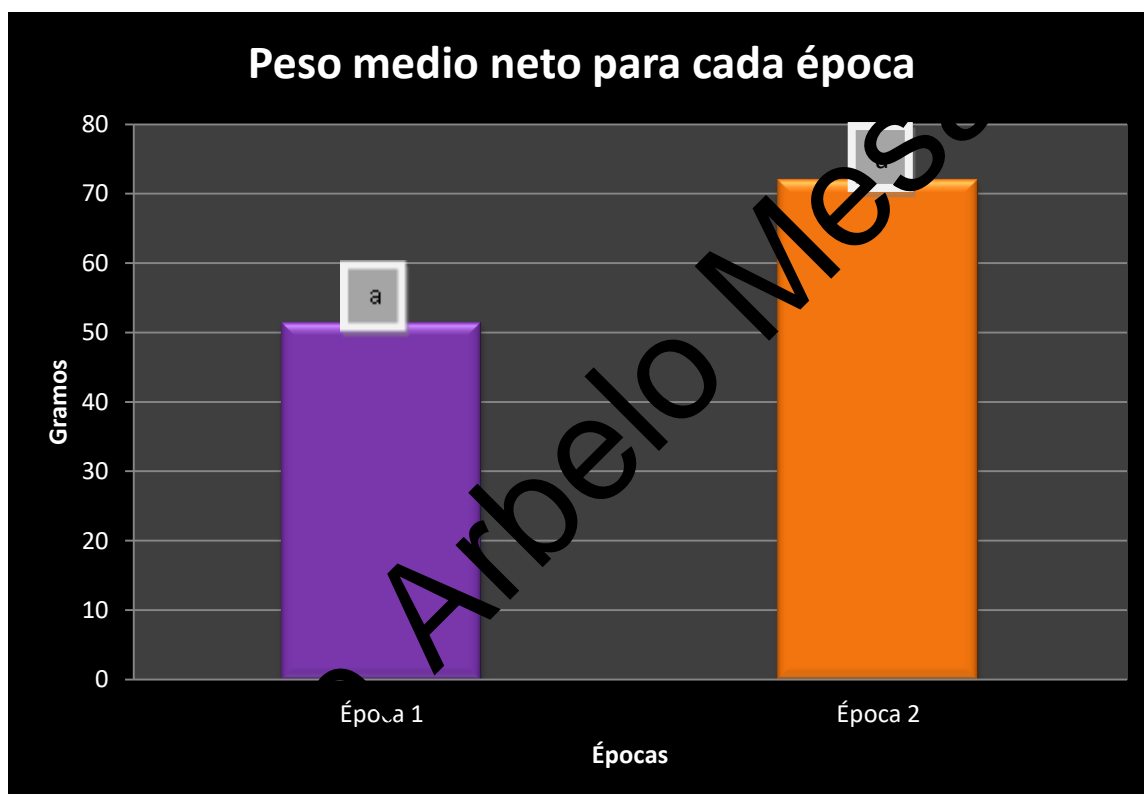


Gráfico 9: Peso medio neto para cada época

Para conocer la influencia que tienen las dos épocas con relación al peso medio neto, se aplicó un análisis de la varianza (ANOVA), no encontrándose diferencias significativas al nivel del 0,05. La separación de las medias se calculó mediante la aplicación de T-Student.

Como se puede observar en la tabla 25 y en la gráfica 9, se ven representadas las medias del peso en función de cada época, teniendo la segunda época un mayor peso respecto a la primera.



5.5. Influencia de la época en la longitud

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para el peso medio neto para cada época, observándolo en la tabla 26 y en el gráfico 10.

Tabla 26: Longitudes medias para cada época

Época	Longitud (cm)
1	18,05 a
2	20,02 a

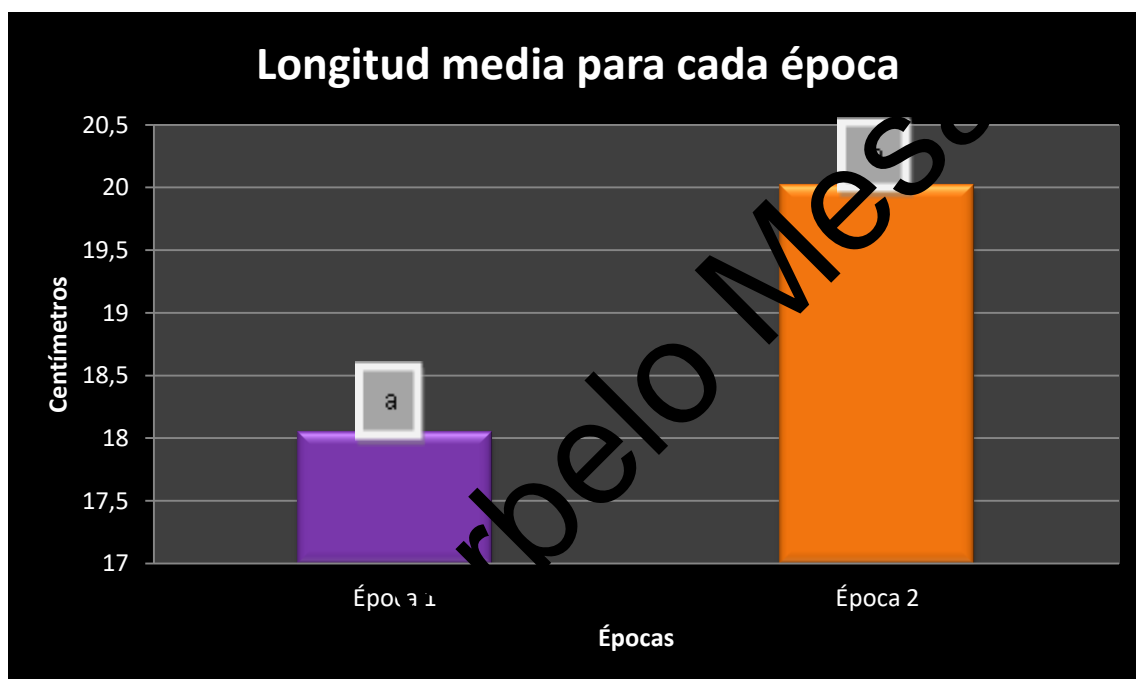


Gráfico 10: Longitud media para cada época

Para conocer la influencia que tienen las dos épocas con relación a la longitud media, se aplicó un análisis de la varianza (ANOVA), no encontrándose diferencias significativas al nivel del 0,05. La separación de las medias se calculó gracias a la aplicación de T-Student.

Como se puede observar en la tabla 26 y en la gráfica 10, se ven representadas las medias de la longitud en función de cada época, teniendo la segunda época una mayor longitud respecto a la primera.



5.6. Estudio del parámetro rendimiento

Lo que se pretende con este estudio es comparar cual de las tres variedades es más productiva respecto a las épocas de plantación existentes. El gráfico que se presenta a continuación, expresará el rendimiento que hay para la primera plantación.

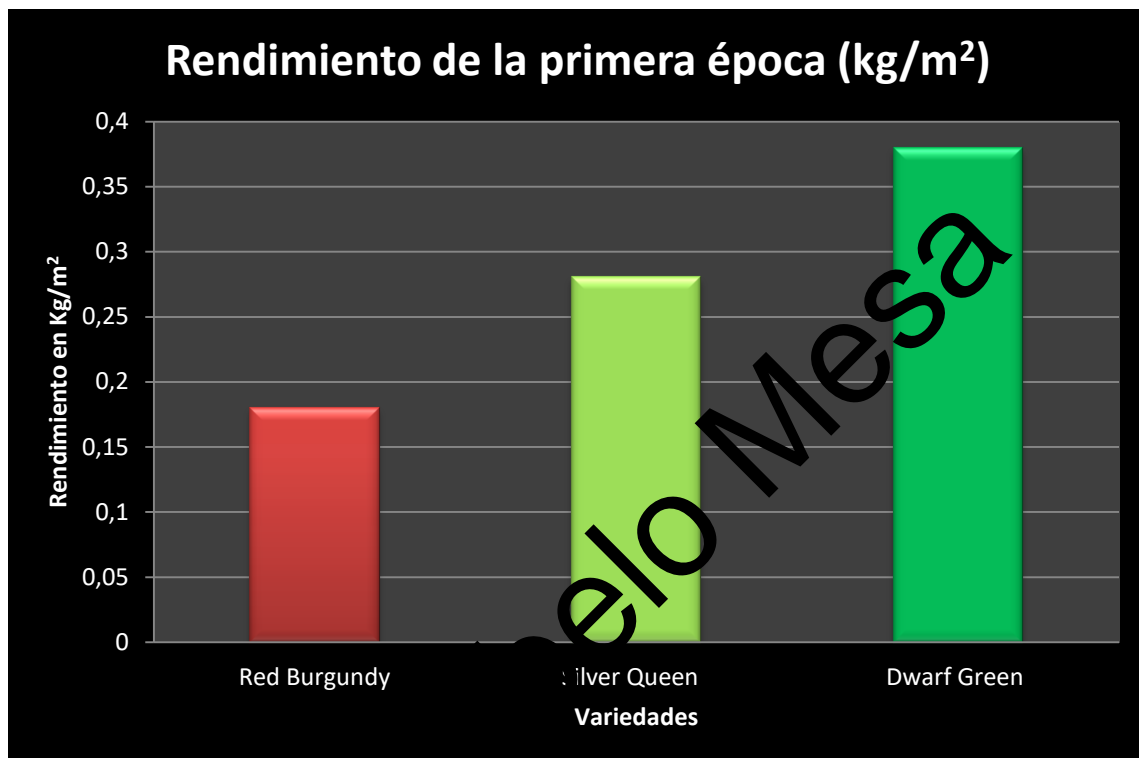


Gráfico 11: Comparación del rendimiento en las tres variedades para la primera época de plantación

Observando en gráfico 11, la variedad que más productiva es la Dwarf Green con un rendimiento de 0,38 kg/m², seguida de la Silver Queen con 0,28 kg/m² y finalmente la Red Burgundy con 0,18 kg/m².

A continuación expresaremos el siguiente gráfico para la segunda época.

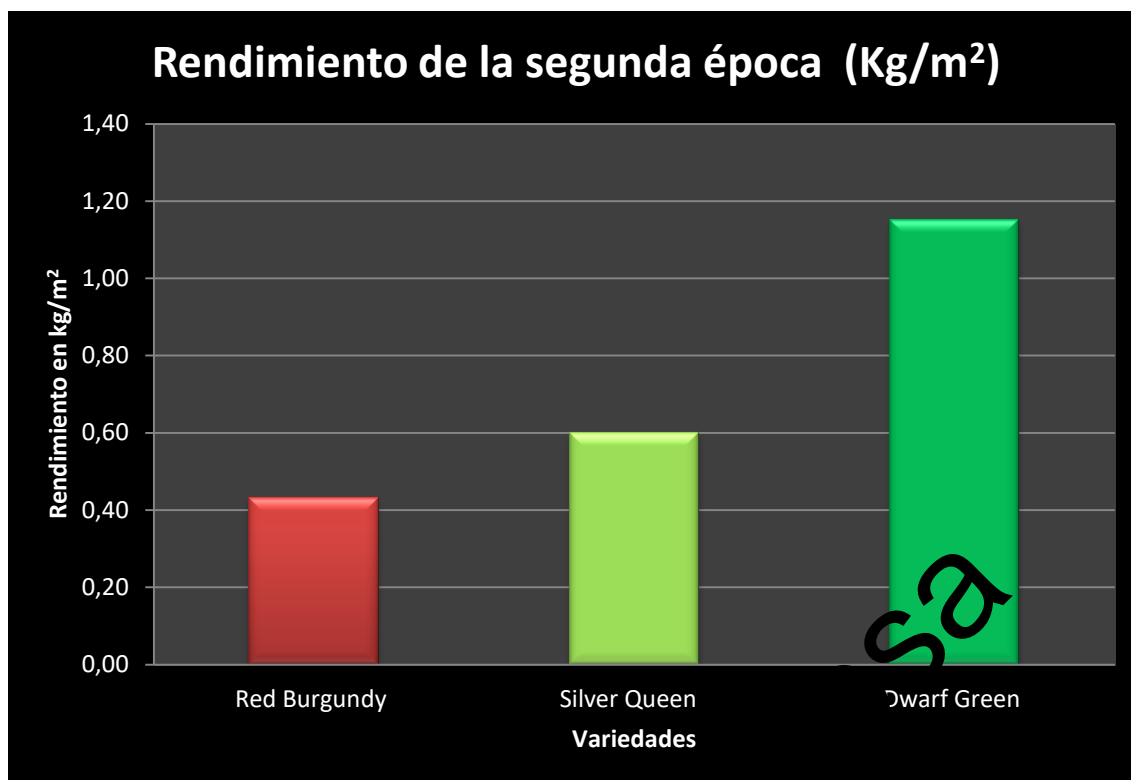


Gráfico 12: Comparación del rendimiento en las tres variedades para la segunda época de plantación

Observando en gráfico 12, al igual que para la primera época, la variedad que más productiva es la Dwarf Green con un rendimiento de 1,15 kg/m², seguida de la Silver Queen con 0,60 kg/m² y finalmente la Red Burgundy con 0,43 kg/m².

Como se observa en el gráfico 12, el rendimiento de la segunda plantación es mucho más elevada que en la primera plantación, como vemos en el gráfico 11. Esto sucede en gran medida por el ascenso de temperaturas que se dio en esa época, recordando que tenemos un cultivo con clima subtropical y necesita temperaturas elevadas para su óptimo crecimiento.

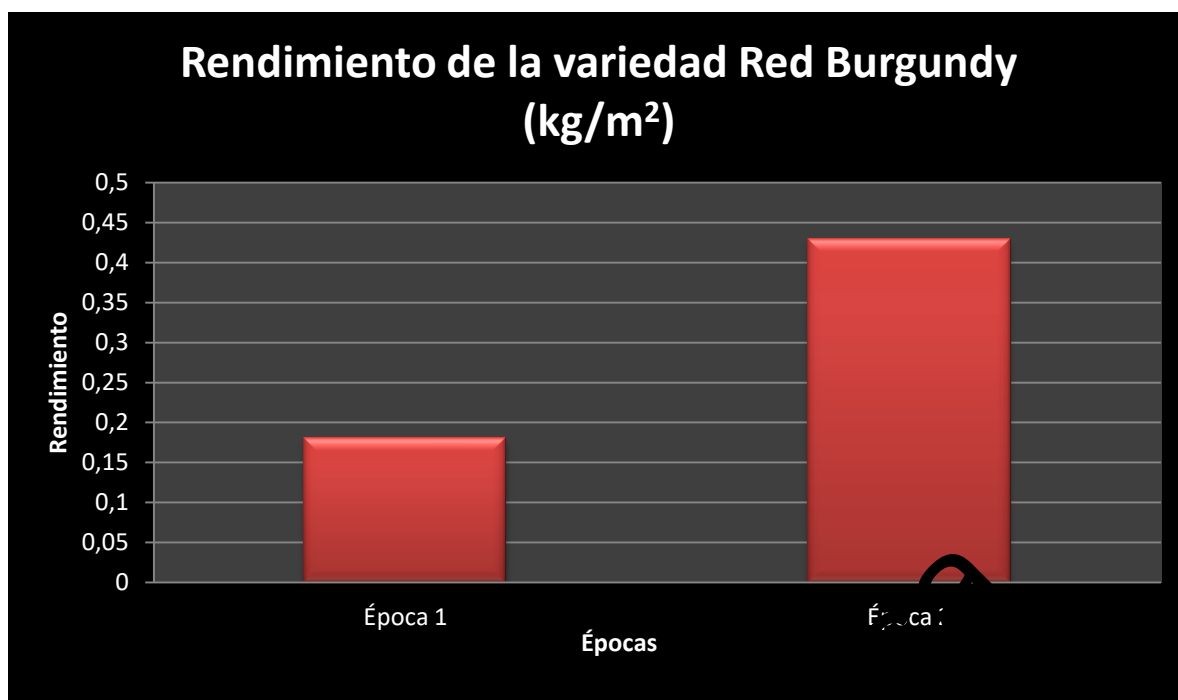


Gráfico 13: Comparación del rendimiento de la variedad Red Burgundy para las dos épocas de plantación



Gráfico 14: Comparación del rendimiento de la variedad Silver Queen para las dos épocas de plantación

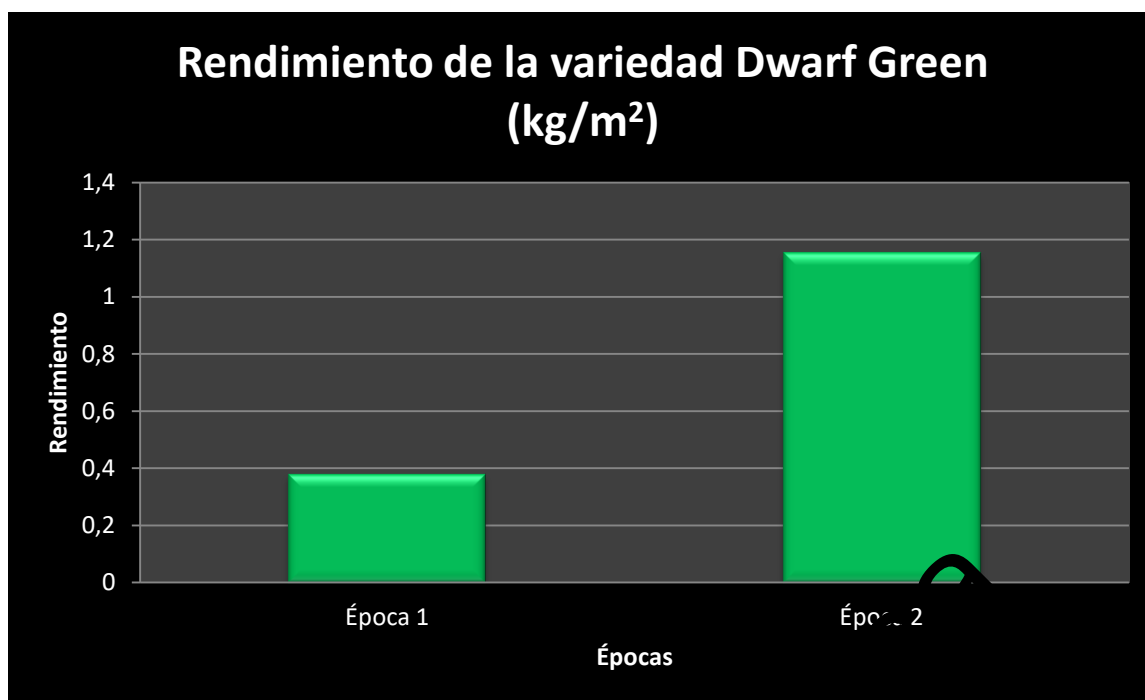


Gráfico 15: Comparación del rendimiento de la variedad Dwarf Green para las dos épocas de plantación

Debido a la latitud que se encuentran nuestras islas y la tan peculiar orografía que tenemos, el ensayo buscaba que época era la más factible para conseguir en la okra una producción elevada. Gracias al ensayo realizado, podemos ver que sin duda alguna la segunda época de plantación dio unos mejores rendimientos respecto a la primera, principalmente por el ascenso de temperaturas que se registraron.

En las dos épocas se observa que la variedad Dwarf Green es la que mayor producción da, es por ello que genera una mayor rentabilidad, pero concretamente en la segunda época, ya que en la primera el rendimiento es inferior.

Se ha de destacar que los resultados obtenidos no se pudieron comparar con los dos ensayos anteriores, ya que los otros se centraban en ver cuáles eran los resultados con marcos distintos de plantación. Sin embargo, en este trabajo lo hemos querido hacer de manera distinta comparando diferentes épocas, por lo que conlleva a resultados totalmente diversos a los que se han realizado con anterioridad.



Iván Arbelo Mesa

6. CONCLUSIONES



Conclusiones

1. Los resultados en la germinación fueron satisfactorios respecto a las tres variedades, con unos valores finales para la primera plantación en torno al 93% y para la segunda del 96%, sin encontrarse valores muy dispersos entre ellas.
2. Para el peso medio neto, la variedad Dwarf Green dio diferencias significativas respecto a la Silver Queen y a la Red Burgundy, no siendo así en la segunda fecha de plantación donde hubo diferencia significativa entre la Dwarf Green y las otros dos, pero no entre éstas dos últimas.
3. El parámetro longitud media del fruto, la variedad Red Burgundy dio diferencia significativa respecto a las otras dos, en las dos fechas de plantación. Sin embargo, en la primera fecha de plantación hubo diferencias significativas entre las tres variedades, mientras que en la segunda fecha de plantación hubo diferencias entre la Red Burgundy y las otras dos, pero no en éstas últimas.
4. Las tres variedades dieron un mayor rendimiento en la segunda época, siendo la Dwarf Green la que dio un valor más elevado.
5. Tanto para la primera fecha como para la segunda fue la variedad Dwarf Green la que dio un mayor rendimiento. La variedad Red Burgundy fue la que menor rendimiento dio, resultando la Silver Queen como intermedia.
6. En relación a todos los parámetros estudiados, fue la segunda época quien dio unos mejores resultados, siendo aproximadamente el doble que la primera plantación.
7. Una vez realizado el ensayo, se vio que la okra puede desarrollarse bien en La Laguna, pero siempre en la época de verano, ya que las temperaturas son más elevadas y se asemejan más a las de un clima tropical.
8. Finalizado el ensayo, sería interesante plantar este tipo de cultivo en el sur de Tenerife, ya que las temperaturas son más altas y constantes durante todo el año. De esta manera, se podría conseguir unos mejores resultados.



Conclusions

1. The results in the germination were satisfactory in respect of the three varieties, with final values in sowing for the first planting around 93% and for the second planting around 96%, without finding widely dispersed values between them.
2. For the average net weight, the Dwarf Green variety showed significant differences in respect to the Silver Queen and the Red Burgundy, but not on the second planting where there was a significant difference between Dwarf Green and the others two, but not between the latter two.
3. The parameter the average length of the fruit, the Red Burgundy gave significant difference in respect to the other two, in two planting's time. However, in the first planting date there were significant differences between the three varieties, while the second planting date there were differences between the Red Burgundy and the others two, but not in the latter.
4. The three varieties gave a higher yield in the second epoch, where Dwarf Green gave a maximum value.
5. For both the first date and the second was the Dwarf Green variety that gave a higher yield. The Red Burgundy variety was the one that gave lower performance and the Silver Queen results as intermediate.
6. In relation to all the parameters studied, the second epoch was the one that gave better results, being approximately twice that the first plantacion.
7. Once realized the test, it was seen that the Okra can develop very well in Laguna, but always in summer, because the temperatures are higher and they resemble more to tropical climate.
8. Finalizing the test, it would be interesting to plants this type of crop in the south of Tenerife, where the temperature are more constant throughout the year. In this way, better results could be achieved.



Iván Arbelo Mesa

7. BIBLIOGRAFÍA



- **Abdulrahman, A.A.; Kolawole, O.S.; Onile, O.G.** 2015. Seed electrophoretic characterization and taxonomic implications of some accessions of *Abelmoschus esculentus* L. Moench in Nigeria. *Jewel Journal of Scientific Research (JJSR)* 3 (1): 136-145
- **Adlan, M.A.; Abdallah, A.; Amin, A.A. & Eisa Y. Adam.** 2016. Performance of some Okra (*Abelmoschus esculentus* L.). *Cultivar under Rain-fed Conditions in the Blue Nile State, Sudan. Vol 2 (2):* 14-16
- **Agromática.** 2017. Valores de referencia de un análisis de suelo. [En línea]. <http://www.agromatica.es/referencia-de-un-analisis-de-suelo/> [Consulta 6 de julio]
- **Akande, M.O., Oluwatoyinbo, F.I., Makinde, E.A., Adepoju, A.S., Adepoju, I.S.** (2010) Response of okra to organic and inorganic fertilization. *Nature sci.*, 8: 261-266
- **Aladele, S.E., Ariyo, O.J., Lapena, R.** (2008) Genetic relationship among West African okra (*Abelmoschus esculentus*) and Asian genotypes (*Abelmoschus esculentus*) using RAPD. *African J. Biotechnol.*, 7: 1426-1431
- **Aparicio Fiel, V.M.** 2014. El estudio del cv. de Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.) "Cienso Spineless" en invernadero con dos marcos de plantación distintos y en dos épocas de siembra. Trabajo Fin de Carrera. Director: Isidoro Rodríguez Hernández. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad de La Laguna.
- **Atijegbe, S.R., Nuga, B.O.; Lale, N.E.S.; Osayi, R.N.** 2014. Effect of Organic and Inorganic Fertilizers On Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) Productions And Incidence Of Insect Pests In The Humid Tropics. *Volume 7, Issue 4 Ver. III, PP 25-30*
- **Akinyele BO, Temikotan, T.** 2007. Effect of variation in soil texture on the vegetative and pod characteristics of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Intern. J. Agric. Res.* 2: 165-169
- **Amadi, J.E.; Nnamani, C.; Ozokonkwo, C.O. and Eze, C.S.** 2014. Survey of the incidence and severity ok Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) Fruit rot in Awka South Iga, Anambra state, Nigeria. *Volumen 3 Number 4 pp.* 1114-1121



- **Bates, D. M.** (1968). Notes on the cultivated Malvaceae. 2, *Abelmoschus*. *Baileya*.16. pp 99-112
- **Bermejo, J.** 2011. *Bemisia tabaci*. [En línea].
<http://www.agrologica.es/informacion-plaga/mosca-blanca-tabaco-bemisia-tabaci/> [Consulta 17 de julio]
- **Carrillo Alvarado, M., Díaz Franco, A.; Garza Cano, I.** 2007. Micorrización de la okra (*Abelmoschus esculentus* L.) en riego por goteo. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*. Vol. 30 (4): 437- 441
- **Chocano Pavón, A.B.** Anejo III. Análisis de suelo
- **Choudhury, B. & M.L.A. Choomsai,** 1970. Natural cross-pollinisation in some vegetable crops. *Indian J. Agric. Sci.* (40) (9): 805–812.
- **Dahake, K.D., and N.D. Bangar.** 2006. Combining ability analysis in okra. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities* 31:39-41.
- **Dhankar, B.S., Mishra, J.P. & J.S. Bisht** 2005. Okra, In Dhillon, B.S., Tyagi, R.K., Saxena, S., & Pandhawa, G.J., (Eds.), *Plant Genetic Resources: Horticultural Crops*, Narosa Publishing House, New Delhi. pp. 59–74.
- **De la Torre Almaráz, R.; Monsalvo-Reyes, A.; Méndez-Lozano, J.; Rivera-Bustamante, R.** 2004. Caracterización de un nuevo geminivirus asociado con los síntomas de moteado amarillo de la okra (*Abelmoschus esculentus*) en México
- **Department of Crop, Soil and Pest Management, Federal University of Technology.** 2007. Effect of variation in Soil Texture of the Vegetative and Pod Characteristics of Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), *International Journal of Agricultural Research* 2 (2): 165-169
- **Díaz Franco, A.; Loera Gallardo, J.; Rosales Robles, E.; Alvarado Carrillo, M.; Ayvar Serna, S.** 2007. Producción y Tecnología de la Okra (*Abelmoschus Esculentus*) en el Noreste de México. *Agricultura Técnica en México*. Vol. 33, no. 3,



- **Díaz-Franco, A.; Ortegón-Morales, A.S.; Garza-Cano, E. & Ramírez de León, J.A.** 2003. Producción de Okra (*Abelmoschus esculentus*) en siembra tardía. Vol 4, No. 1 pp 28-34
- **Díaz Franco, A.; Ortegón M.; S. Alfredo.** 1999. Relación entre la fertilización foliar y el rendimiento del fruto de Ocro (*Abelmoschus esculentus*). Agronomía Mesoamericana 10 (1): 17-21
- **Díaz Franco, A, Ortegón M, Ramírez L, Garza C,** 2001. La okra (*Abelmoschus esculentus*) un cultivo destinado a la exportación. Biotam 12:19-26.
- **Díaz Franco, A.; Ortegón, S.O.** 1997. Influencia de la fecha de siembra y la poda sobre la producción de cultivares de okra (*Abelmoschus esculentus*). Agronomía Mesoamericana 8(1): 93-98
- **Dilruba S, Hasanuzzaman M, Karim R and Najar K.** 2009. Yield response of okra to different sowing time and application of growth hormones. J Hort Sci Ornamental Plants 1: 10-14
- **Duzyaman E.** 2009. Okra in Turkey - domestic landraces. In: Dhankhar BS and Singh R. (eds) Okra Handbook, HNB Publishing, N.Y. pp. 323-346
- **Ek-Amnuay P.** 2010. Plant diseases and insect pests of economic crops. Amarin Printing and Publishing Public Co. Ltd, Bangkok, Thailand. 379 pp.
- **FAOSTAT,** 2013. [En línea]. <http://www.fao.org/home/en/> [Consulta 30 de junio]
- **Ford, C.E.** (1938) A contribution to a cytogenetical survey of the Malvaceae. Genetica, 20(5-6): 431-452
- **González Toscano, J.; Calderón Leal, A.** 1985. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Hemeroteca Biblioteca Central. Cultivo de la Okra



- **Guía práctica para la exportación a E.E.U.U.** 2006. Okra. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Representación del IICA en Nicaragua
- **Hochreutimer, B.P.G** (1924). Centres of origin for family Malvaceae: Candolla 2:79
- **IBPG**, 1990. (International Board for Plant Genetic). Report on International Workshop on Okra Genetic Resources Held at the national Bureau Omonhinmin, C.O. and M.E. Osawaru, 1991. Morphological Characterization of Two Species oa *Abelmoschus*: *Abelmoschus esculentus* and *Abelmoschus caillei*. Plant Genetic Resour. Newslett, 144: 51-55
- **Ige, O.E.; Eludire M.O.** 2014. Floral Biology and Pollination Ecology of Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.). Vol 5, No 2, pp 01-09
- **Ismail, M.A. and Ibn Idriss, E.M.** 2013. Mathematical modelling of thin layer solar drying of whole okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) pods. International Food Research Journal 20 (4): 1983-1989
- **Jain, SK. and Harsh Singh.** 2013. India's notable presence in Linnaeus botanical classification. Indian journal of History of Science, 49.1 (2014) 34-41
- **Jayaseelan, C.; Ramkumar, R.; Rahuman, A.A.; Perumal, P.** 2013. Green synthesis of gold nanoparticles using seed aqueous extract of *Abelmoschus esculentus* and its antifungal activity. Industrial Crops and Products. Department of Biotechnology, Periyar University, Tamil Nadu, India
- **Kalita, M.K. & Dhawan, P.** 2006. Management of yellow vein mosaic and leaf curl diseases of okra by adjusting date of sowing and row to row spacing. Indian Journal of Agricultural Sciencies 76: 762-765
- **Kemble, J.** 2013. Rejuvenating Okra: Producing a Spring Crop and a Bigger Fall Crop from the Same Planting. Alabama A&M and Auburn Universities. ANR-1112



- **Kumar, N.S., K. Saravanan, T. Sabesan, and J. Ganesan.** 2005. Genetics of yield components in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Indian Journal of Agricultural Research* 39:150-153.
- **Kundu. B.C. and Biswas. C.** (1973). Anatomical characters for distinguishing *Abelmoschus* spp. and *Hibiscus* spp. *Proc: Indian Scientific Congress*, 60. pp 295-298
- **Lai X.Y., Zhao Y.Y., and Liang H. (2006).** Studies on chemical constituents in flower of *Abelmoschus manihot*. *China Journal of Chinese Material Medica* 31: 1597–1600.
- **Lelia, L.; Andrés T.; Mariano, G.; De los Llano, R.** 2016. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de la okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), en el valle de Lerma, Salta, Argentina. Vol. 34 p. 18-18
- **Linnaeus, C. Von** (1753). *Species Plantarum* *Abelmoschus*, vol 2:696. *Impensis Laurentii Salvii, Stockholm*.
- **Lozano, L.; Tálamo, A.; Galace, M.; Ruiz de los Llanos, R.** 2015. Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento de la okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), en el valle de Lerma, Salta, Argentina. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta
- **Lozano, L.; Tálamo, A.; Palavecino, I. y Astorga, R.** 2011. Efecto del raleo sobre el rendimiento de dos variedades de okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), en el valle de Lerma, Salta, Argentina. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta
- **McCormack, B.** 2004. Person-centredness in gerontological nursing: An overview of the literature. *Journal of Clinical Nursing*, 13(3A), 31-38.
- Ministry of Environment and Forest Government of India and Department of Biotechnology Ministry of Science & Technology. 2011. *Biology of Abelmoschus esculentus* L. (Okra)



- **Miri Kh.** 2006. Effects of sowing date and density on yield and yield components of okra *Abelmoschus esculentus* L. Moench in Iranshahr. Seed and plant 22(3): 369-379 In Persian
- **Mitidieri, H. & R. Vencovsky,** 1974. Polinização cruzada do quia beiro em condições de campo. Rev. Agric. (Piracicaba) 49 (1): 36
- **Moreno Valencia, M.M.; Moreno Valencia, A. & Meco Murillo, R.** 2007. Cultivo de la okra en España. Hojas divulgadoras. Núm 2126 HD. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. España.
- **Nath P and Dutta O P.** 1976. Inheritance of fruit hairiness, fruit skin colour and leaf lobbing in okra. Canada Journal of Genetics and Cytology 12: 589–93
- **Ndunguru J, Rajabu AC.** 2004. Effect of okra necrotic virus disease on the above-ground morphological yield components of okra in Tanzania. Scientia Horticulturae 99: 225-235.
- **Norric, J.T. Brandon and Keathley, P.E.** 2002. Marin Plant Extracts Impact on Grape Yield and Quality. Act a Hort. J.; 91; 93-100
- **Ogbuehi, H.C.; Agbim, I.U., Ukaoma, A.A.** 2017. Growth, Fruiting, Yield and Nutritional Content of Okra Plant (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.) as Influenced by Turmeric (*Curcuma Longa*) Extract Spray. Volume 3, Issue 4. PP 31-42
- **Olympia G.; Jrens, P.; Koen, T.B.; Bebeli,P.; Passam, H.** 2014. Genetic and morphological diversity of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.) genotypes and their possible relationships. Vol. 17, pages 58-70
- **Patil, P.; Shrikant, S.; Joseph John, K.; Mali, S.; Satyawada,R.** 2015. A systematic review of the gens *Abelmoschus* (Malvaceae). North Eastern Hill University, Kerala, India. Vol. 25 14-30
- **Paul, T. & M.P. Nair** 2010. Malvaceae. Flora of India, Fascicle. 19: 61–73, Botanical Survey of India, Kolkata.



- **Purewal, S.S., Randhawa, G.S.** (1947) Studies in *Hibiscus esculentus*. 1. Chromosome and pollination studies. *Indian J. Agric. Sci.*, 17: 129-136
- **Ramos Abellán, A.M.** 2016. Ensayo comparativo de tres variedades de Okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench.) "Clemson Spineless" en dos marcos de plantación diferentes. Trabajo Fin de Carrera. Director: Isidoro Rodríguez Hernández. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola. Universidad de La Laguna.
- **Rekoui, K.; karapanos, K.A.; Akouminianakis, H.C.** 2011. Nitrogen application affects yield and postharvest quality of okra (*Hibiscus esculentus* L.). *International Journal of Plant Production* 59-72.
- **Rioja Molina, A. E.** (2002): Apuntes de Fitotecnia General, E.U.I.T.A., Ciudad Real.
- **Roy, A.; Shrivastava, S.L. & Mandal, S.M.** 2014. Functional properties of Okra (*Abelmoschus esculentus*(L.) Moench). Traditional claims and scientific evidences. *Plant Sciences Today* 1: 121-130
- **Sabitha, V.; Ramachandran, S.; Naveen, K.R.; Panneerselvam, K.** 2011. Antidiabetic and antiperlipidemic potential of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench in streptozotocin-induced diabetic rats. *Jul-Sep*; 3 (3): 397-402
- **Salah, M.I. & E.I. Nangar** 2001. Systematic implications of seed coat morphology in *Malvaceae*. *Pak Biol. Sci.* 4(7): 822–828.
- **Salameh, N.** 2014. Genetic diversity of Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) Genotypes from different agroecological regions revealed by amplified fragment length polymorphis analysis. *American Journal of Applied Sciences* 11 (7): 1157-1163
- **Salman, M.S.** 1975. Comparative Toxicological Studies of Certain Acaricides on Two-Spotted Spider Mite *Tetranychus Urticae* Koch and Its Predator *Stethorus Gilvifrons* Mulsant. Ph.D. Thesis, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Suez Canal University.
- **Saifullah, M., Rabbani, M.G.** (2009) Evaluation and characterization of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) genotypes. *SAARC J. Agric.* 7, 92-99



- **Schippers, R.R.** (2000) African Indigenous Vegetable an Overview of the Cultivated Species. National Resources Institute (NRI), University of Greenwich, London, 214.
- **Sengkhampan, N.; Verhoef, R.; Schols, A.H.; Sajjaanantakul, T.** 2008. Characterisation of cell wall polysaccharides from okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). Departament of Food Science and Technology, Faculty of Agro.Industry, Kasetsart University, Bangkok, Thailand
- **Shalaby, G.I.**, 1972. Natural cross-pollination in okra. J. Agric. Sci. 3 (1): 381–386.
- **Siemonsma J.S., Kouame C.**, 2000. *Abelmoschus esculentus* (L.)Moench. Wageningen Agricultural University, Wageningen, Netherlands.
- **Siemonsma, J.S.** (1982) West african okra. Morphological and cytogenetical indications for the existence of a natural amphidiploid of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench and *A. manihot* (L.) Medikus. Euphytica, 31(1): 241-252
- **Singh, H.B., Bhatnagar, A.** (1975) Chromosome number in an okra from Ghana. Indian J. Genet. Plant Breed., 36: 26-27
- **Singh, P.; Chauhan , V.; Kumar Tiwari, B.; Simon, S.; Bilal, S.; Abidi, A.B.** 2014. An overview on okra (*Abelmoschus esculentus*) and it's importance as a nutritive vegetable in the world. Vol.4/227-233
- **Srivastava UC** (1964). Ambrette seed. p. 887-897. In: K.L. Chadha and Rajendra Gupta (eds.), Advances in Horticulture Vol. 11-Medicinal and Aromatic Plants (1964). Malhotra Publ. House, New Delhi.
- **Sulikiri, G.S. and Swamy Rao, T.,** (1972). Studies on floral biology and fruit formation in okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) varieties. Progressive Horticulture 4, 71. In Jambhale, N.D. and Nerkar, Y.S. (1998).
- **Sunday, E.; Ariyo, O.J. and Lapena, R.** 2008. Genetic relationship among West Africa okra (*Abelmoschus callei*) and Asian genotypes (*Abelmoschus esculentus*). National Centre for genetic Resources and Biotechnology, Ibadan, Nigeria. Vol. 7 (10), pp. 1426-1431



- **Terrell EE and Winters. H.F** (1974). Change in scientific names for certain crop plants, Horticulture Science, 9. 324-325

- **Tripathi, K.K., Govila, O.P., Warriar, R. and Ahuja, V.** 2011. Biology of *Abelmoschus esculentus* L. (Okra). Series of Crop Specific Biology Documents (35 p.), Department of Biotechnology, Ministry of Science & Technology & Ministry of Environment and Forest, Govt. of India

- **Van Borssum Waslkes, J.** (1966). Malesian Malvaceae revised. Blumea 14(1): 1-251.

- **Venkantramini KS** (1952) A preliminary studies of some intervarietal crosses and hybrid vigour in *Hibiscus esculentus* (L.). Journal of Madras Agricultural Universities 22 (2), 183-200

- **Weerasekar, D.** (2006) Genetical analysis of yield and quality parameters in okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). Bangalore: University of Agriculture Sciences, GKVK, Master thesis

- **Westerfeld, W.W.** 2008. A drip irrigation in *Abelmoschus*. J. Biological Chem., 495-502.

- **Xia, F.; Zhong, F.; Chang, Q.; Liao, Y.; Liu, X.; Pan, R.** 2015. Antioxidant and Anti-Fatigue Constituents of Okra. Oct 26;7 (10): 8846-58

Iván Abeló Mesa