

**“Seminario internacional de berries y cambio climático:
estrategias de manejo para afrontar las condiciones de estrés
abiótico y la presión de plagas y enfermedades”**

Producción de fresa en España y mejoramiento genético



C. Soria
Chile
3 de junio de 2021

Este trabajo ha sido financiado con el Contrato CAICEM14-146 y con los Proyectos Sectoriales TRA2019.004 y AVA2019.034



Instituto Andaluz de Investigación
y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria
y de la Producción Ecológica
Consejería de Agricultura, Ganadería,
Pesca y Desarrollo Sostenible

Índice

Contenido

- 1.- El IFAPA
- 2.- Situación del sector fresero en España
- 3.- Sistema de cultivo
- 4.- Mejoramiento genético de la fresa
5. Adaptación a distintos sistemas de cultivo





- Organismo autónomo de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía.
- Único Organismo Público de Investigación (OPI) de la Junta de Andalucía.
- Con implantación en todo el territorio andaluz.

Contribuir a la modernización de los sectores agrario, pesquero y alimentario asegurando la sostenibilidad de estos sectores productivos a través de:

- la Investigación
- el Desarrollo
- la Transferencia de tecnología
- la Formación





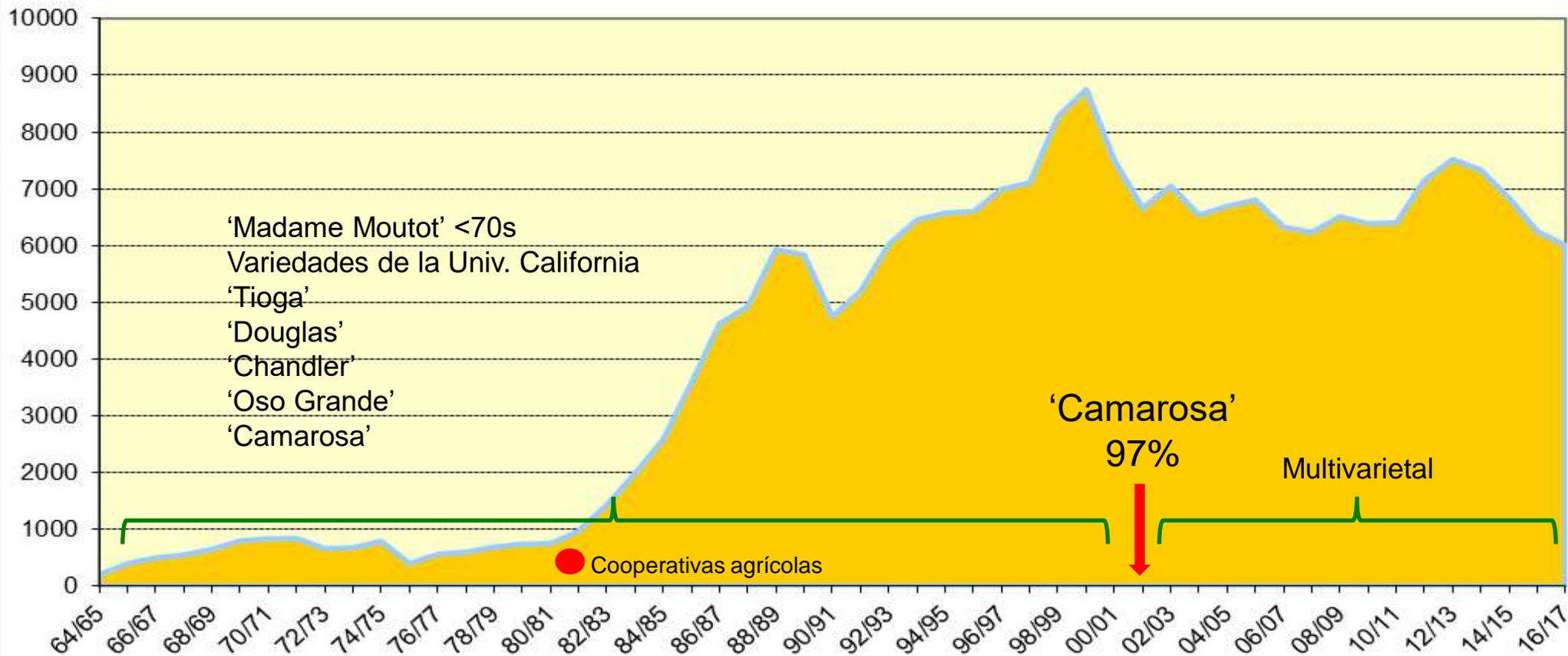
Viveros: 900-1000 m altitude
 Latitud: 40-41° N
 1.500 has
 ~40 empresas viveristas
 ~1000 millones plantas/año

Campos de producción:
 Latitud: 37° N
 6.500 Has

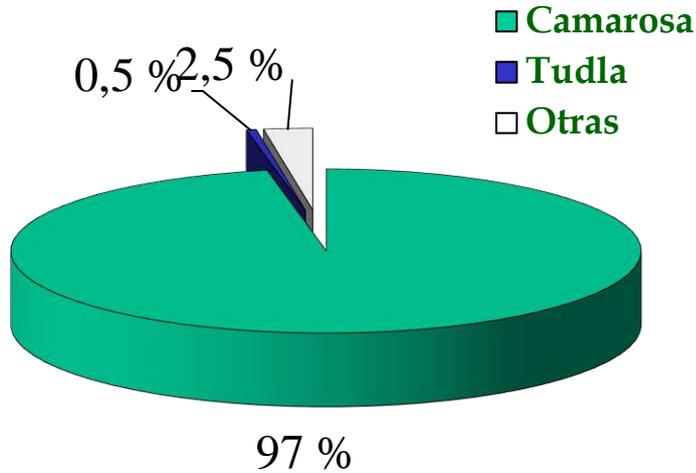




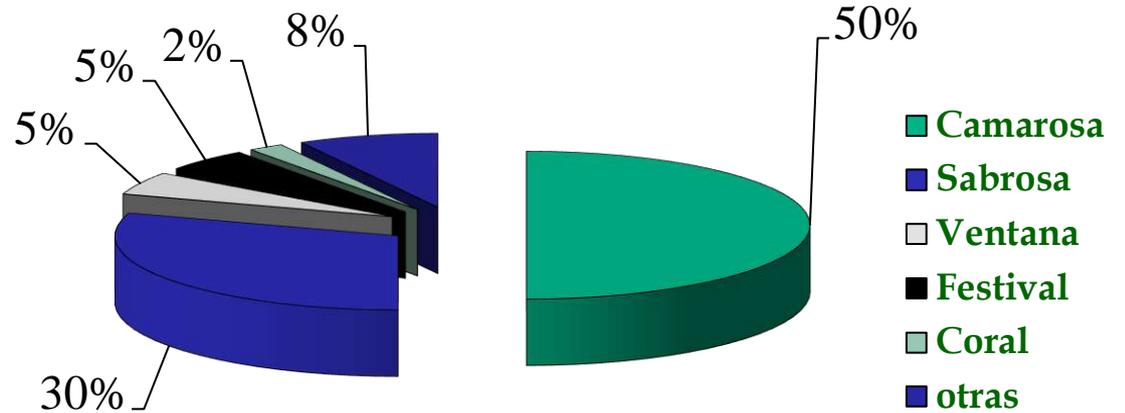
Superficie cultivo (has) fresa Huelva



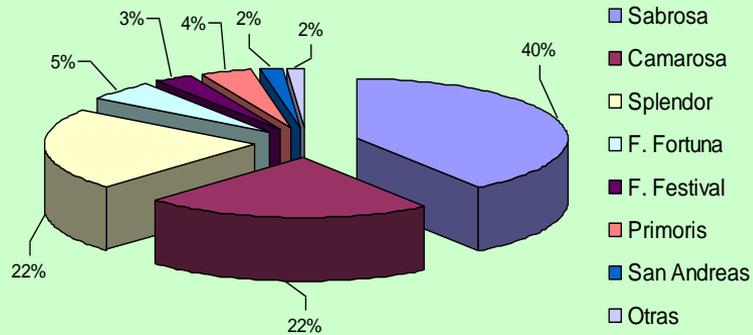
Campaña 2001-2002



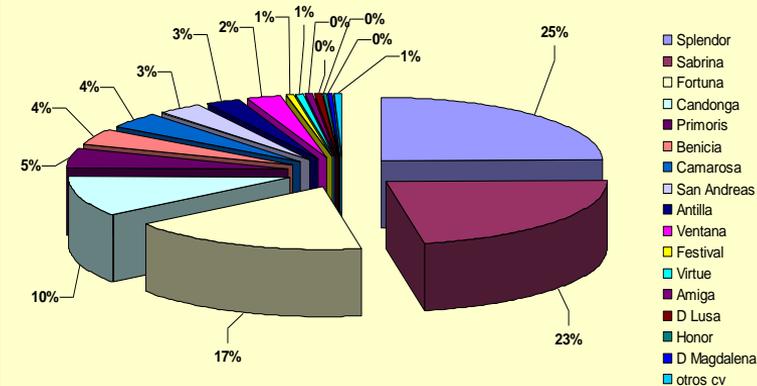
Campaña 2007-2008

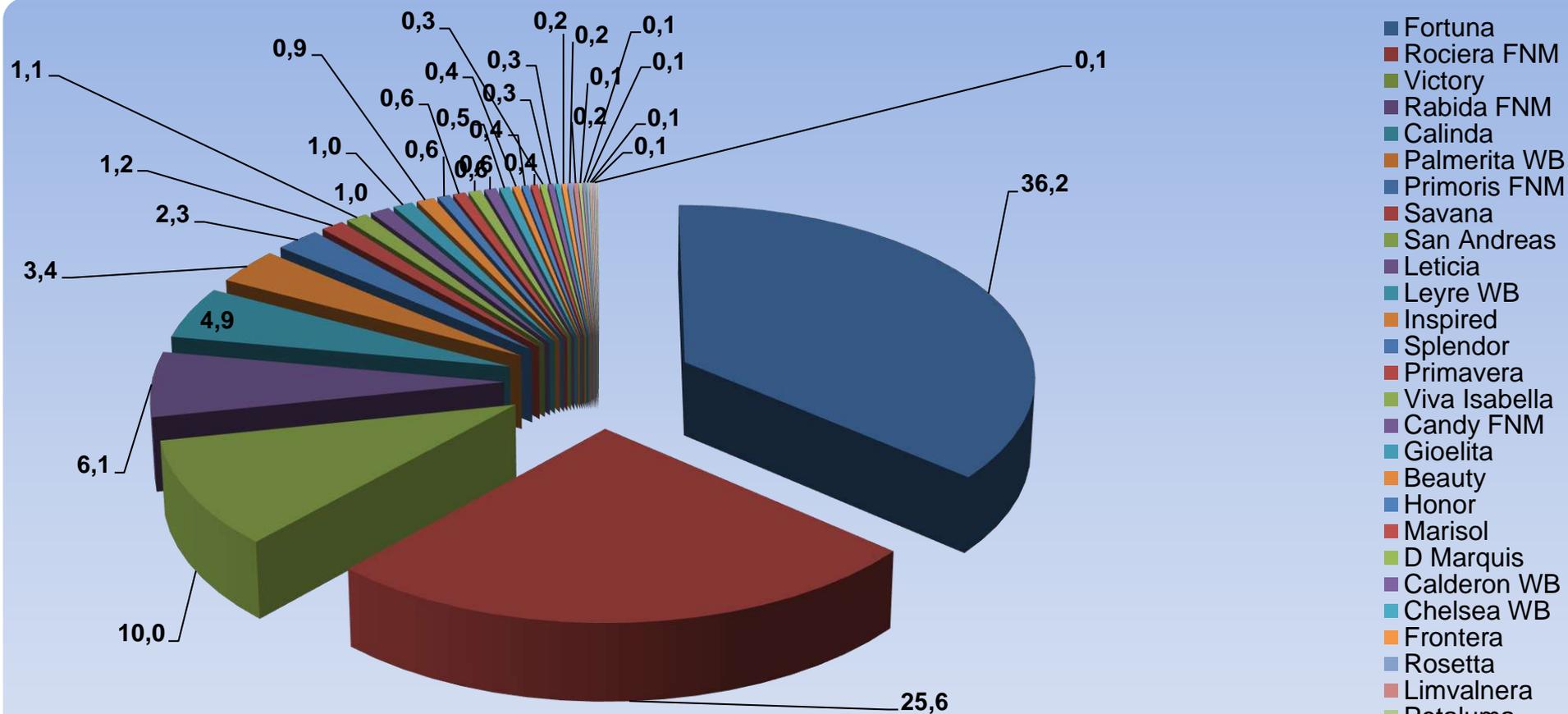


Distribución Variedades. Campaña 2010-2011



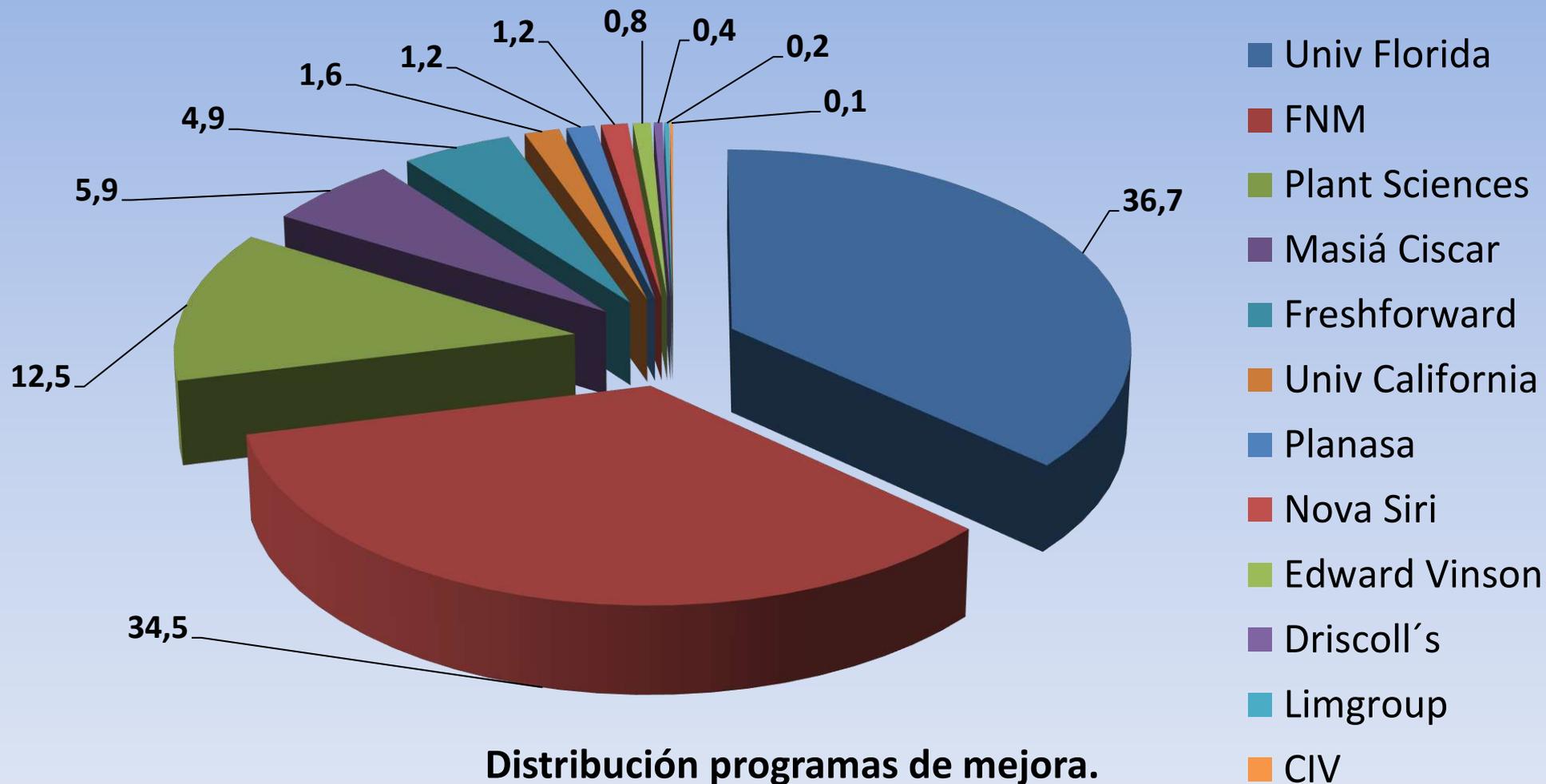
Distribución Variedades. Campaña 2012-13





Fuente: Grupo fresa IFAPA

Distribución variedades. Campaña 19-2020
 (% plantas)



Distribución programas de mejora.
Campaña 19-2020 (% plantas)

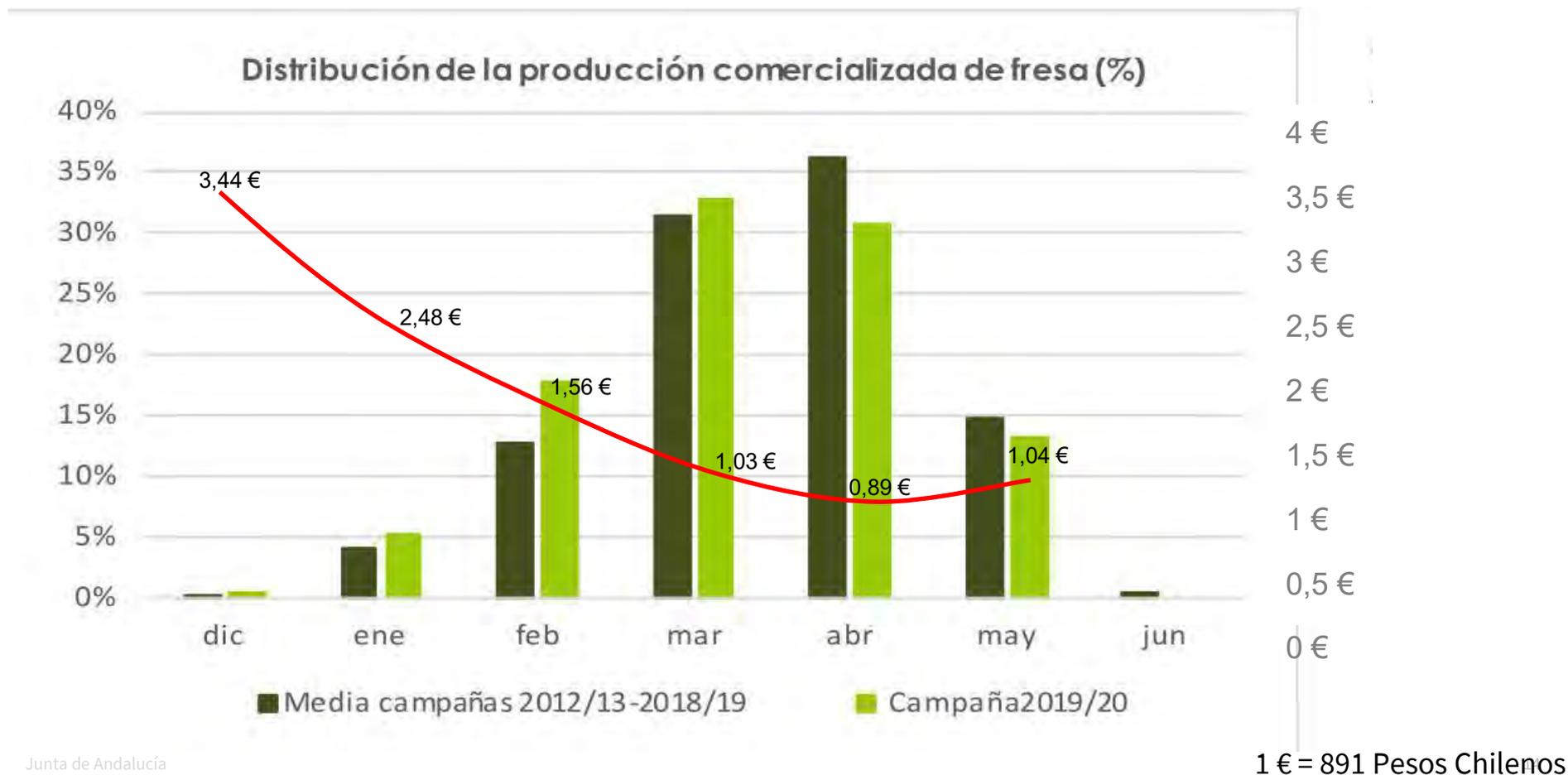
Superficie y producción de fresa en Huelva

	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020
Superficie (ha)	6400	6355	6545	6774	6839
Producción (t)	367570	350054	334767	340468	261185

Exportaciones de fresas (entre diciembre y julio)

	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2018/2019	2019/2020
% de la producción	71%	73%	69%	72%	89%
Volumen (t)	264561	256934	229583	246476	233617

Campaña 19-2020 vs media de las últimas siete campaña. Producción (%) y evolución de los precios medios (€/kg) en origen (Cat I) de 19/2020



Destino de las exportaciones y porcentajes en 2019-20



Destino de las exportaciones (Toneladas)

	Alemania	Francia	Reino Unido	Italia
2014/15	78936	38903	31338	19673
2015/16	91558	45113	38698	21362
2016/17	76524	43790	34802	24664
2017/18	71923	36067	34269	22490
2018/19	79410	35249	37447	25763
2019/20	79535	32348	36744	23703

- 
- Sistema convencional de cultivo de la frutilla en España:
 - Anual; sin apenas rotación con otros cultivos.
 - Se inicia en junio-julio con la retirada de los restos del cultivo anterior y la preparación del suelo para un nuevo cultivo.
 - Plantación otoñal con plantas frescas de variedades de día corto, procedentes de viveros de altura, sobre lomos con dos filas de plantas protegidos por láminas plásticas opacas como acolchado, con equipamiento de riego localizado y sistema de fertirrigación, bajo cubierta plástica formada por macro-túneles.
 - Finaliza con las últimas cosechas de la campaña que suelen coincidir con la primera semana de junio.
 - 65% acogido al Certificado de Calidad “Producción integrada”

Preparación del terreno

Retirada de los restos del cultivo anterior (junio-julio)

Desde finales de Agosto hasta mediados de Septiembre se realizan, en una misma múltiple operación:

- La desinfestación de suelos
- La formación de lomos de cultivo
- El acolchado con plástico opaco
- La instalación de las cintas de riego

Limpeza y eliminación de restos del cultivo anterior



Laboreo y nivelado del terreno



Utilización tradicional de un apero pluri-funcional que realiza simultáneamente las operaciones de:

- Construcción de los lomos de cultivo
- Acolchado de los mismos
- Inyección del fumigante
- Instalación de las cintas de riego localizado



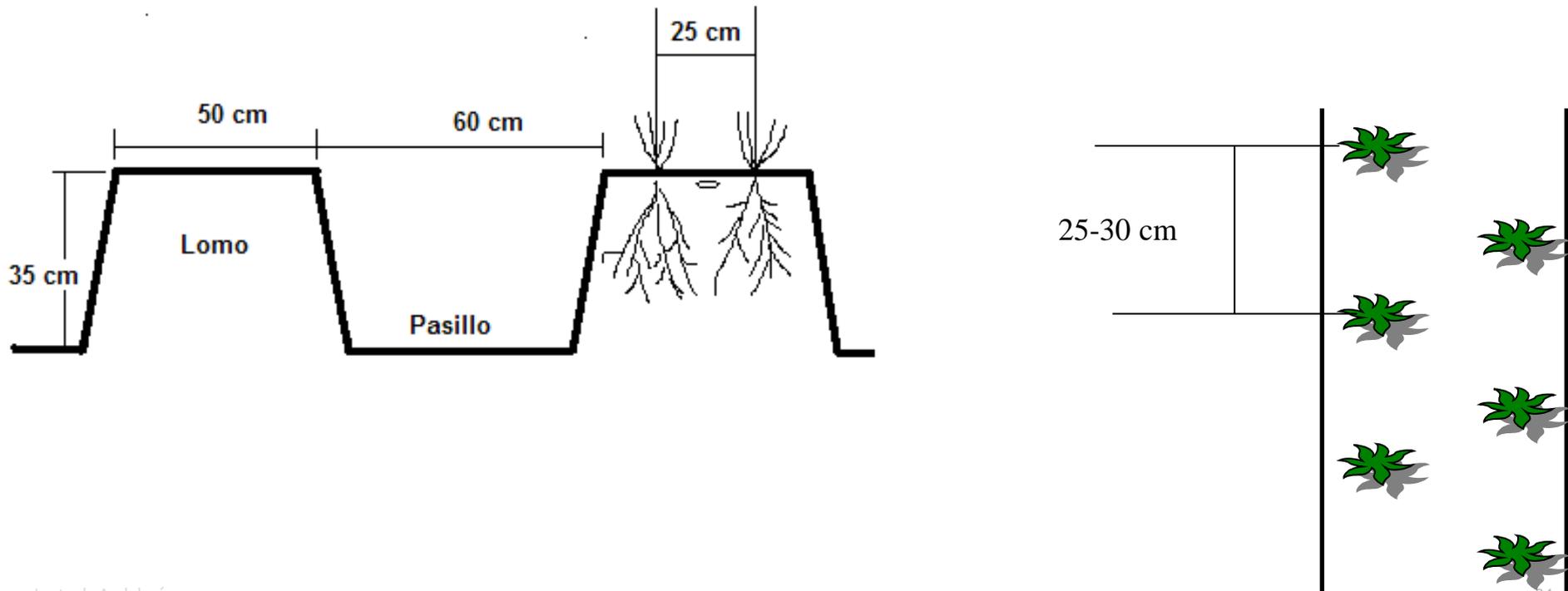


Plantación

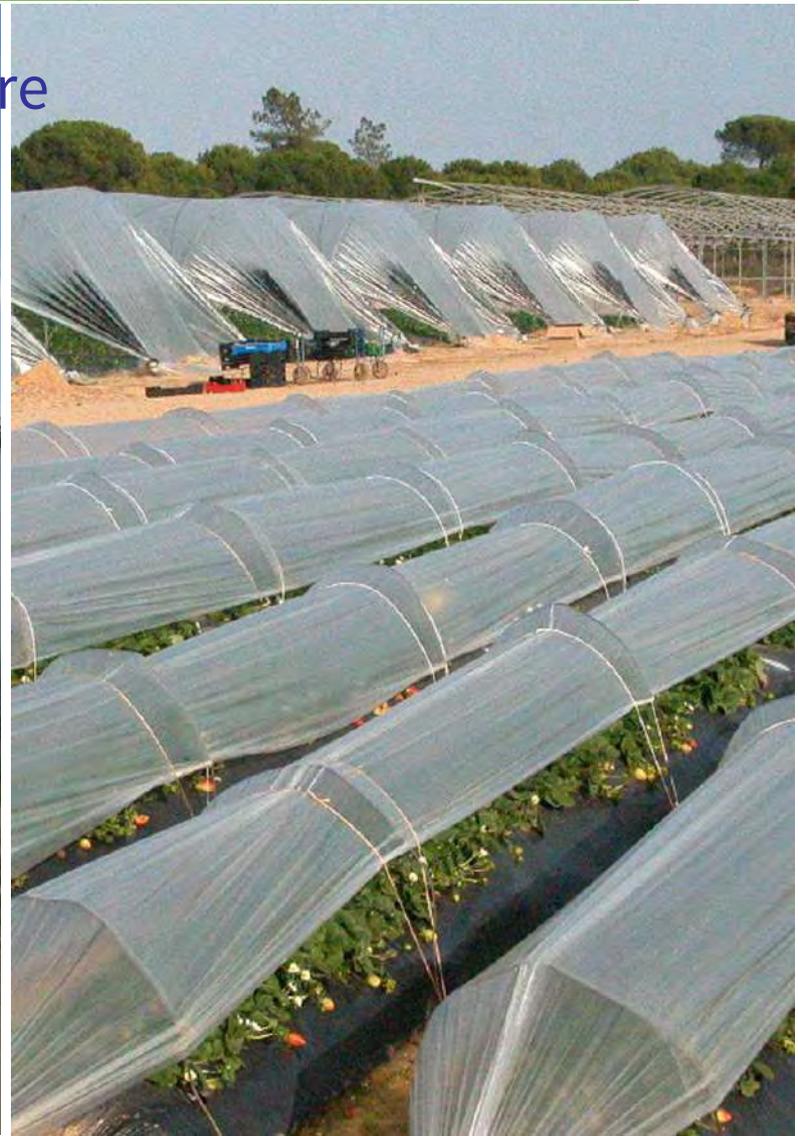


Fincas convencionales: densidad de plantación de 60-70.000 pl/ha

Fecha plantación: final septiembre a mediados octubre



Colocación de cubiertas: mediados de noviembre





Desinfestación previa a la plantación

Apero pluri-funcional:

- Construcción de los lomos de cultivo
- Acolchado de los mismos
- **Inyección del fumigante**
- Instalación de las cintas de riego localizado



Desinfestación previa a la plantación

Justificación de la desinfección por la presencia de:

- Hongos patógenos:
 - Macrophomina phaseolina*
 - Phytophthora captorum*
 - Veticillium dahliae*Sub-letales (black root rot: BRR)
 - Rhizoctonia*
 - Phytium*
 - Fusarium*
 - Cylindrocarpon*
- Nematodos:
 - Pratylenchus penetrans*
 - Meloidogyne* spp (*incognita*, *arenaria*, *hapla*)
 - Hemicycliophora*



Sustancias Activas en uso (con restricciones)

1,3 Dicloropropeno

La Decisión 2011/36/CE decretó la no inclusión en el Anexo I de la Directiva 91/414/CE y prohibió su utilización. Nueva solicitud Pendiente. Autorización excepcional 120 días.

Cloropicrina

El Reglamento (CE) 1381/2011 establece la no aprobación de esta sustancia y prohíbe su utilización. Nueva solicitud Pendiente. Autorización excepcional 120 días.

Metam sodio/potasio

El Reglamento (CE) nº 359/2012 establece la aprobación de esta sustancia con arreglo al Reglamento (CE) nº 1107/2009. Hasta 30/6/2022. Con condiciones.

Dazomet

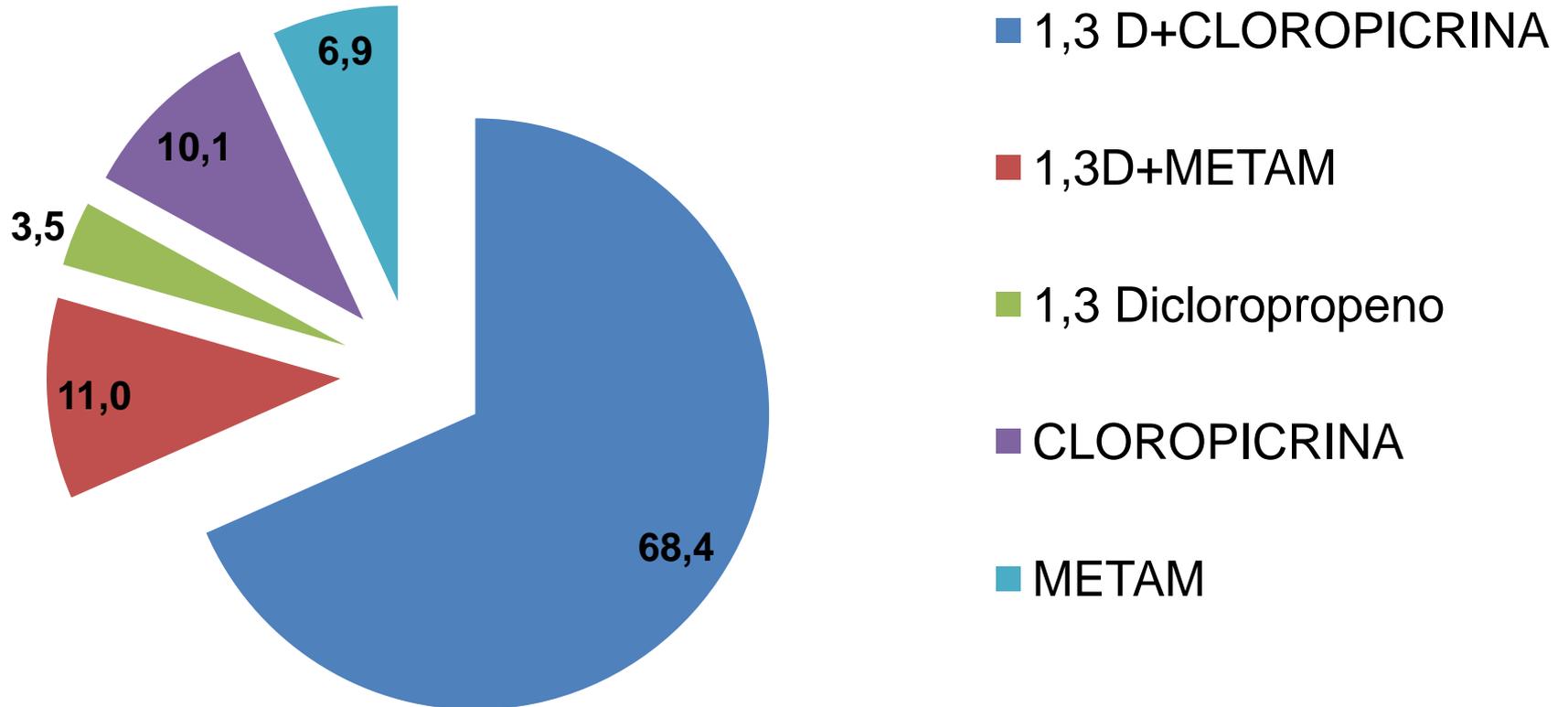
Directiva 2011/53/UE, de 20 de abril, por la que se modifica la Anterior para aprobar esta sustancia. Hasta 31/5/2021. Con condiciones.

Dimetil disulfuro

Solicitud de autorización. Pendiente de autorización.

MATERIAS ACTIVAS

Porcentaje de superficie desinfectada (Fresa + Frambuesa) en Huelva



Alternativa no química: Biosolarización (biofumigación+ solarización)

Utiliza gases y otros productos (actividad biocida) resultantes de la biodegradación de enmiendas orgánicas y residuos agroindustriales para el control de organismos patógenos del suelo (Bello et al., 1999).



Materia orgánica: Gallinaza fresca, Brásicas (*B. nigra*, *B. carinata*, *B. oleracea*, *B. rapa*, ...), Vinaza de remolacha, Orujillo de olivo, ...

Mejoramiento genético para la obtención de nuevas variedades de fresa



¿Por qué se quieren obtener nuevas variedades de fresa?

- Mantener la importancia social y económica de este cultivo.
- Evitar la dependencia de material foráneo.
- Dar respuestas a las necesidades de los agricultores y a los gustos de los consumidores (no son estáticos; i.e. productos que, manteniendo unos buenos caracteres agronómicos, incorporen mayor calidad sensorial y funcional (valor añadido), más eficiencia en el uso del agua, ...)
- Obtener variedades que se adapten a las posibles nuevas situaciones que se pudieran producir como consecuencia del cambio climático.





Objetivos de los programas de mejora en España

- Producción eficiente
 - Productividad / precocidad
 - Resistencia / tolerancia a plagas y enfermedades
 - Adaptabilidad a las condiciones locales de cultivo
 - Ampliación del periodo de producción
 - Hábito de la planta (facilidad de cosecha)
- Aceptación por los consumidores
 - Alta calidad organoléptica (sabor, aroma, ...)
 - Forma uniforme
 - Firmeza del fruto
 - Incremento en compuestos saludables y biodisponibilidad

Importancia de los Bancos de Germoplasma

Reservorios de Genes – Caracteres de interés – ahora y en el futuro

- 🍓 El BG del IFAPA comenzó en 1992 como apoyo para el programa de mejora.
- 🍓 En la actualidad contamos con ~400 accesiones de cultivares comerciales o históricos y unas 130 accesiones de especies silvestres.



Composición del banco de germoplasma del IFAPA

<i>Fragaria x ananassa</i> var. <i>ananassa</i>	410
<i>Fragaria x ananassa</i> var. <i>cuneifolia</i>	1
<i>Fragaria vesca</i>	41
<i>Fragaria vesca</i> subsp. <i>bracteata</i>	1
<i>Fragaria vesca</i> subsp. <i>vesca</i>	2
<i>Fragaria chiloensis</i>	23
<i>Fragaria moschata</i>	14
<i>Fragaria virginiana</i>	4
<i>Fragaria virginiana</i> subsp. <i>glauca</i>	1
<i>Fragaria virginiana</i> subsp. <i>virginiana</i>	4
<i>Fragaria viridis</i>	8
<i>Fragaria gracilis</i>	1
<i>Fragaria nipponica</i>	1
<i>Fragaria innumae</i>	2
<i>Fragaria</i> sp.	10
<i>Fragaria</i> hybrid	17
<i>Duchesnea indica</i>	1
<i>Potentilla</i> sp.	6



Programas de mejoramiento genético – metodología:

- 1) Elección de parentales
- 2) Crear un amplio espectro de variabilidad: cruzamientos
- 3) Selección individual
- 4) Micropropagación y multiplicación en vivero del material seleccionado
- 5) Selección familiar de 1er año
- 6) Multiplicación en vivero del material seleccionado y frigoconservación
- 7) Selección familiar de 2º año
- 8) Multiplicación en vivero del material seleccionado y frigoconservación
- 9) Selección familiar de 3er año
- 10) Multiplicación vivero del material seleccionado y frigoconservación.
-
- 11) Ensayos de desarrollo en campos de fructificación
- 12) Protección.
- 13) Producción de planta comercial certificada y test de pureza varietal.

Trasplante: Mediados de octubre

Planta fresca

Cada año: 15-25 parentales



Finales de octubre: los parentales se colocan en invernadero climatizado a la espera del desarrollo floral

CRUZAMIENTOS: Finales diciembre – mayo: 150-300 tipos de cruzamiento/año



SIEMBRA DE AQUENIOS Y CRIANZA DE LAS PLÁNTULAS

julio – octubre: 9,500-10,500 individuos (plántulas)



TRANSPLANTE A CAMPO DE LOS INDIVIDUOS

mediados octubre



SELECCIÓN INDIVIDUAL

Campos: 1

Procedencia:
semillas(cruzamientos)

5,000-10,000 seedlings



Tasa de selección:

0.7 – 1.4%



Pasarán a selecciones
de 1er año



SELECCIÓN 1er AÑO

Campos: 2

Repeticiones: 1

Numero de plantas/plot: 10

Procedencia: multiplicadas en vivero

Eg: 110 genotipos



Tasa de selección:

14 – 30%



Pasan a selecciones
de 2º año

SELECCIÓN 2º AÑO

Campos: 2

Repeticiones: 2

Numero de plantas/plot: 30

Procedencia: multiplicadas en vivero

Eg: 20 genotipos 2º año

Tasa de selección:

35 - 45%

Pasan a selecciones de
tercer año



SELECCIÓN 3er AÑO

Campos: 2

Repeticiones: 3

Numero de plantas/plot: 50

Procedencia: multiplicadas en vivero

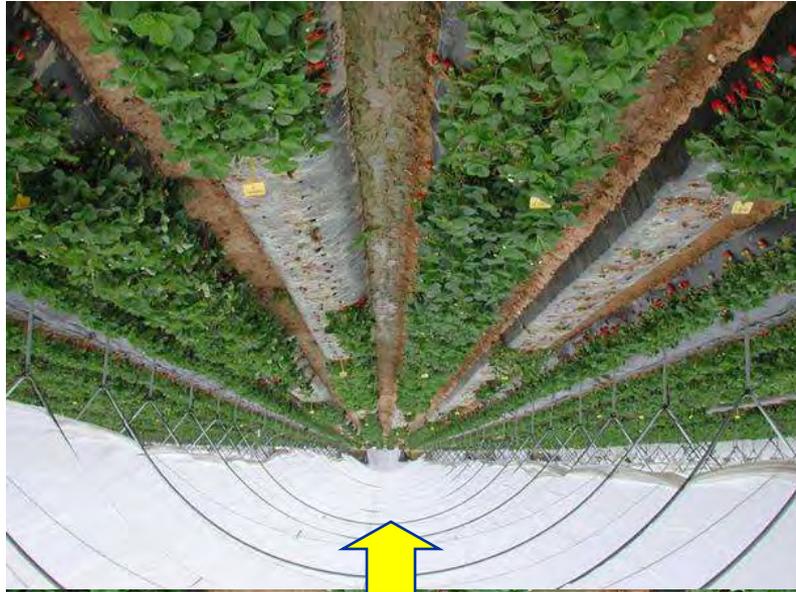
Eg: 7-9 genotipos

Selección:



2 - 0 genotipos

Pasan a material en desarrollo.
Futuras variedades



CRITERIOS DE SELECCIÓN

- Supervivencia de la planta
- Precocidad
- Vigor
- Producción (1ª y 2ª cat comercial)
- Peso fruta
- Forma, color, cavidad interna.
- Firmeza del fruto
- Sólidos solubles y acidez
- Sensibilidad a plagas y enfermedades
- Calidad post-cosecha
 - Bruising
 - Frescura del cáliz
 - % fruta podrida
- Resistencia a enfermedades
- Contenido compuestos antioxidantes y biodisponibilidad
 - *Fenoles totales*
 - *Flavonoides totales*
 - *Antocianos totales*
 - *Capacidad antioxidante*
- Adaptación ≠ sistemas de cultivo
 - *Sin suelo*
 - *Orgánico*
- Eficiencia en el uso del agua

- Caracteres relacionados con la producción.



- Caracteres relacionados con la calidad organoléptica:

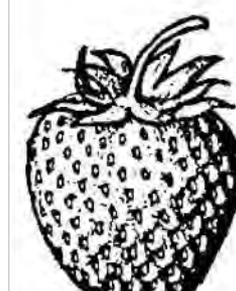
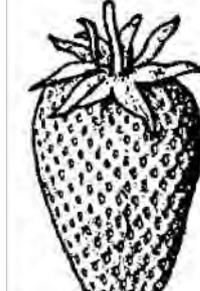
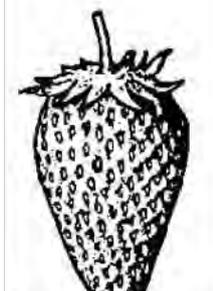
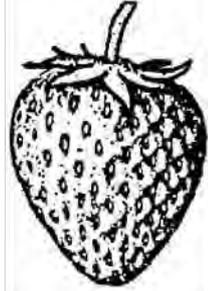
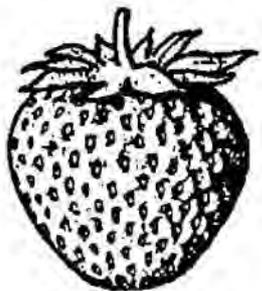
Firmeza del fruto

Color

Cavidad interna

Forma de la fruta

Azúcares/ácidos



Código UPOV: Acorazonada,

Cónica,

Cónica alargada,

Bicónica,

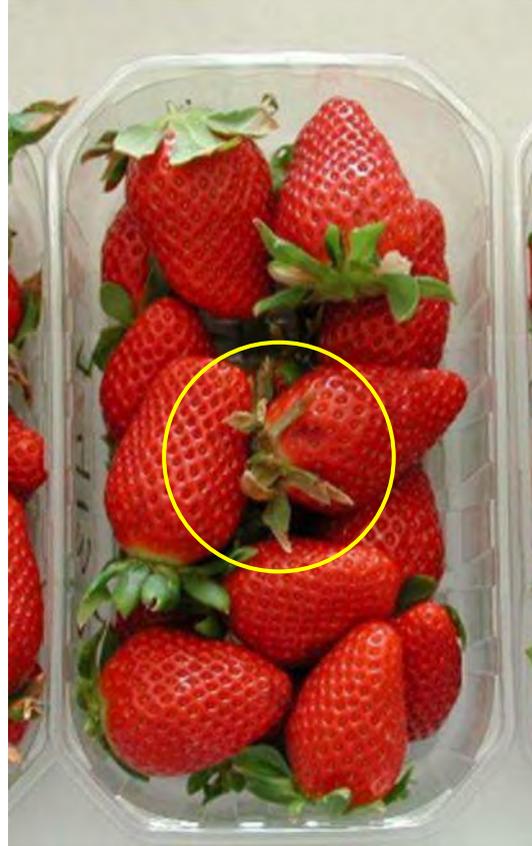
Cuneiforme larga, Cuneiforme corta

- Caracteres relacionados con la calidad post-cosecha:

Podredumbre



Frescura del cáliz

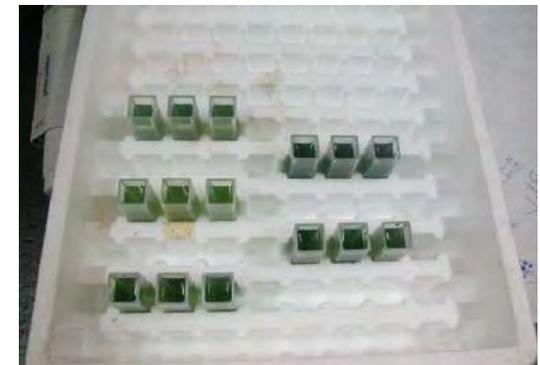
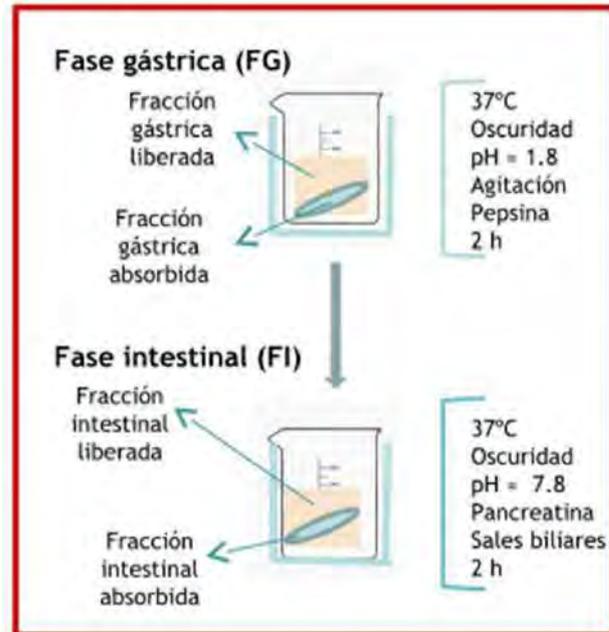


Magullado del fruto (bruising)



Tras 3 días en cámara a 4°C y 2 a temperatura ambiente

- Caracteres relacionados con la calidad funcional:
Contenido en Fenoles, Flavonoides, Antocianos
Contenido en Vitamina C
Capacidad antioxidante total
Biodisponibilidad: efecto de la ingesta en la salud



- Eficiencia en el uso del agua

Estrategias de las distintas variedades en el uso del agua. El agua consumida es transformada en biomasa reproductiva vs vegetativa.

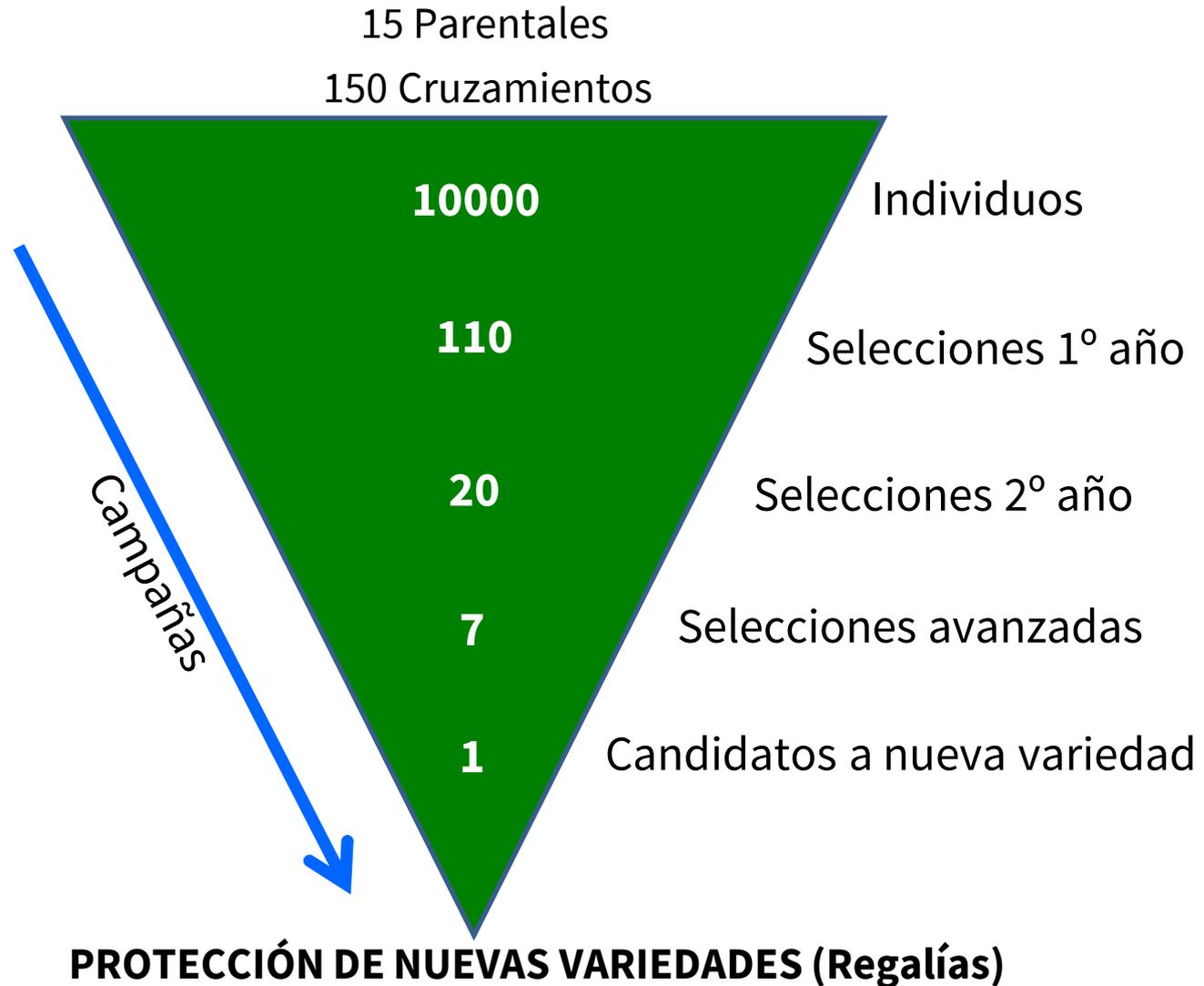
Influencia del recorte de la dotación hídrica sobre la producción y calidad del fruto en variedades de fresa. Eficiencia en el uso del agua (baja demanda hídrica para igual o superior productividad).



Ariza et al. 2021. Yield and Fruit quality of strawberry cultivars under different irrigation regimes. *Agronomy*. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020261>



EJEMPLO

SELECCIÓN DE
GENOTIPOS

PROTECCIÓN NUEVAS VARIETADES

Solicitud de registro en el RVP y/o RVC (variedades protegidas y variedades comerciales) español. Gestión MAPA, OEVV

Solicitud de protección comunitaria (Europea) de Obtenciones Vegetales en el registro de la Oficina Comunitaria de Variedades Vegetales. Gestión OEVV, CPVO. Otras

Test DHE

Producción de planta comercial certificada y test de pureza varietal

The image shows two screenshots of the application forms for plant variety registration. The left screenshot is the Spanish form (RVP/RVC) and the right is the European form (CPVO).

Formulario de Solicitud de Título de Obtención Vegetal (España):

- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS (CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS)**
- DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIOS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLAS (DPA) Y OFICINA ESPAÑOLA DE VARIEDADES VEGETALES (OEVV)**
- SOLICITUD DE TÍTULO DE OBTENCIÓN VEGETAL (REGISTRO DE VARIEDADES PROTEGIDAS)**
- SOLICITANTE Y CALIFICANTE DE LA VARIEDAD:** (Nombre y apellidos del solicitante y del titular de la variedad)
- OBTENTOR DE LA VARIEDAD:** (Nombre y apellidos del obtentor)
- REFERENTE LEGAL EN ESPAÑA (D/E/E/E):** (Ley, Real Decreto, Real Orden, Real Decreto-ley)
- ESPECIE BOTÁNICA, NOMBRE EN LATÍN DEL GÉNERO, LA ESPECIE O LA HIBRIDACIÓN QUE PERTENECE A LA VARIEDAD, ASÍ COMO SU NOMBRE COMÚN:**
- RECONOCIMIENTO PROPIETARIO:** (Sí/No)
- PRESENCIA DEL OBTENTOR O EXPERIMENTAL:** (Sí/No)
- ES UNA VARIEDAD DHE:** (Sí/No)
- TIPO:** (Ej. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100)

Formulario de Solicitud de Título de Obtención Vegetal (UE):

- DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIOS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLAS (DPA) Y OFICINA ESPAÑOLA DE VARIEDADES VEGETALES (OEVV)**
- SOLICITUD DE TÍTULO DE OBTENCIÓN VEGETAL (REGISTRO DE VARIEDADES PROTEGIDAS)**
- TIPO DE SOLICITUD:** (Nueva variedad, Variedad ya existente, Variedad ya existente con características nuevas, Variedad ya existente con características nuevas y características de cultivo, Variedad ya existente con características nuevas y características de cultivo y características de uso)
- OBTENTOR DE LA VARIEDAD:** (Nombre, Nacionalidad, Domicilio, Fecha de nacimiento)
- SOLICITANTE:** (Nombre, Nacionalidad, Domicilio, Fecha de nacimiento)
- REFERENTE LEGAL EN ESPAÑA (D/E/E/E):** (Ley, Real Decreto, Real Orden, Real Decreto-ley)
- CONSERVADOR DE LA VARIEDAD:** (Nombre, Nacionalidad, Domicilio, Fecha de nacimiento)
- ESPECIE, SUBESPECIE Y NOMBRE COMÚN A LA QUE PERTENECE LA VARIEDAD:**
- DENOMINACIÓN PROPUESTA:** (Una o varias palabras)
- REFERENCIA DEL OBTENTOR O EXPERIMENTAL:** (Una o varias palabras)
- ES UNA VARIEDAD DHE:** (Sí/No)
- LISTA PARA LA QUE SE SOLICITA LA INSCRIPCIÓN (SOLO PARA ESPECIES HORTÍCOLAS):** (Ej. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100)

VARIETADES

‘ANDANA’

‘CARISMA’

‘MARINA’

‘MEDINA’

‘AMIGA’

‘AGUEDILLA’

‘FUENTEPINA’

‘SANTA CLARA’

‘FONTANILLA’ – ‘SARITO’

‘NAZARET’



'Fuentepina'



'Amiga'



'Aguedilla'



'Nazaret'



'Fontanilla' – 'Sarito'



- Red Andaluza de Experimentación Agraria (RAEA).

Producción y calidad en distintos sistemas y técnicas de cultivo



Convencional con desinfección química del suelo

Finca	Desinfesción	Marco Plantación y fecha	Tipo Estructura	Plástico Cubierta	Colocación Cubierta
Fres Periquito S.L.	1-3 D-pic	26 cm x 25 cm 16/10/18	Macrotúnel	PE Térmico 600 galgas	Mediados de noviembre.

Convencional con suelo biosolarizado

Finca	Desinfesción	Marco Plantación y fecha	Tipo Estructura	Plástico Cubierta	Colocación Cubierta
El Cebollar	Biosolarización	25 cm x 25 cm 16/10/19	Macrotúnel	PE Térmico 360 galgas	8/11/2019

Orgánico

Finca	Desinfesción	Marco Plantación y fecha	Tipo Estructura	Plástico Cubierta	Colocación Cubierta
Flor de Doñana S.L.	No	22 cm x 25 cm 16/10/19	Macrotúnel	PE Térmico 600 galgas	Mediados de noviembre.

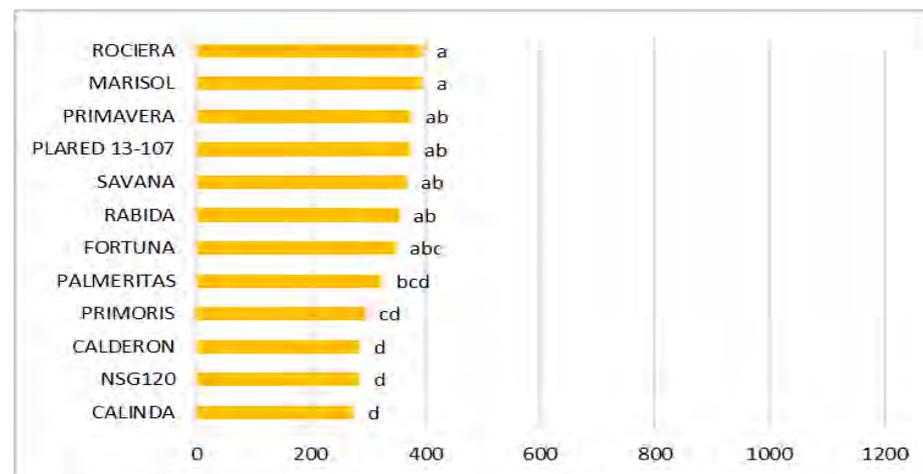
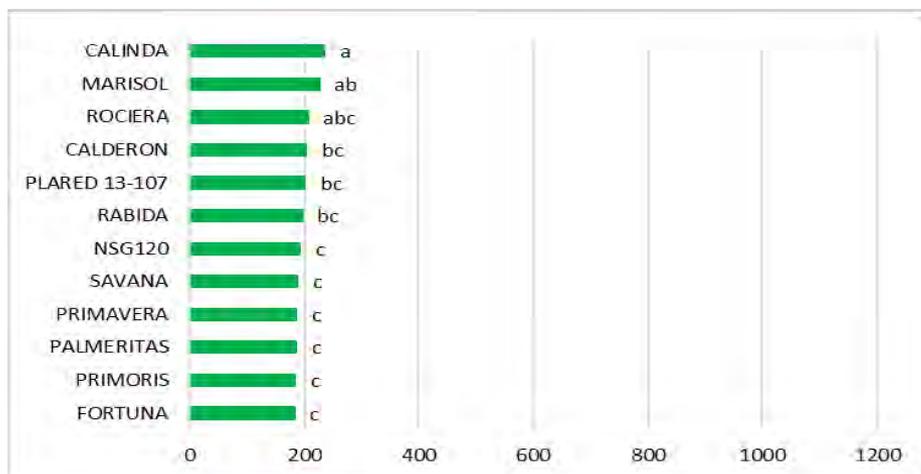
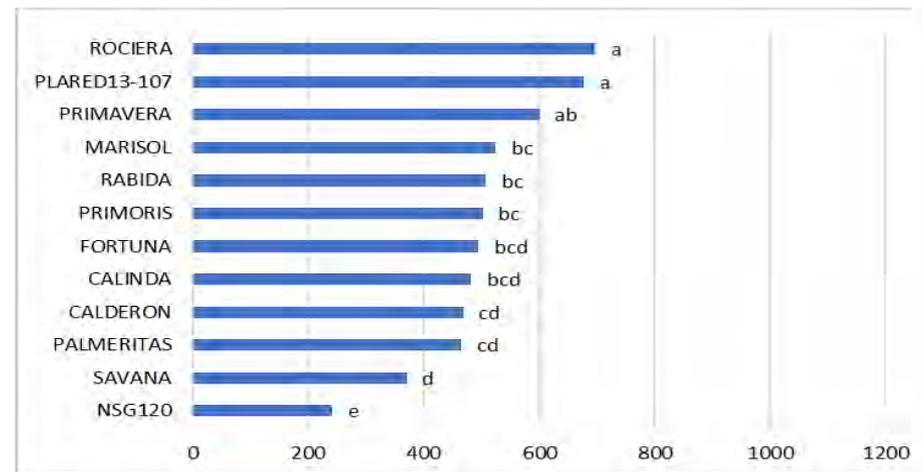
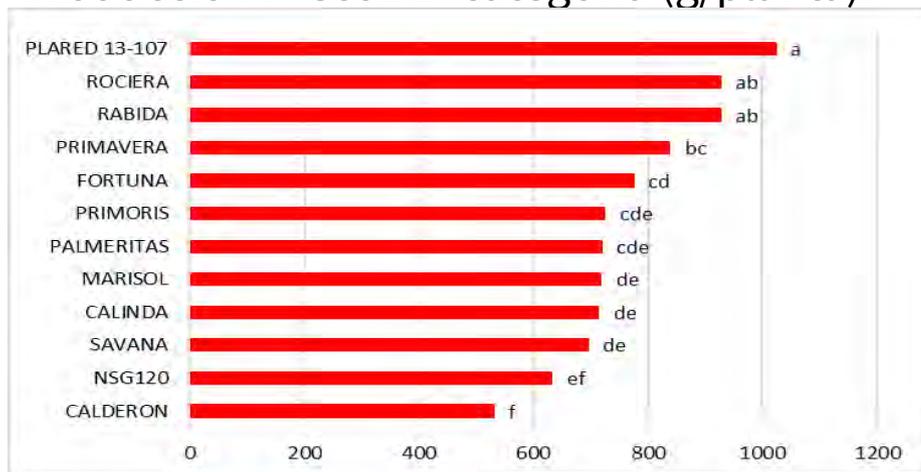
Sin suelo

Finca	Desinfesción	Marco Plantación y fecha	Tipo Estructura	Plástico Cubierta	Colocación Cubierta
CIT Adesva	No (primer año de cultivo)	13 plantas/m 21/10/19	Macrotúnel	PE Térmico 600 galgas	Mediados de noviembre.

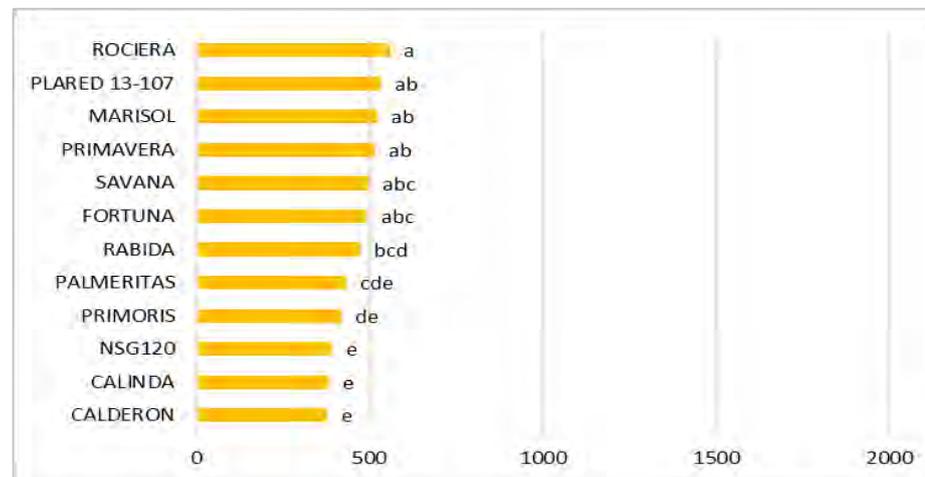
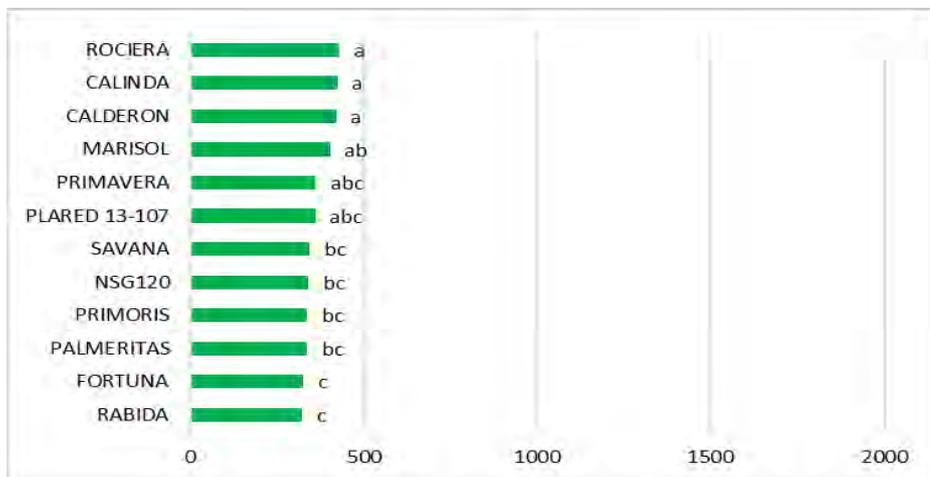
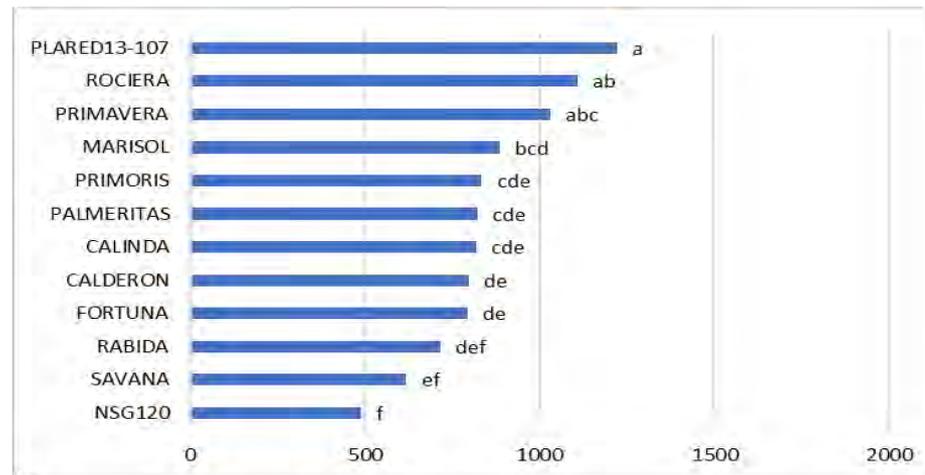
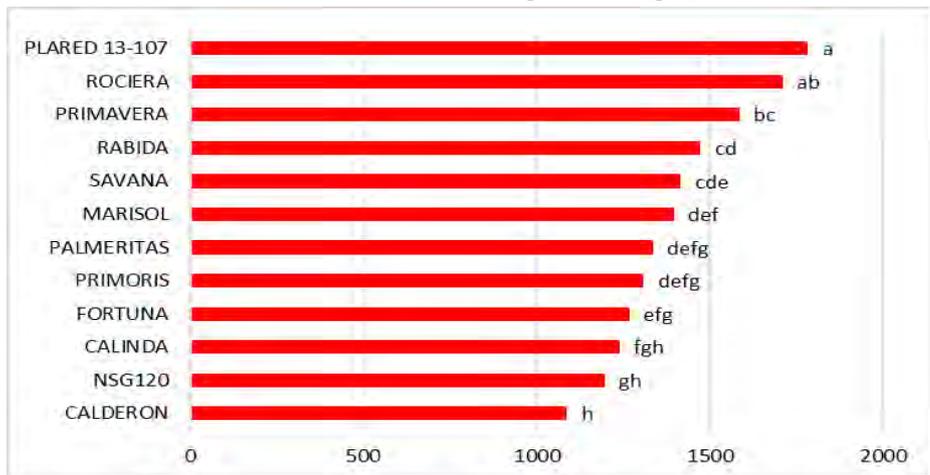
Ensayo RAEA. Campaña 2020

Variedades	Obtentor	Vivero
Calderon	Masiá Ciscar S.A.	PlantBerry S.L.
Calinda	Freshforward	Rapo Verkoop (Holanda)
Fortuna	Univ Florida/Emcocal	Grufesa SAT
Marisol	Nova Siri Genetics	Viveros California S.L.
NSG120	Nova Siri Genetics	Viveros California S.L.
Palmeritas	Masiá Ciscar S.A.	PlantBerry S.L.
Plared13-107	Planasa	Planasa
Primavera	Plant Science-Berry Genetics	V. El Pinar S.L.
Primoris	Fresas Nuevos Materiales S.A.	Fresancho S.L.
Rabida	Fresas Nuevos Materiales S.A.	Viveros Río Eresma S.L.
Rociera	Fresas Nuevos Materiales S.A.	Grufesa SAT
Savana	Planasa	Planasa

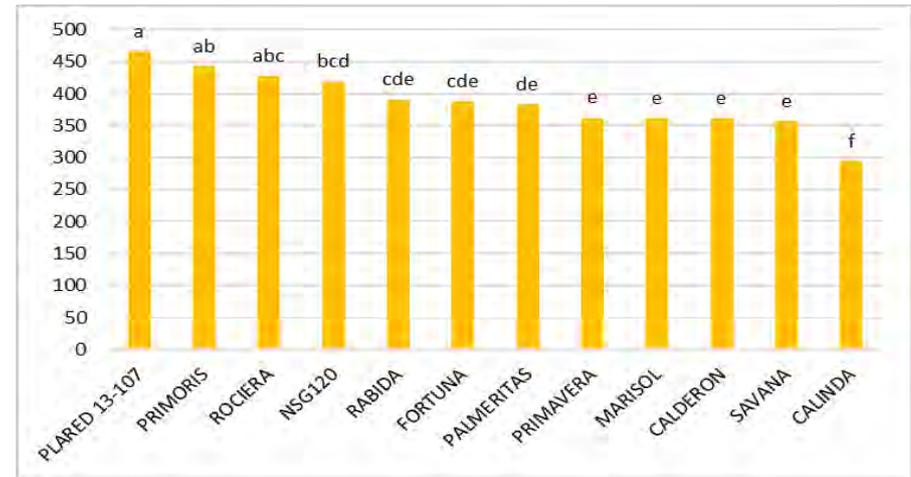
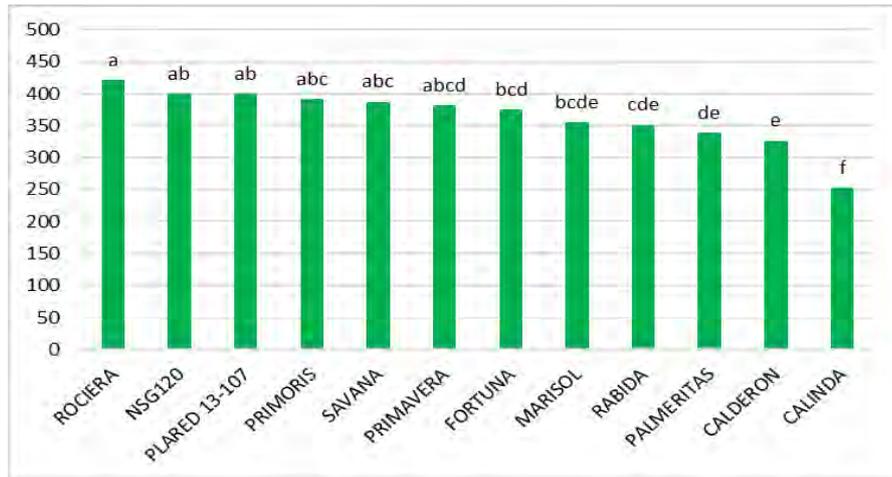
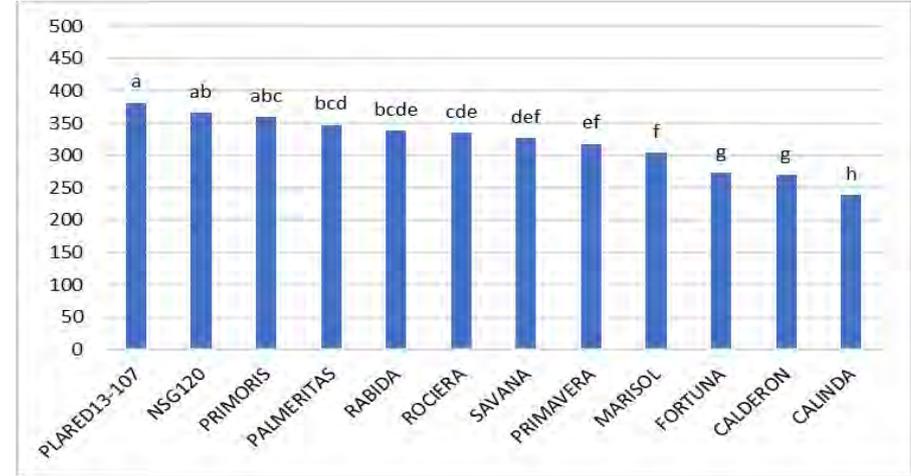
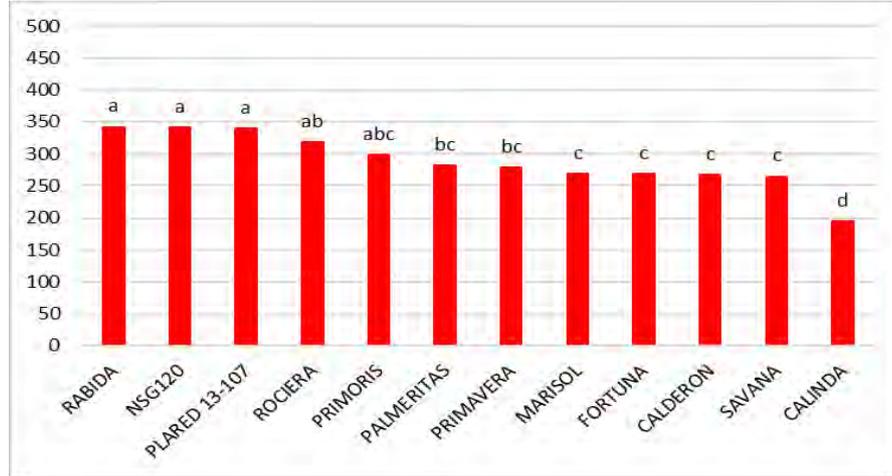
Producción Precoz 1ª categoría (g/planta)

Convencional Convencional biosolarizado Orgánico Sin suelo 

Producción Total 1ª categoría (g/planta)

Convencional Convencional biosolarizado Orgánico Sin suelo 

Firmeza del fruto (g presión)



Convencional



Convencional biosolarizado



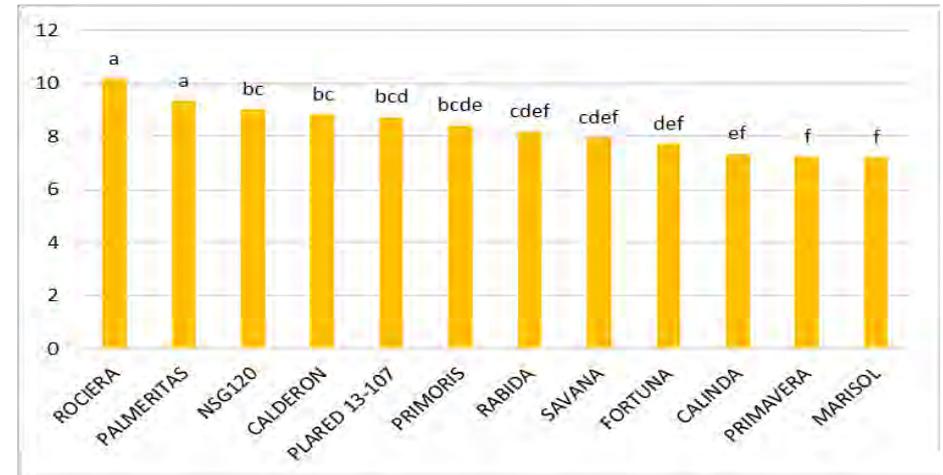
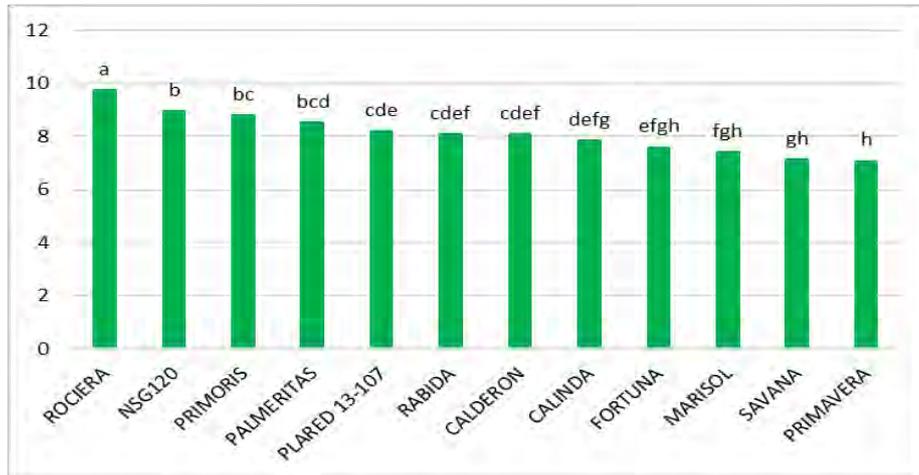
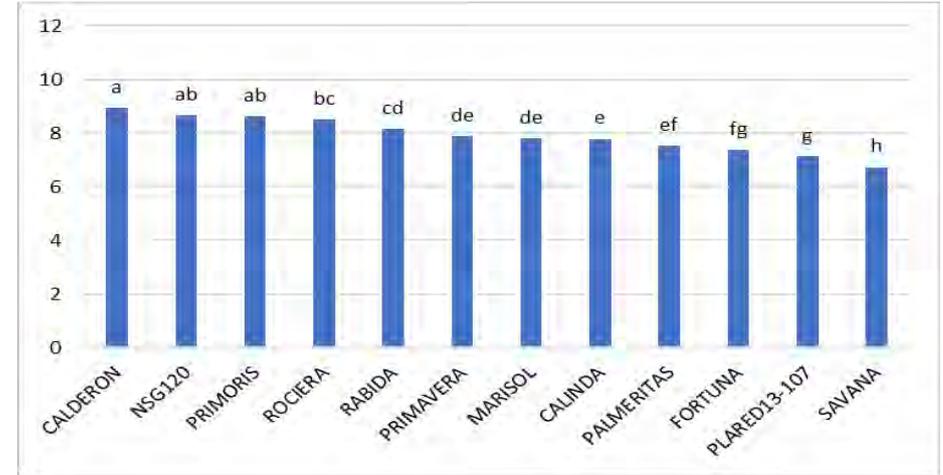
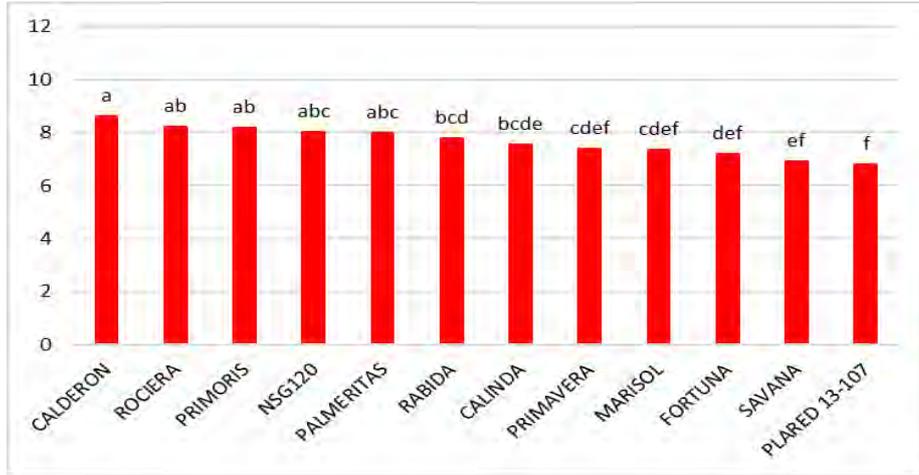
Orgánico



Sin suelo



Contenido en sólidos solubles (°Brix)

Convencional Convencional biosolarizado Orgánico Sin suelo 

SERVIFAPA PLATAFORMA DE ASESORAMIENTO Y TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO AGRARIO Y PESQUERO EN ANDALUCÍA

SERVIFAPA RIEGO BERRY

 ACUICULTURA Y PESCA	 AGROINDUSTRIA	 CULTIVOS HERBÁCEOS	 FRUTALES Y VID	 GANADERÍA Y DEHESA
 HORTICULTURA	 MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	 OLIVAR	 RIEGO	



Búsqueda rápida

Estación experimental 'El Cebollar' (Moguer, Huelva)

- Luis Miranda
- J. Antonio Gómez-Mora

Centros IFAPA de Huelva

- Juan Jesús Medina

Centro IFAPA las Torres (Sevilla)

- Berta de los Santos

Centro IFAPA Málaga

- M. Teresa Ariza
- Cristina Castillejo
- Elsa Martínez-Ferri
- José Federico Sánchez-Sevilla
- Iraida Amaya
- Carmen Soria

Técnicos: Francisco Durán



Muchas gracias por su atención.

Carmen Soria Navarro
Área de Genómica y Biotecnología
Centro IFAPA de Málaga
maria.soria@juntadeandalucia.es





Junta de Andalucía

Consejería de Agricultura, Ganadería,
Pesca y Desarrollo Sostenible

Instituto Andaluz de Investigación
y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria
y de la Producción Ecológica



www.ifapa.es