



ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
SECCIÓN DE INGENIERÍA AGRARIA

Grado en Ingeniería Agrícola y del Medio Rural

**Evaluación agronómica de
variedades de papa en La Laguna**

Ubay Almeida de la Cruz

La Laguna, mayo 2024



**AUTORIZACIÓN DE PRESENTACIÓN DE TFG
INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL**

CURSO: 2023/2024

TUTOR – COORDINADOR: Domingo José Ríos Mesa

TUTOR: Belarmino Santos Coello

Como tutores del alumno Ubay Almeida de la Cruz en el TFG titulado: “Evaluación agronómica de variedades de papa en La Laguna”, damos nuestra autorización para la presentación y defensa de dicho TFG, a la vez que 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.

En San Cristóbal de La Laguna, a 5 de mayo de 2024

Fdo: Domingo J. Ríos Mesa
(Tutor coordinador)

Fdo: Belarmino Santos Coello
(Tutor)

PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE TRABAJO DE FIN DE GRADO

Código Seguro De Verificación	BNUa/TwuTx9Okp/4by/d6w==	Estado	Fecha y hora	
Firmado Por	Belarmino Santos Coello - Jefe de Comarca Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural	Firmado	03/05/2024 14:00:17	
Url De Verificación	https://sede.tenerife.es/verifirma/code/BNUa%2FTwuTx9Okp%2F4by%2Fd6w%3D%3D			
Normativa	Este informe tiene carácter de copia electrónica auténtica con validez y eficacia administrativa de ORIGINAL (art. 27 Ley 39/2015).	Página	1/1	

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.

Su autenticidad puede ser contrastada en la siguiente dirección <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 6384659 Código de verificación: gJVAwTo9

Firmado por: UBAY ALMEIDA DE LA CRUZ
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha 05/05/2024 14:44:52

Domingo José Ríos Mesa
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

05/05/2024 14:51:13



Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a **Domingo José Ríos Mesa** y a **Belarmino Santos Coello** por brindarme la oportunidad de participar en este ensayo y por su inestimable ayuda y paciencia. Al **personal de la escuela** por su participación en el mismo. A todo el **personal docente** de la ULL por formar parte de mi formación, así como al **personal investigador del ICIA**. A **Nuria Álvarez Regalado** por su asesoramiento y ayuda durante el desarrollo de este. A los amigos y compañeros que me han acompañado de principio a fin, **Virgil Calofir, Jaime Dorta Ramos, Camila Albinagorta, Nuzet Núñez Perdomo** y **Rafael Rodríguez de Castro**. Y, por último, un agradecimiento especial a **mis padres y familiares** por su apoyo incondicional a lo largo de todos estos años de formación.

Gracias a todos por hacer posible el haber podido terminar mi formación.



Título: Evaluación agronómica de variedades de papa en La Laguna.

Autor: Almeida de la Cruz, U.

Tutores: Ríos Mesa, D.J.; Santos Coello, B.

Palabras clave: *Solanum tuberosum*, materia seca, calibre, producción comercial, Tenerife.

Resumen:

Se realizó un ensayo de 10 variedades comerciales de papa blanca en regadío en una parcela experimental de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniera, Sección de Ingeniería Agrícola de la Universidad de la Laguna a 565 ms.n.m. El ensayo se realizó en un diseño estadístico en bloques al azar con tres repeticiones y 10 tratamientos, uno por cada cultivar, y transcurrió entre el 11 de marzo de 2022 y el 15 de julio de ese mismo año. Los parámetros analizados fueron, nascencia, senescencia, producción tanto total como comercial, porcentaje de destrío, y porcentaje materia seca de los tubérculos. Búster, Alanis y Chenoa fueron los cultivares más tardíos, mientras que Buffalo y Caledonian Rose los más tempranos. Buffalo además fue el cultivar con mayor producción comercial con más de 6 kg/m², mientras que Skywalker, Apache y Caledonian Rose obtuvieron las más bajas, con producciones entorno a los 4 kg/m². El calibre dominante entre la mayoría de cultivares fue de 60-80 mm salvo Chenoa presentó tubérculos de calibres más pequeños. Buffalo tuvo un importante porcentaje de papas con calibre superior 80 mm, con casi el 35 % del total. El cultivar con el mayor porcentaje de materia seca fue Bermuda con un 24,4%, y el menor Sunlight que no alcanza el 20%.



Title: Agronomic evaluation of potato varieties in La Laguna.

Author: Almeida de la Cruz, U.

Directors: Ríos Mesa, D.J.; Santos Coello, B.

Key words: *Solanum tuberosum*, dry matter, caliber, commercial production, Tenerife.

Abstract:

A trial of 10 commercial varieties of white potatoes under irrigation was carried out in an experimental plot of the Higher Polytechnic School of Engineering, Agricultural Engineering Section of the University of La Laguna at 565 meters above sea level. The trial was carried out in a random block statistical design with three repetitions and 10 treatments, one for each cultivar, and took place between March 11, 2022 and July 15 of that same year. The parameters analyzed were nascence, senescence, both total and commercial production, percentage of spoilage, and percentage of dry matter of the tubers. Buster, Alanis and Chenoa were the latest cultivars, while Buffalo and Caledonian Rose were the earliest. Buffalo was also the cultivar with the highest commercial production with more than 6 kg/m², while Skywalker, Apache and Caledonian Rose obtained the lowest, with productions of around 4 kg/m². The dominant caliber among the majority of cultivars was 60-80 mm except Chenoa presented tubers of smaller calibers. Buffalo had a significant percentage of potatoes with a size greater than 80 mm, with almost 35% of the total. The cultivar with the highest percentage of dry matter was Bermuda with 24,4%, and the lowest Sunlight, which did not reach 20%.



Índice

1	Introducción.....	1
2	Objetivos.....	2
3	Revisión bibliográfica.....	3
3.1	Historia.....	3
3.1.1	Origen del cultivo	3
3.1.2	Introducción de la papa en canarias	3
3.2	Usos, valor nutricional y propiedades de la papa.....	4
3.3	Importancia económica	9
3.3.1	En el mundo.....	9
3.3.2	España	12
3.3.3	Canarias	13
3.4	Taxonomía del cultivo.....	16
3.5	Morfología de la papa.....	19
3.5.1	Parte aérea	19
3.5.2	Parte subterránea.....	23
3.6	Condiciones edafoclimáticas	27
3.6.1	Temperatura.....	27
3.6.2	Luminosidad	28
3.6.3	Suelo y Nutrientes esenciales.....	28
3.7	Desarrollo fenológico del cultivo	31
3.8	Cultivo convencional.....	34
3.8.1	Manejo de la semilla.....	34
3.8.2	Preparación del terreno	34
3.8.3	Fertilización	35
3.8.4	Plantación	36
3.8.5	Asurcado	37
3.8.6	Control de malas hiervas	38
3.8.7	Recolección.....	38
3.8.8	Almacenamiento	39
3.9	Plagas y enfermedades	41
3.9.1	Insectos.....	41



3.9.2	Nematodos	43
3.9.3	Enfermedades víricas	45
3.9.4	Enfermedades bacterianas.....	46
3.9.5	Enfermedades fúngicas	49
3.9.6	Problemas producidos por causas medioambientales.....	53
3.10	Algunas consideraciones sobre la calidad comercial de la papa	64
3.10.1	Definición de la papa.....	64
3.10.2	Disposiciones relativas a la calidad	64
3.10.3	Disposiciones relativas al calibrado	67
4	Materiales y métodos	68
4.1	Localización de la parcela	68
4.2	Datos edafoclimáticos.....	69
4.2.1	Análisis de suelo	69
4.2.2	Análisis de agua de riego	70
4.2.3	Datos climáticos	71
4.3	Material vegetal.....	75
4.4	Diseño experimental.....	76
4.5	Labores culturales.....	78
4.5.1	Preparación del terreno	78
4.5.2	Siembra.....	78
4.5.3	Riegos	79
4.5.4	Aporcados.....	79
4.5.6	Fertilización	79
4.5.7	Recolección.....	80
4.6	Parámetros analizados.....	81
4.6.1	Nascencia.....	81
4.6.2	Senescencia	81
4.6.3	Producciones totales y comerciales	82
4.6.4	Destríos.....	82
4.6.5	Calibres	82
4.6.6	Materia seca generada	82
5	Resultados y discusión	83



5.1	Nascencia	83
5.2	Senescencia.....	84
5.3	Producción	86
5.4	Destríos	87
5.5	Calibres	87
5.6	Materia seca	89
6	Conclusiones	92
7	Conclusions	93
8	Bibliografía.....	94
9	Anexos	98
9.1	Analítica de suelo.....	98
9.2	Analítica de agua.....	99
9.3	Formulario de toma de datos de producciones y destríos	100
9.4	Formulario de toma de datos de materia seca.....	101
9.5	Fichas varietales.....	102
9.5.1	Alanis	103
9.5.2	Apache	104
9.5.3	Bermuda	105
9.5.4	Buffalo	106
9.5.5	Buster	107
9.5.6	Caledonian Rose	108
9.5.7	Chenoa.....	109
9.5.8	Skywalker.....	110
9.5.9	Sunlight.....	111
9.5.10	Red cara.....	112



1 Introducción

La papa es considerada el cuarto alimento más importante del mundo según la FAO. Su importancia es aún mayor en la isla de Tenerife, siendo el tercer cultivo de mayor importancia por detrás del plátano y la viña.

Sin embargo, este sector se ha visto afectado negativamente por múltiples factores. Por un lado, por aquellos intrínsecos al mundo rural como son la falta de relevo generacional y la entrada al mercado de grandes competidores, tanto para consumo interno como para la exportación. Por otro lado, debido a circunstancias locales tales como encontrarse afectada por plagas con condición cuarentenaria, como la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*), por la mala calidad del agua de riego o directamente por el difícil acceso a esta.

Por si fuera poco, en el momento de la realización de este trabajo, nos encontramos en un momento de incertidumbre climática, con fenómenos como la calima, las olas de calor y las rachas de viento más comunes que nunca y con precipitaciones que, o han disminuido o han cambiado su ciclo común.

Por todo esto, la actuación del Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife, y su colaboración con los diferentes agentes e instituciones relacionados con el desarrollo rural, es clave para ofrecer a los agricultores de la isla alguna certidumbre sobre el comportamiento de las futuras producciones en las circunstancias contemporáneas.

Este ensayo busca recopilar y ofrecer información clave sobre el comportamiento de algunas de las nuevas variedades de papa blanca, permitiendo así a los productores tomar mejores decisiones, y a adaptarse a la coyuntura actual del mercado de la papa.



2 Objetivos

Este trabajo tiene como objetivo estudiar el comportamiento de diferentes cultivares de papas comerciales (*Solanum tuberosum* L.) en San Miguel de Geneto, La Laguna, para determinar aquellas que presentan mejores condiciones agronómicas para su cultivo, así como elaborar fichas descriptivas de cada variedad comercial que puedan resultar útiles a productores de semillas y/o a agricultores a la hora de seleccionar las variedades.

Los datos que se generen a partir de este trabajo serán incorporados al ensayo de variedades papa blanca por parte del Agrocabildo de Tenerife para la campaña 2022.



3 Revisión bibliográfica

3.1 Historia

3.1.1 Origen del cultivo

Las papas probablemente se originaron en los Andes, al sur de Perú y en el norte de Bolivia, hace unos 10.000 años. Debido a la orografía accidentada de la zona se establecieron nichos ecológicos que permitió una gran diversidad de cultivares, de entre los cuales se fueron seleccionando aquellos que no presentaban alcaloides en los tubérculos, con estolones cortos y con tubérculos de mayor tamaño y mejor sabor. Esto ha provocado que los Andes sean el centro de mayor variabilidad de especies de papa con más 150 especies silvestres y unas 4.000 cultivares de papa nativas (Ríos et al., 2023).

A pesar de que a día de hoy aún hay una gran incertidumbre sobre la fecha exacta de domesticación del cultivo, Martins (1976) asegura que pudo haber sido en el 5.000 AC a raíz de una evidencia arqueológica encontrada en el Valle de Chilca, Lima. Hawkes(1967), por su parte, asegura que pudo haber ocurrido hace 7.000 años, siendo *S. stenotomum* la primera especie domesticada debido a la gran similitud entre algunos cultivares y especies silvestres(Ríos, 2012; Ríos et al., 2023).

Se cree que la papa llegó a Europa en el siglo XVI tras la conquista de Perú de la mano de los españoles. La diseminación por el continente comenzó en Sevilla, debido a que allí era donde estaba situado el principal puerto con vía de comunicación con América (González, 2019).

3.1.2 Introducción de la papa en canarias

Se estima que se podría haber realizado en el siglo XVI, entre la década de 1550 y 1560 a raíz de encontrarse lo que es considerada la primera cita sobre papas del archipiélago en el libro “Saudades da Terra”, de Gaspar Frutuoso, en el que se ve emplear el término batata para referirse a la “patata” (Ríos, 2012; Ríos et al., 2023).

Desde su introducción al archipiélago el cultivo de la papa ha sido el principal motor de la producción agrícola e insular, especialmente desde el siglo XVIII hasta finales de los años 60-70. Esto es debido a que una gran parte de la producción es destinada a la exportación, dirigida sobre todo a los mercados británicos, creando un subsector con una importante infraestructura comercializadora (Mendoza, 1996).

A partir de finales de los 70 las exportaciones comienzan a caer bruscamente debido principalmente a la entrada de las islas británicas en la comunidad europea y a la apertura del mercado comunitario a terceros países que competían en el mismo sector (Mendoza, 1996).

Esto provocó un desmantelamiento y decadencia de este sector en las islas con efectos tan profundos que aún son perceptibles hoy en día.



3.2 Usos, valor nutricional y propiedades de la papa

La papa es consumida principalmente en fresco aunque en zonas desarrolladas es más común cultivarlas para su transformación en otros productos.

La papa cruda puede ser troceada para hacer papas fritas, deshidratada y transformada en un ingrediente para la cocina, como en forma de harinas por ejemplo, para la fabricación de alcohol para la creación de bebidas alcohólicas, para la industria farmacéutica o bien para la extracción de almidón (Alonso, 2002).

En la industria el almidón, también conocido como fécula de papa si es extraído de esta, es valorado por sus propiedades de gelatinización, su solubilidad, viscosidad y por su capacidad para la retrogradación. El almidón a su vez puede transformarse en almidón modificado para conferirle nuevas propiedades funcionales como espesante, estabilizador, humectante, aglomerante, anti-humectante, etc. Así como también puede ser transformado en muchos otros subproductos como se muestra en la Figura 1 (Agudelo, 2004).

Además de esto, es usado en otras industrias y sectores como por ejemplo:

- **Industria textil**, para dar una mejor apariencia a las prendas espesando tintos y para facilitar la penetración de pigmentos en el tejido.
- **En minas y explotaciones petrolíferas**, como agente floculante
- **En la fabricación de productos de todo tipo**, como cerillas, ceras, caucho, cuerdas, fieltro de sombreros y fotografías.
- **En la industria energética**, para la producción de energía mediante la fermentación del almidón.

El millo es la fuente industrial principal para la producción del almidón con un 77% del mercado, mientras que la papa es el segundo producto con solo un 10%, seguido de la yuca y el trigo con un 8% y 4% respectivamente (Delgado, 2018). Sin embargo, dada la importancia del tubérculo en países en vías de desarrollo el cultivo de este producto como medio de obtención de almidón debe ser tenido en cuenta.

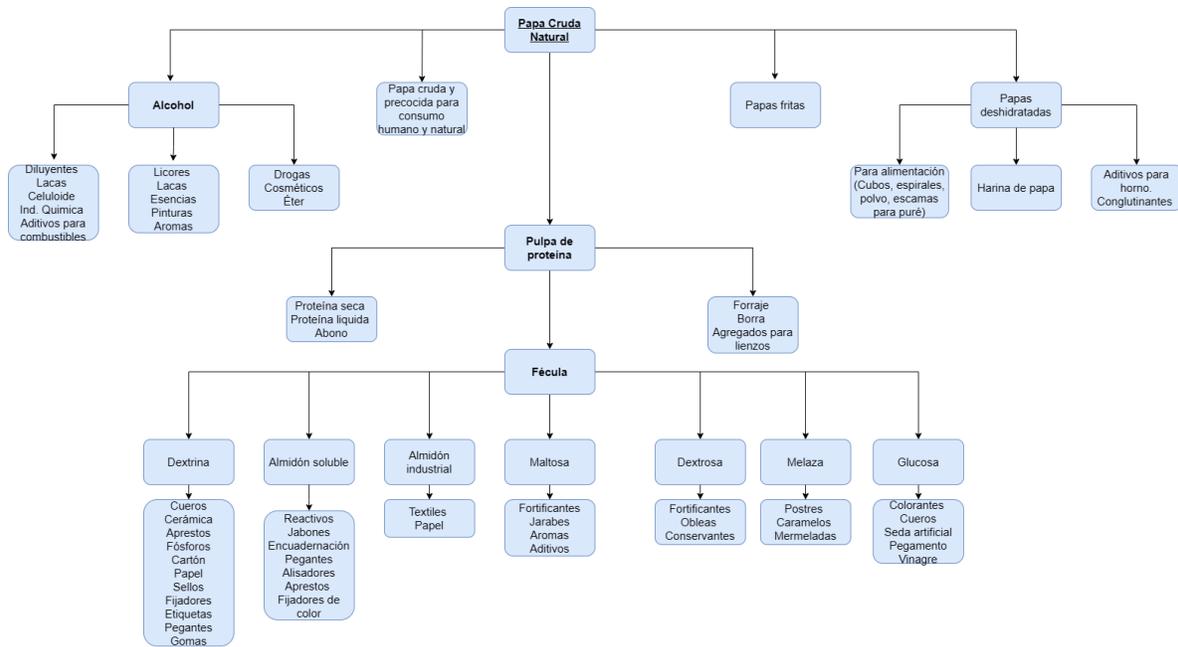


Figura 1. Mapa de la utilización y transformación integral de la papa. **Fuente:** Agudelo (2004)

En cuanto a su valor nutricional, si bien es cierto que aporta una gran cantidad de carbohidratos, la calidad y cantidad de lo mismos varía enormemente entre las formas de preparación tal y como puede verse en Tabla 1 y Tabla 2 (MCGill et al., 2013).

Su materia seca está compuesta principalmente por:

- **Carbohidratos:** Representa el 75% de la materia seca total del tubérculo en forma de almidón. Este es rápidamente digerido por el organismo al consumirlo caliente, si se consume en frío su digestibilidad disminuye.
- **Compuestos de nitrógeno:** Suponen del 3 al 15% de la materia seca total dependiendo de la madurez del tubérculo, a más maduración mayor cantidad. Este nitrógeno proviene en su mayoría de las proteínas presentes, las cuales tienen alta calidad aunque su aportación de metionina, un aminoácido esencial es escasa. El valor proteico de la papa no se ve afectado significativamente al cocinarla, aunque algunos procesos, como sancocharla, tienen un efecto negativo sobre ella.

También entre estos compuestos y en mucha menor medida podemos encontrar glicoalcaloides como chaconina y solanina, comúnmente presentes en la familia de las solanáceas. Estos componentes se encuentran acumulados en la piel de la papa y su impacto en la salud humano aún hoy es debatido.

- **Lípidos:** Representa una parte muy pequeña del total de la papa y solo se tiene en consideración en preparaciones donde esté añadido para cocinarlo, como es en el caso de las papas fritas.
- **Fibra:** La fibra es suministrada por las paredes celulares, especialmente por las del peridermo de la piel.



- **Vitaminas:** La vitamina más significativa es la C por su cantidad y función para la disponibilidad del hierro en sangre, pero también puede encontrarse vitamina A, B6, B2, A, E, y K, tiamina, niacina y ácido fólico .

La vitamina C se pierde a través de la piel del tubérculo al ser cocinada. Esta pérdida es aún mayor llegado incluso al 50% si se consume pelada. Aun así, sigue siendo una cantidad significativa al aporte diario de este nutriente.

- **Minerales:** Los minerales con la mayor concentración en la papa cruda son, de más a menos, el potasio, el fósforo y el calcio, pero también contienen cantidades moderadas de cloro, azufre, magnesio y hierro.
- **Fitoquímicos:** Son productos secundarios del metabolismo de la planta, muchos de los cuales están relacionados con la salud humana en forma de antioxidantes. Varían en proporción enormemente entre variedades pero podemos destacar las antocianinas, ácidos fenólicos, ácidos clorogénicos por tener su efectos en la salud pero también contiene otros como catequina, ácido cafeico, ácido ferúlico, ácido gálico y malvidina.

Dentro de los fitoquímicos se les atribuyen a las distintas sustancias presentes los siguientes beneficios para la salud:

- **Actividad antioxidante,** atribuido a las antocianinas las cuales son las que pigmentan con colores rojo y morado la piel y la carne de la papa.
- **Propiedades anticancerígenas,** atribuida al ácido clorogénico el cual es el fenol predominante en la papa así como en otras solanáceas
- **Capacidad reductora de glucosa en sangre,** atribuido a todos los fenoles presentes en la papa.
- **Efectos sobre el colesterol,** debido a la acción de algunos fenoles como el ácido clorogénico.



Tabla 1. Contenido de macronutrientes en 100g de papa en 3 métodos comunes de preparación. **Fuente:** McGill et al. (2013).

Macronutrientes				
Nutrientes	Unidades	Horneada con piel	Sancochada con piel	Papas congeladas al horno fritas hechas
Agua	g	74,45	76,98	61,51
Calorías	kcal	97	87	172
Calorías	kJ	406	364	720
Proteínas	g	2,63	1,87	2,66
Lípidos	g	0,13	0,10	5,22
Carbohidratos	g	21,44	20,13	28,71
Fibra	g	2,3	1,8	2,6
Azúcares	g	1,08	0,87	0,28
Ácidos grasos saturados	g	0,034	0,026	1,029
Ácidos grasos monoinsaturados	g	0,003	0,002	3,237
Ácidos grasos poliinsaturados	g	0,056	0,043	0,321
Colesterol	mg	0	0	0



Tabla 2. Contenido de micronutrientes en 100g de papa en 3 métodos comunes de preparación. **Fuente:** McGill et al. (2013).

Micronutrientes					
Nutrientes	Unidades	Horneada con piel	Sancochada con piel	Papas congeladas al horno	fritas hechas
Vitamina C	mg	8,3	13	13,3	
Tiamina	mg	0,067	0,106	0,128	
Vitamina B2	mg	0,048	0,020	0,031	
Niacina	mg	1,348	1,439	2,218	
Vitamina B6	mg	0,354	0,299	0,184	
Ácido fólico	µg	26	10	28	
Vitamina A, RAEd	µg RAE	1	0	NA	
Vitamina A, lua	mg	10	3	NA	
Vitamina E	mg	0,07	0,01	0,11	
Vitamina K	µg	2,0	2,1	2,5	
Calcio	mg	18	5	12	
Hierro	mg	1,07	0,31	0,74	
Magnesio	mg	30	22	26	
Fosforo	mg	71	44	97	
Potasio	mg	550	379	451	
Sodio	mg	14	4	32	
Zinc	mg	0,35	0,30	0,38	



3.3 Importancia económica

3.3.1 En el mundo

A pesar de que la papa es considerada generalmente como un cultivo para clima templado también puede encontrarse en zonas tropicales y subtropicales, cultivándose y manteniendo una producción significativa en más de 100 países alrededor del mundo (Jarén, 2017).

Es considerado el cuarto alimento más importante a nivel mundial en términos de seguridad alimentaria debido a su alto contenido en almidón. Por encima de este se encuentra el mijo, el trigo y en el primer puesto, el arroz (FAO, 2008)

El comportamiento que ha tenido la papa a nivel mundial en las últimas décadas ha sido variable. Desde que se tiene registro, los mayores productores y consumidores de papa han sido los países europeos, América y países de la antigua unión soviética. Sin embargo, a inicios de la década de 1990 países en vías de desarrollo de Asia y África comenzaron a aumentar considerablemente su producción y demanda a la par que disminuía en los países europeos (FAO, 2008).

A continuación, se presentarán unos gráficos con la intencionalidad de exponer la actualidad del comercio mundial de la papa. Estos han sido elaborados según las bases de datos de la FAO (Siglas de “Food and Agriculture Organization of the United Nations” o en español: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) en los cuales se encuentran registros de casi 200 países desde 1961 hasta el día de hoy.

Su evolución a nivel mundial, como podemos ver en la Figura 2, sigue un comportamiento más o menos predecible a pesar de los picos. El área mundial de cultivo aumenta mientras que la producción, en distintas etapas temporales, crece o no se ve afectada en absoluto. Esto es probablemente debido a los avances en técnicas de cultivos y en el desarrollo de maquinaria más eficiente así como la entrada al mercado de variedades más productivas.

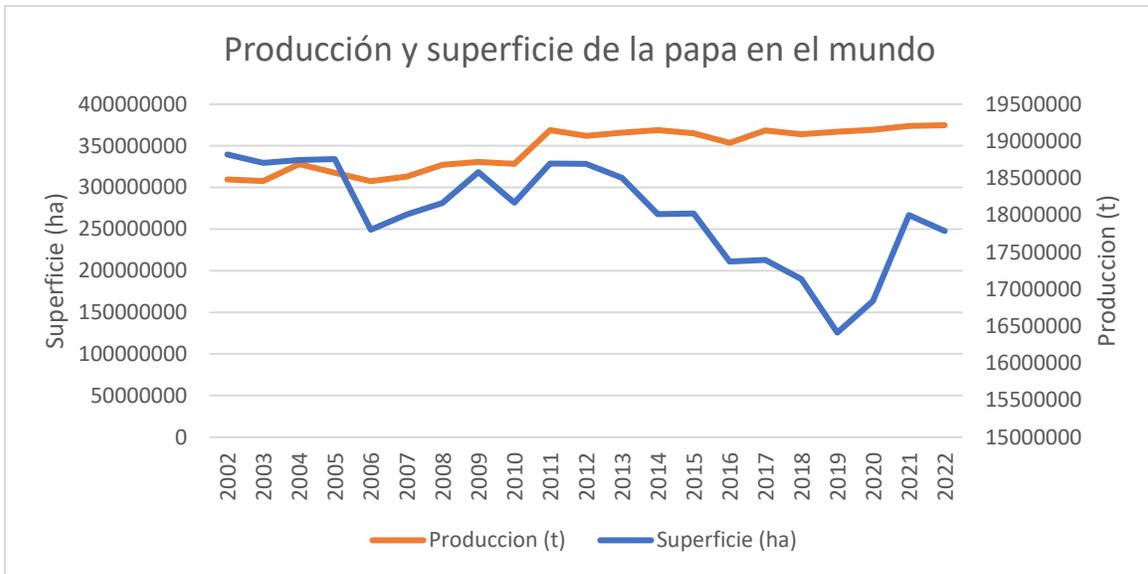


Figura 2. Gráfico con la evolución de la superficie (ha) y la producción (t) de la papa en el mundo. Fuente: FAO(2023)

En la actualidad, la producción mundial está distribuida de la siguiente manera: Asia con aproximadamente un 44%, Europa con un 37%, América con un 13%, África con un 6% (FAO, 2023).

Los principales países productores de papa se presentan en la Figura 3 ocupando actualmente el primer lugar China, con una producción de 95,57 millones de toneladas, seguida de India con 56,18 millones y en tercer lugar a Ucrania con 20,89 millones, muy cercano a Rusia con casi 18,88 millones. España se encuentra actualmente muy por debajo de estos números produciendo apenas 1,88 millones (FAO, 2023).

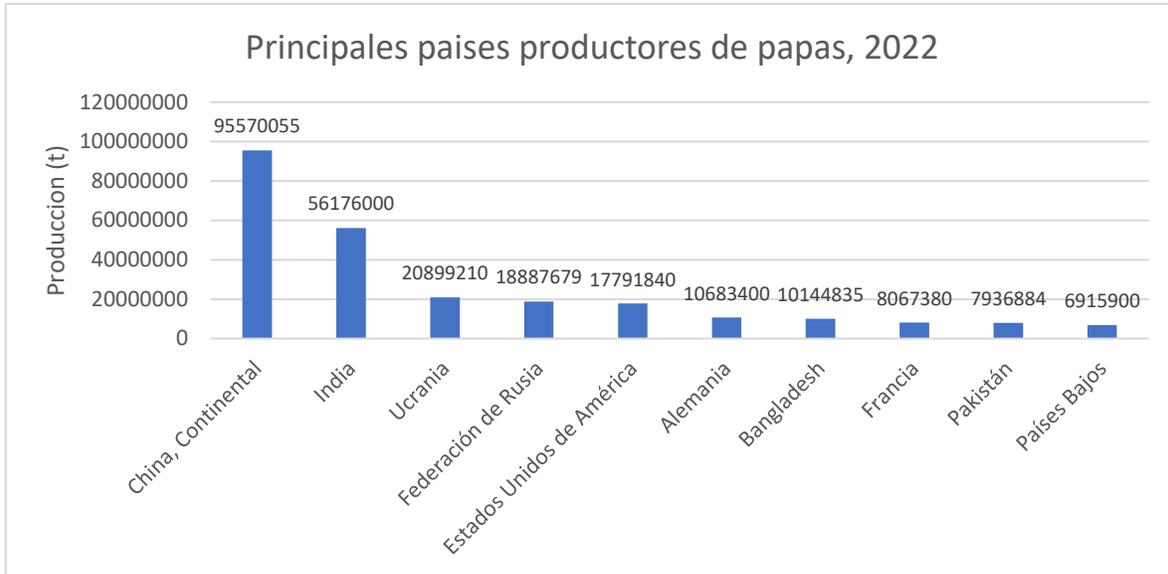


Figura 3. Gráfico de los principales países productores de papa. **Fuente:** FAO (2023).

En la Figura 4 podemos apreciar los países con las mayores importaciones. En primer lugar está Bélgica con 3,45 millones de toneladas, seguido de Países Bajos con casi la mitad, 1,68 millones y en tercer lugar España con 1,05 millones. A destacar que a pesar de que Estados Unidos, Alemania y Rusia son de los principales productores de papa del mundo también lo son en las importaciones a nivel mundial. Esto es debido a la alta demanda y consumo de este cultivo en esos países, tanto para el consumo directo, como para la industria del procesado de papas.

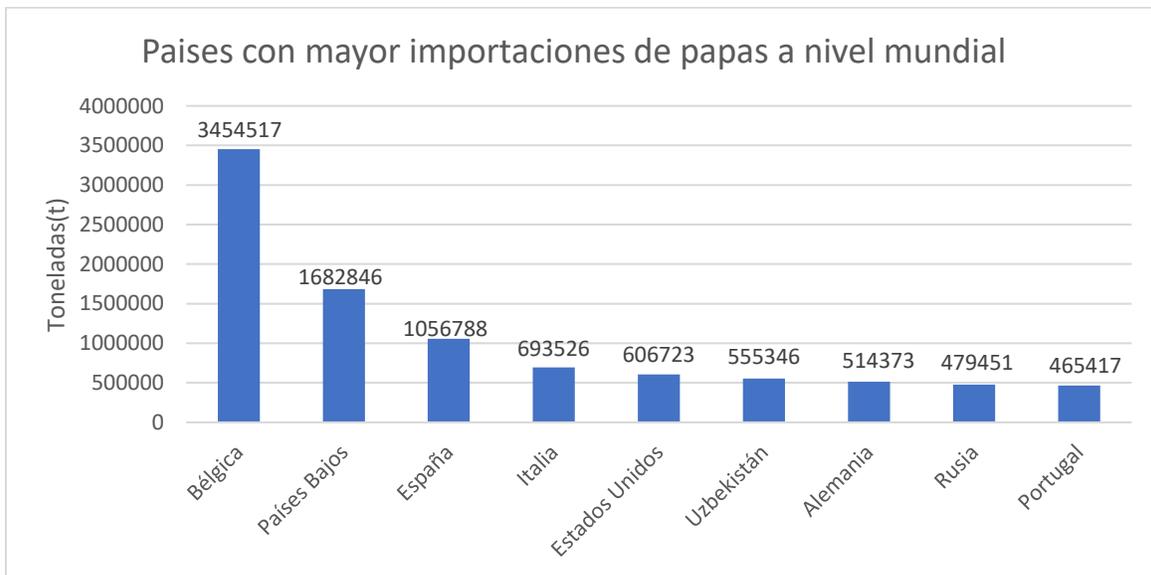


Figura 4. Gráfico con los mayores importadores mundiales de papa. **Fuente:** FAO (2023).

En la Figura 5 encuentran ordenados de mayor a menor los principales exportadores de papas. En primer lugar, esta Francia con 2,87 millones, seguido por Países Bajos, 2,52 millones y Alemania con 2,14 millones. A destacar el caso de Francia, Alemania y Países Bajos: el primero por ser uno de los grandes productores mundiales de papas y también el principal exportador de la misma,



esto puede ser debido a que casi toda su producción va destinada para la exportación a terceros países, y el de los otros dos por encontrarse en el top mundial, tanto como productores como por importadores y exportadores.

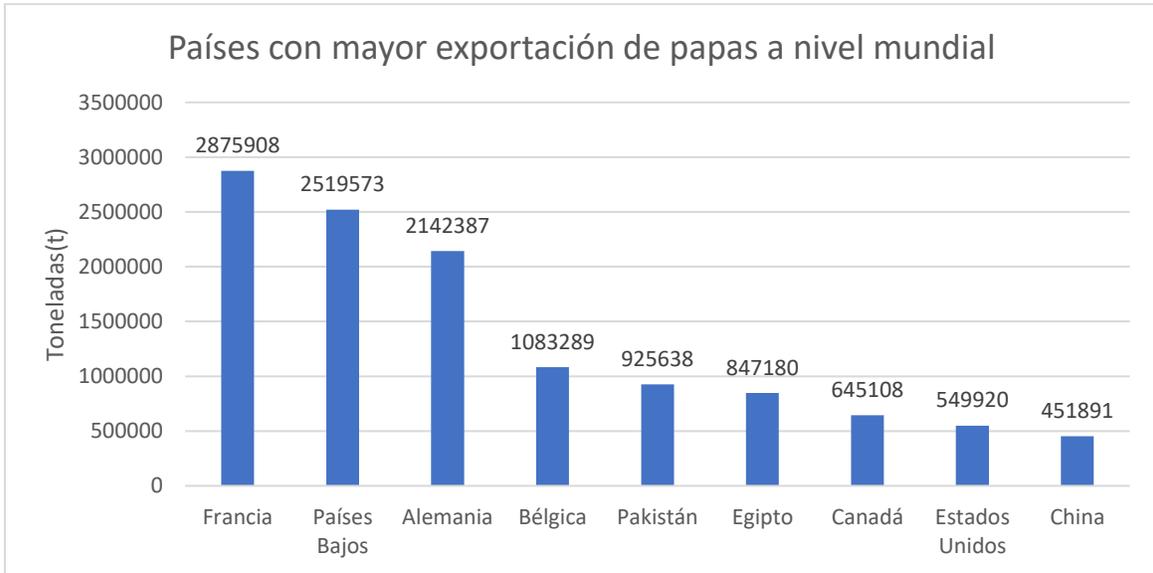


Figura 5. Gráfico con los mayores exportadores mundiales de papa. **Fuente:** FAO (2023).

3.3.2 España

Como ya hemos visto, España en producción de papa no es capaz de competir con los principales productores mundiales. Ocupa un discreto puesto 83 en el top mundial con apenas 1,88 millones de toneladas en 2023 (FAO, 2023).

A pesar de esto, dentro del entorno europeo, España se encuentra en un respetable 7º lugar por superficie cultivada, con unas 61.910 hectáreas, y en 8º lugar de producción con 1,97 millones de toneladas como puede apreciarse en la Figura 6.

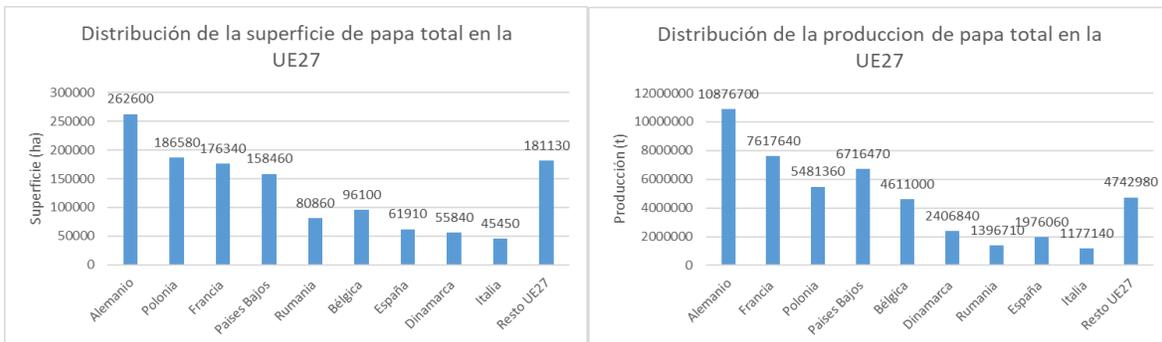


Figura 6. Superficie (ha) y producción (t) de papa de los principales países productores de la UE. **Fuente:** MAPA (2023).



Cabe mencionar que la superficie dedicada a este cultivo en España lleva disminuyendo desde principios de los 90 al igual que los países de su entorno. En la actualidad esa tendencia decreciente se mantiene, pero sin ser tan acentuada. A lo largo del 2023 las disminuciones con respecto al año pasado han sido de tan solo del 2,2 %, pero del 12,51 % aproximadamente con respecto a 2017, tan solo 6 años antes, aunque tan solo de un 5 % para con respecto a la media (Figura 7 izquierda).

Las circunstancias son similares para la mayoría de las Comunidades Autónomas, a excepción del País Vasco y la Comunidad Valenciana, que aumentan de manera significativa. Las comunidades con más hectáreas dedicadas a la papa siguen siendo Galicia y Castilla León (Figura 7 derecha).

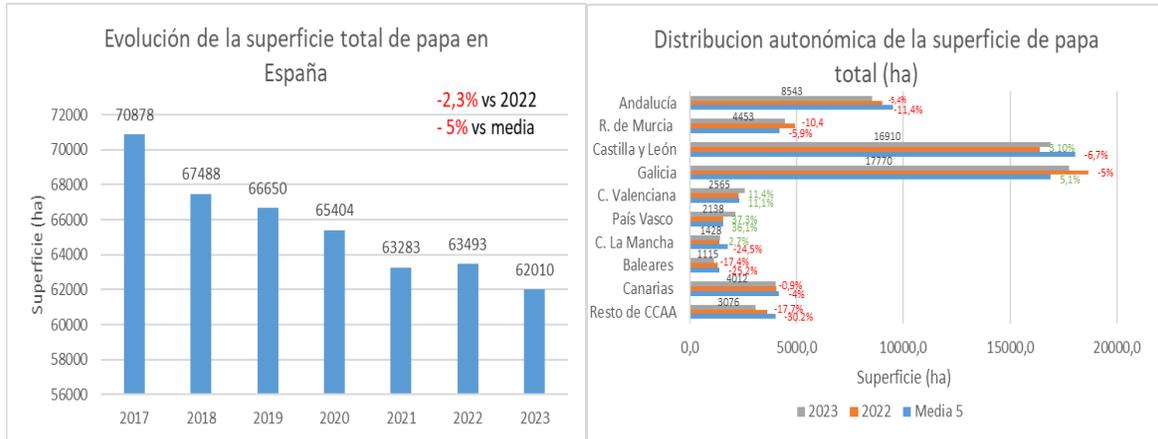


Figura 7. Superficie de cultivo (ha) por años en España y superficie total (ha) por comunidad autónoma con porcentajes en base al año 2023. **Fuente:** MAPA (2023).

En cuanto a la producción, esta se ha visto incrementada con respecto al año anterior, aunque aún por debajo de la media, seguramente debido al gran aumento que ha tenido la comunidad valenciana y el País Vasco (Figura 8).

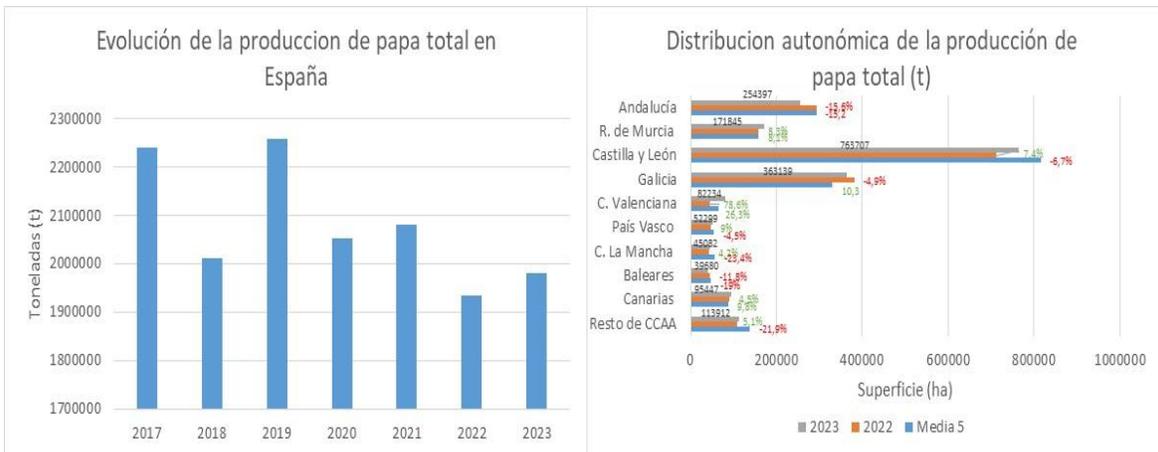


Figura 8. Producción total (t) por años en España y producción total (t) por comunidad autónoma con porcentajes en base al año 2023. **Fuente:** MAPA (2023)

3.3.3 Canarias



La papa tiene un fuerte arraigo en la cultura canaria, siendo el tercer cultivo con mayor superficie productiva, por debajo de la vid y el plátano. Tal y como se observa en la Figura 9, desde 2012 hasta 2015 la superficie dedicada al cultivo de la papa se fue incrementando, pero sin afectar positivamente a la producción. A partir de ese año la superficie disminuyó constantemente, con fuertes variaciones en la producción hasta llegar a 2018, desde entonces la disminución de la superficie que se produce anualmente no es significativa (ISTAC, 2023).

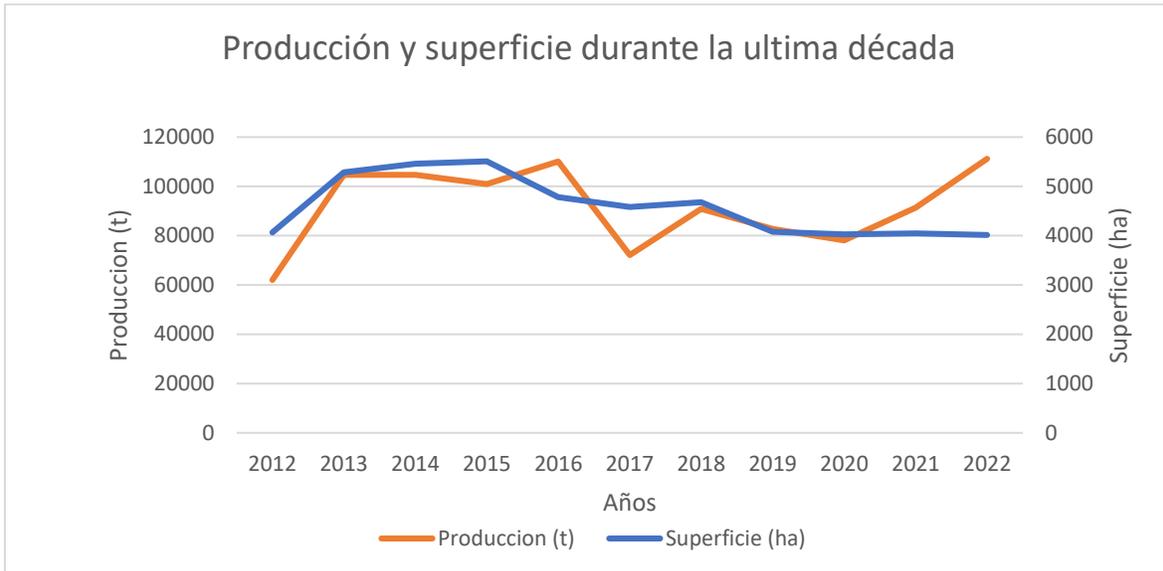


Figura 9. Gráfico comparativo entre superficie (ha) y producción (t) de papas en canarias. **Fuente:** ISTAC (2023).

La mayor parte de la producción se sitúan principalmente en las islas de Tenerife y Gran Canaria, seguidas de La Palma, La Gomera, Fuerteventura, Lanzarote y en último lugar, El Hierro. El mayor tipo de papa producida es papa temprana, seguido de extratemprana, siendo minoritarias las papas tardías y de media estación. Estos datos están recogidos en la Figura 10 (ISTAC,2023).

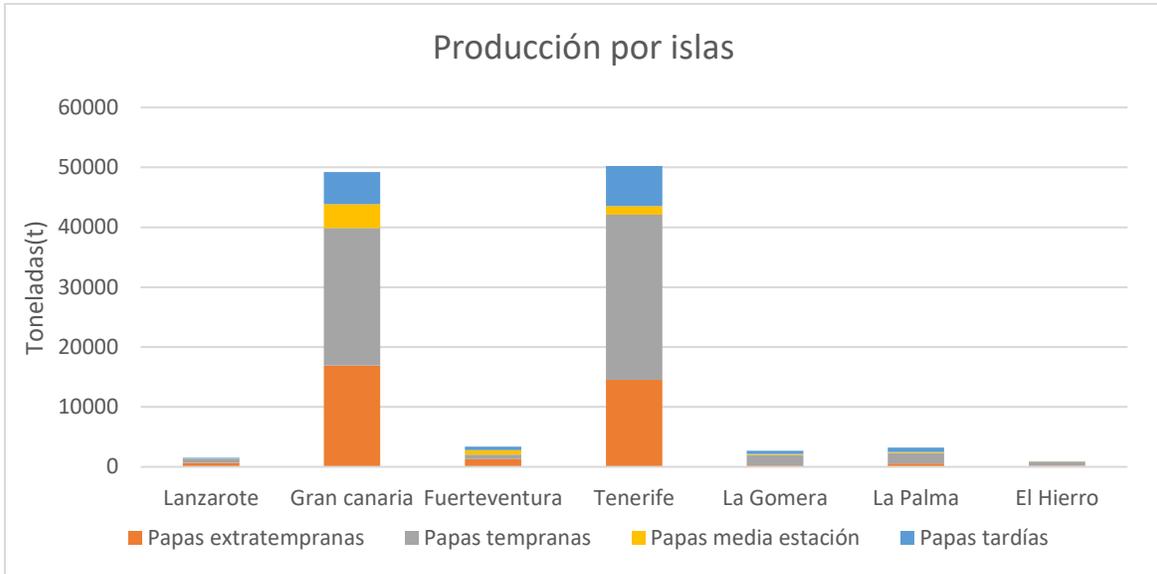


Figura 10. Producción de papas (t) por islas. **Fuente:** ISTAC (2023).



3.4 Taxonomía del cultivo

La planta de la papa pertenece al género *Solanum*, clasificado dentro de la familia de las solanáceas. Dentro de este género podemos encontrar más de mil especies, de entre las cuales muchas tienen interés agronómico como pueden ser la berenjena (*Solanum melongena*) o el tomate (*Solanum lycopersicum*) así como otras más que comparten únicamente la misma familia como el pimiento (*Capsicum* sp.) o el tabaco (*Nicotiana tabacum*) (Harris, 2012).

Debido a su importancia como cultivo, la papa ha atraído la atención de los científicos a lo largo de su historia, lo que ha hecho que se genere una gran cantidad de referencias literarias sobre su clasificación taxonómica.

La primera clasificación de esta viene de la mano de Linneo en 1753, quien incluyó a la papa dentro de la familia de las solanáceas con el nombre de *Solanum tuberosum* L. en su libro “species Plantarum” basándose en material de especies no cultivables de papas (van den Berg & Groendijk-Wilders, 2014).

Posteriormente los taxónomos rusos Juz y Bukasov (1971) dividieron el cultivo en hasta 18 especies cultivadas, describiendo además cientos de taxones infraespecíficos. Más tarde, Ochoa (1990) redujo este número a 9 especies cultivadas pero ampliando los taxones infraespecíficos con el objetivo de registrar las variedades locales de Bolivia (van den Berg & Groendijk-Wilders, 2014).

Dodds (1962) por su parte, tras observar la falta de clasificación morfológica de las especies cultivadas, mantuvo sólo los híbridos *Solanum* × *curtilobum* y *Solanum* × *juzepczukii* a nivel de especie y propuso cinco grupos dentro de *S. tuberosum*: Grupo Stenotomum (2×), Grupo Phureja (2×), Grupo Chaucha (3×), Grupo Andigena (4×) y Grupo Tuberosum (4×). Mientras, Hawkes (1990) enumeró siete especies: *Solanum ajanhuiri* Juz. & Bukasov, *S. chaucha* Juz. & Bukasov, *S. curtilobum* Juz. & Bukasov, *S. juzepczukii* Buk., *S. phureja* Juz. y Bukasov, *S. stenotomum* Juz. & Bukasov y *S. tuberosum* L., con subespecies dentro de *S. phureja*, *S. stenotomum* y *S. tuberosum*.

Más recientemente, Huaman y Spooner (2002) ampliaron la clasificación de Dodds (1962), y clasificaron todas las papas cultivadas dentro de una sola especie *S. tuberosum*, con ocho grupos de cultivares: Ajanhuiri, Andigenum, Chaucha, Chilotanum, Curtilobum, Juzepczukii, Phureja y Stenotomum. Tan sólo 5 años después, Spooner (2007) realizó una reclasificación de las papas cultivadas en cuatro especies: *tuberosum* con dos grupos de cultivares (el grupo Andigenum de genotipos de las tierras altas andinas que contienen diploides, triploides y tetraploides, y el grupo Chilotanum de variedades tetraploides nativas de las tierras bajas de Chile); *S. ajanhuiri* (diploide); (3) *S. juzepczukii* (triploide) y *S. curtilobum* (pentaploide). En la Tabla 3 se recogen estas diferencias en la clasificación de la especie de la papa cultivada.



Tabla 3 Especies cultivadas de la papa basada en la elaborada por Ríos (2002) y Ríos et al. (2023).

Ploidía	Bukasov (1971), Lechnovich (1971)	Dodds (1962)	Huaman & Spooner (2002)	Hawkes (1990)	Ochoa (1990, 1999)
2x	<i>S. ajanhuiri</i> Juz. y Bukasov <i>S. cañarensis</i> Juz. y Bukasov <i>S. erlansonii</i> Bukasov <i>S. goniocalix</i> Juz. y Bukasov <i>S. macmillanii</i> Bukasov <i>S. phureja</i> Juz. y Bukasov <i>S. rybinii</i> Juz. y Bukasov <i>S. stenotomum</i> Juz. y Bukasov	<i>S. tuberosum</i> Grupo Stenotomum Subgrupo Goniocalyx Subgrupo Stenotomum Grupo Phureja Subgrupo Amarilla Subgrupo Phureja	<i>S. tuberosum</i> Grupo Stenotomum Subgrupo Goniocalyx Subgrupo Stenotomum Grupo Phureja Subgrupo Amarilla Subgrupo Phureja	<i>S. ajanhuiri</i> <i>S. stenotomum</i> <i>S. phureja</i>	<i>S. x ajanhuiri</i> <i>S. goniocalix</i> <i>S. stenotomum</i> <i>S. phureja</i>
3x	<i>S. boyacense</i> Juz y Bukasov <i>S. chaucha</i> Juz. y Bukasov <i>S. chocclo</i> Bukasov <i>S. ciezae</i> Bukasov y Lechn <i>S. cuencanum</i> Juz. y Bukasov <i>S. juzepczukii</i> Bukasov <i>S. mamilliferum</i> Juz. y Bukasov <i>S. tenuifilamentum</i> Juz. y Bukasov	<i>S. tuberosum</i> Grupo Chaucha <i>S. x juzepczukii</i>	<i>S. tuberosum</i> Grupo Chaucha <i>S. x juzepczukii</i>	<i>S. chaucha</i> <i>S. juzepczukii</i>	<i>S. x chaucha</i> <i>S. x juzepczukii</i>
4x	<i>S. andigenum</i> Juz. y Bukasov <i>S. molinae</i> Juz. <i>S. leptostigma</i> Juz <i>S. tuberosum</i> L.	<i>S. tuberosum</i> Grupo Andigena Grupo Tuberosum	<i>S. tuberosum</i> Grupo Andigena Grupo Tuberosum Grupo Ajanhuiri Grupo Chaucha Grupo Chilotanum Grupo Curtilobum Grupo Juzepczukii Grupo Phureja Grupo Stenotomum	<i>S. tuberosum</i> ssp. <i>andigena</i> ssp. <i>tuberosum</i>	<i>S. tuberosum</i> ssp. <i>andigena</i> ssp. <i>tuberosum</i> <i>S. hygrothermicum</i>
5x	<i>S. curtilobum</i> Juz. y Bukasov	<i>S. x curtilobum</i>	<i>S. x curtilobum</i>	<i>S. curtilobum</i>	<i>S. x curtilobum</i>



La clasificación taxonómica según Hawkes (1990) es la siguiente:

- **Reino:** Plantae.
- **División:** Tracheobionta.
- **Clase:** Magnoliopsida.
- **Subclase:** Asteridae.
- **Orden:** Solanaceas.
- **Familia:** Solanaceae.
- **Género:** *Solanum*.
- **Especie:** *Solanum tuberosum*.

Dentro de esta especie a su vez podemos encontrar dos subespecies: *Solanum tuberosum* spp *andigena* y *Solanum tuberosum* spp *tuberosum*. La diferencia entre ambas es mínima, lo más importante a destacar es que *solanum tuberosum* spp *andigena* depende de un fotoperiodo corto para tuberizar mientras que *solanum tuberosum* spp *tuberosum* de uno largo.

Cabe mencionar también que existe otra especie dentro del género *Solanum* que genera tubérculos comerciales, *Solanum chaucha*, que es la que produce las papas negras en Canarias.



3.5 Morfología de la papa

La papa es una planta dicotiledónea herbácea anual, aunque debido a su capacidad para reproducirse mediante tubérculos puede considerarse que es perenne (Alonso,2002). Esta provista de un sistema aéreo formado por tallo, hojas, flores y frutos y de otro subterráneo constituido por raíces tubérculos y brotes (Figura 11).

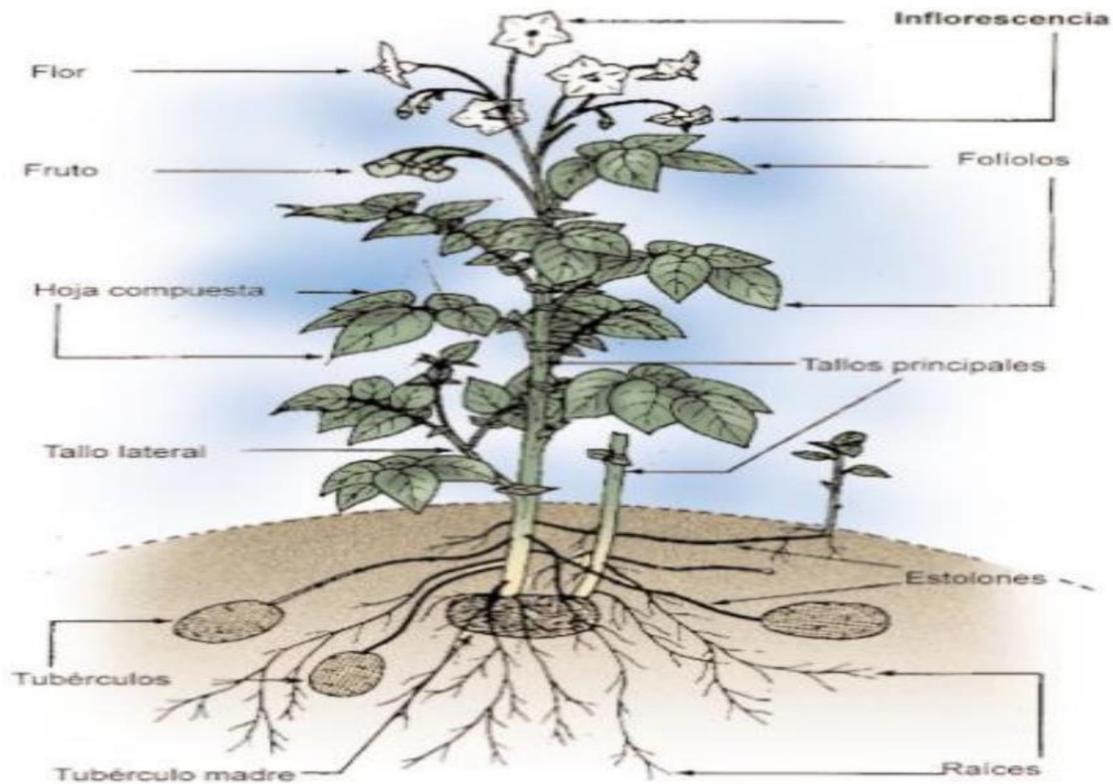


Figura 11. Partes de la planta. **Fuente:** Alonso (2002).

A continuación, la descripción de los mismos:

3.5.1 Parte aérea

- **Tallo:** Se originan en las yemas del tubérculo madre y son gruesos, fuertes y angulosos, pudiendo alcanzar una altura al momento de máximo desarrollo entre 0,6 y 1 m(Ríos & Santos, 2023).

Los tallos son herbáceos, aunque en etapas avanzadas del desarrollo puede presentar lignificación en la parte inferior. Son de color verde, tienden a ramificarse y el corte de su sección transversal es hueco y triangular. Se considera tallo principal de la planta a aquel que crece directamente del tubérculo madre (Ríos & Santos, 2023).



Se consideran tallos secundarios a aquellas ramas que salen directamente del tallo principal. Estos pueden llegar a salir muy cerca del tubérculo madre y puede ocurrir que la formación de este o la producción de estolones y tubérculos sea parecida a la del tallo principal o bien que se desarrollen ramas sucesivamente durante el crecimiento de la planta (Ríos & Santos, 2023).

Los tallos que genere la planta comenzaran siendo erguidos, pero con el tiempo pueden ir haciéndose sucesivamente más rastreros. Los estolones de la papa son tallos subterráneos modificados y especializados para la reproducción (Alonso,2002).

Las yemas de los tallos a la altura de la axila de las hojas pueden dar lugar a tallos laterales, estolones, inflorescencias e incluso a tubérculos aéreos en determinadas circunstancias (Alonso,2002).

- **Hojas:** Compuestas imparipinnadas, pueden ser de nueve o más foliolos y con un tamaño en proporción a la lejanía del nudo de inserción, siendo mayor cuanto más se aleje de este (Ríos & Santos, 2023).

Se componen de un peciolo con un foliolo terminal, foliolos secundarios y puede llegar a presentar incluso terciarios. Tras desarrollar de 6 a 9 hojas puede comenzar a presentar botones florales en todas o en algunas ramas apicales (Ríos & Santos, 2023).

Las hojas presentan tricomas en gran densidad en las más jóvenes pero que se van dispersando debido al crecimiento progresivo de los tejidos de estas. Estos tricomas pueden ser de dos tipos, uno que exuda aceite volátil y otro que contiene proteínas cristalizadas. Los tricomas de especies salvajes de solanáceas parecen conceder resistencia parcial a los ataques de áfidos al exudar un líquido en donde quedan sumergidos hasta morir, sin embargo, esto no ocurre con las especies domesticadas de la papa (Cutter, 1978).

Las secciones del tallo se dividen en hasta tres niveles, representados en la Figura 12. El primero va desde la parte baja del mismo hasta la primera flor, incluyendo las hojas. El segundo nivel abarca desde la primera generación de flores hasta la segunda y el tercero entre la segunda y la tercera generación de flores (Alonso,2002).

A pesar de lo descrito la variabilidad varietal juega un papel importante en la forma, número, tamaño, densidad de tricomas y en hasta en el color de los foliolos.

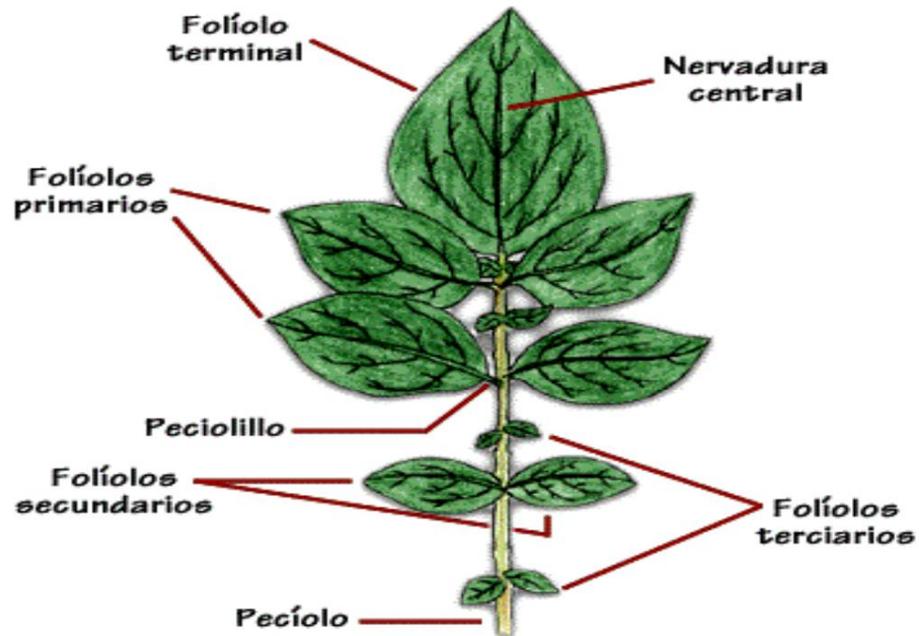


Figura 12. Esquema de hojas de la planta de la patata. **Fuente:** Alonso (2002).

- **Flores:** Se encuentran agrupadas en inflorescencias cimosas que se desarrollan en la extremidad de los tallos. Las flores se componen de cinco pétalos unidos en sus bordes dando una forma de estrella a la corola y con colores variados entre el blanco y el morado. Estas tienen un estilo y estigma simples y el ovario bilocular. (Alonso,2002). Se consideran autógamas, llevándose a cabo su polinización comúnmente por el viento. El número de flores varía enormemente entre variedades, así como el número de frutos. Sus partes se encuentran representadas en la Figura 13.

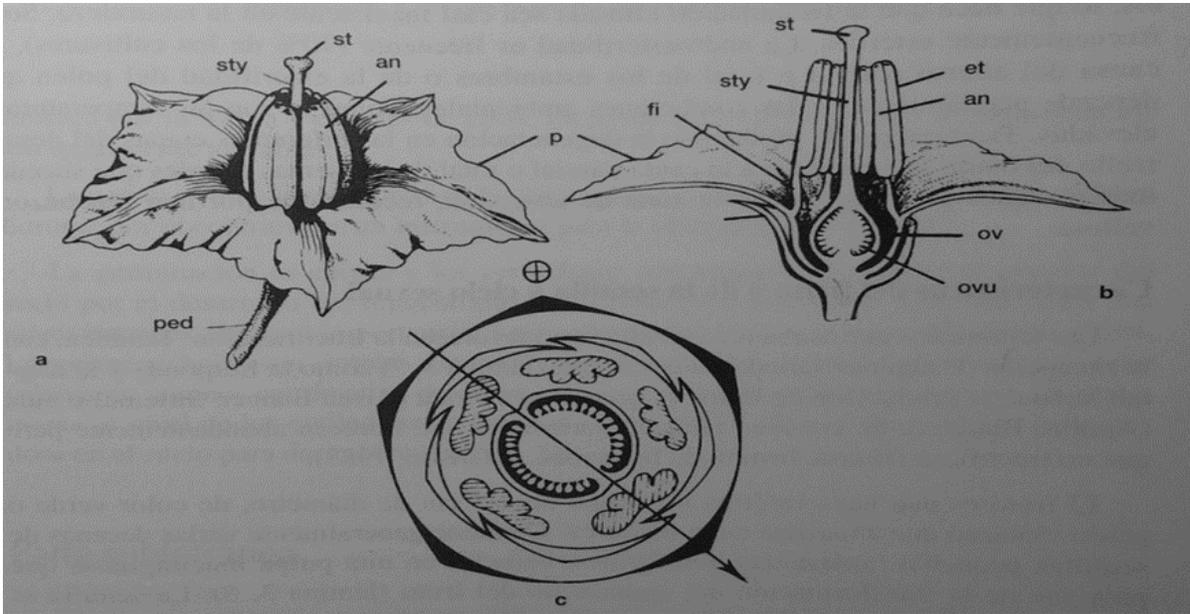


Figura 13. Estructura floral de la papa: a) Vista general. b) Corte longitudinal y c) diagrama floral. **Fuente:** Ríos & Santos (2023).

- **Frutos:** El fruto maduro es una baya de forma oval o redonda de 1 a 3 cm de diámetro de colores que van desde el verde hasta al amarillo, aunque también puede encontrarse de color violeta. Consta cadenas de dos cavidades o lóculos en donde se alojan las semillas verdaderas, las cuales varían enormemente en número pudiendo haber 300 o directamente ninguna (Ríos & Santos, 2023).
- **Semilla verdadera:** De germinación epigeal, esto significa que los cotiledones emergen del suelo por alargamiento del hipocótilo. Las primeras hojas en aparecer son ovaladas y con pelos. Con tan solo unos centímetros de altura comienzan a aparecer estolones en las axilas de los cotiledones (Figura 14), que inmediatamente se introducen en el suelo y comienzan a formar pequeños tubérculos (Cutter,1978)

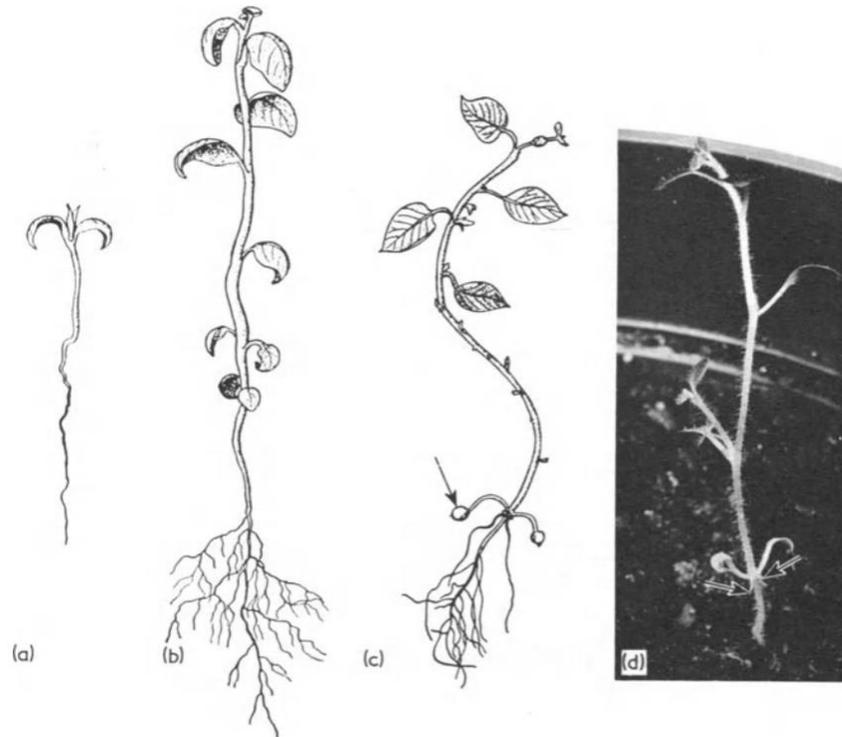


Figura 14. Desarrollo de la plántula de la papa: **a)** Planta recién nacida de semilla, **b)** Formación de raíces laterales, **c)** Formación de tubérculo y **d)** Planta formando estolones **Fuente:** Cutter (1978)

3.5.2 Parte subterránea

- **Raíces:** Ramificadas, finas y largas. En las primeras etapas crecen cerca de la superficie y tras alcanzar cierta distancia comienzan a profundizar en el suelo, no superando normalmente los 40 o 50 cm, aunque si este es mullido puede alcanzar hasta 1 metro de profundidad (Ríos & Santos, 2023).
- **Tubérculos:** Es el órgano comestible de la planta y la principal razón de su cultivo. Están especializados en el almacenamiento de sustancias de reserva y en la reproducción asexual. Son subterráneos, aunque en ocasiones pueden observarse la formación de estos en la parte aérea de las plantas, principalmente debido a daños mecánicos o causados por alguna plaga que bloquea el transporte de productos de asimilación a los tubérculos. Suponen además el 75-80% de la materia seca generada por la planta (Alonso, 2002).

Los tubérculos se forman en el extremo de los estolones subterráneos debido a la acumulación de las sustancias de reserva y a la rápida división celular. Una vez acaba su desarrollo la unión del tubérculo con la planta muere si es que no es recolectado antes de que esto suceda (Ríos & Santos, 2023).



La composición de los tubérculos es variable, estando muy relacionado con la variedad y las condiciones de desarrollo de la planta. De manera sesgada Alonso (2002) nos da unos valores medios de su composición en fresco, siendo esta de:

- **Agua:** 65-85%.
- **Hidratos de carbono:** 15-28%.
- **Proteínas:** 1-4%.
- **Grasas:** 0,05-0,9%
- **Cenizas:** 0,5-1,5%.

El resto de los componentes encontrados en menor proporción constan de azúcares, polisacáridos no amiláceos, enzimas, ácido ascórbico, otras vitaminas fenólicas, ácidos nucleicos, etc.

Si cortamos transversalmente un tubérculo nos encontramos desde el exterior hasta el interior, tal y como se aprecia en la Figura 15, las siguientes partes:

- **Epidermis**, es la parte más superficial del tubérculo.
- **El peridermo**, inmediatamente tras la epidermis. Ambas constituyen la piel de las papas.
- **Parénquima cortical o córtex**.
- **El anillo vascular** constituido por el floema externo y el xilema.
- **Parénquima vascular**, que se encuentra inmediatamente tras el anillo vascular y se extiende hasta la médula interna.
- **La médula interna**, caracterizada por tener un aspecto vitreo o translucido.

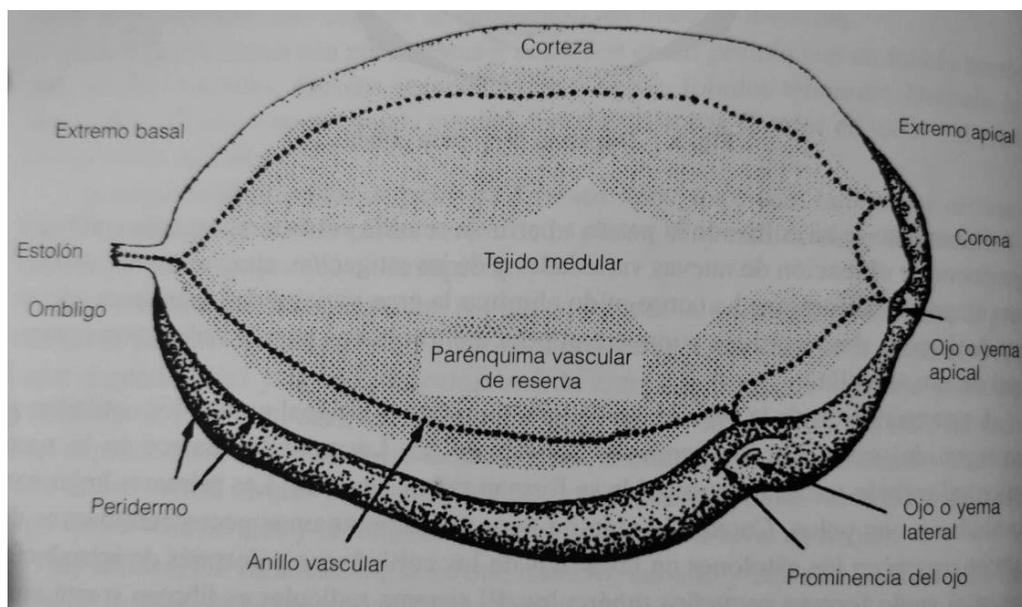


Figura 15. Partes de un tubérculo. **Fuente:** Alonso (2002).



Cabe destacar el papel de la epidermis, la cual protege a los tubérculos de los daños mecánico, regula el intercambio de agua y gases con el exterior, además de servir como protección contra patógenos (Alonso,2002).

Es por esto por lo que la capacidad varietal de cicatrización de la epidermis está directamente relacionada con la resistencia durante el almacenado, la capacidad de germinación y al comportamiento de la semilla, así como a la incidencia y severidad de distintas enfermedades (Alonso, 2002).

Cuando un tubérculo es dañado se inicia un proceso de cicatrización que comienza con la suberización de las paredes de las células de la zona, para así evitar las pérdidas de agua y la invasión de microorganismos, y en la formación de un tejido corchoso compuesto de células derivadas del cámbium meristemático que provoca que el peridermo crezca hacia afuera (Alonso,2002).

Aunque la capacidad de cicatrización es una cualidad varietal, condiciones como una temperatura entre 15 y 20°C, humedad relativa de 90% y suficiente oxígeno, promueven de manera general una buena y rápida formación de piel y curado de heridas (Alonso, 2002).

Cabe destacar que los estolones se forman antes en los nudos más cercanos al suelo, o directamente más profundos en la tierra. A su vez, la tuberización de estos es más rápida y tienden a dominar con respecto a los demás. Esto tiene como consecuencia que los tubérculos que han alcanzado el mayor peso y el tamaño comercial se hayan formado al principio del periodo de tuberización en los estolones más profundos (Alonso, 2002).

La tuberización de los estolones se ve influenciada por distintos factores como: la temperatura y el número de horas de luz diarias. Temperaturas bajas adelantan la tuberización, las temperaturas altas por su parte tienen el efecto contrario retrasándola. En cuanto a los fotoperiodos, esto dependerá de la subespecie siendo de días cortos para los cultivares de la subespecie *andigena* y de días largos las de la subespecie *tuberosum* (Alonso, 2002).

Por su parte, los procesos fisiológicos que estimulan la formación del tubérculo aun no son del todo comprendidos. Por el momento se cree que las giberelinas estimulan el desarrollo de los estolones a la vez que inhiben la tuberización y que es un nivel bajo de giberelinas endógenas lo que fomenta la tuberización, pero los procesos concretos, a día de hoy, son un misterio (Alonso, 2002).

Es complicado dar una descripción precisa de las características físicas de los tubérculos debido a la gran variabilidad de los mismos. Sin embargo, podemos mencionar brevemente las principales como son: la forma, la profundidad de los ojos, el color y textura de la piel y el color de la carne (Alonso, 2002).

La forma puede ir desde completamente alargada hasta redonda, aunque normalmente tienden a ser ovalada o cilíndrica. La profundidad de los ojos es muy variable, pero es preferible siempre que estos sean poco profundos para facilitar el pelado. El color de la piel varía dependiendo de los pigmentos presentes en el peridermo: puede ser blanca, negra, roja o incluso violeta. Algunas incluso presentan más de un color en su piel. La textura de la piel puede ser lisa, áspera, jaspeada o rugosa y el color de la carne puede ser blanco, amarillo o violeta en diferentes intensidades cada uno (Alonso, 2002).





3.6 Condiciones edafoclimáticas

3.6.1 Temperatura

La papa se originó en regiones templadas-frías. Las altas temperaturas favorecen el desarrollo foliar mientras que las bajas nocturnas el de los tubérculos. Esto es debido a que a la temperatura y la respiración de las plantas están estrechamente relacionadas, a menor temperatura menor gasto energético, lo que lleva a mayor producción de materia seca en forma de almidón almacenado en los tubérculos (Alonso, 2002).

La temperatura óptima del suelo para el desarrollo de los tubérculos esta entre 16-19°C, por encima, a partir de 20°C, este empieza a decaer hasta parecer casi por completo al llegar o superar los 30°C debido a que el aumento de la temperatura hace aumentar considerablemente la respiración (Alonso,2002).

Como se aprecia en la Figura 16, temperaturas mayores a 45°C provocan que el tubérculo alcance un pico en la respiración tras el cual comienza a decaer rápidamente. Esto puede es debido a la muerte progresiva de las células por el estrés térmico (Alonso, 2002).

Otras consideraciones relacionadas con la respiración es que las hojas jóvenes respiran más CO₂ que las hojas viejas, lo que es un indicativo de que están consumiendo parte de la materia seca generada para su desarrollo. La edad de la planta es otro factor a tener en cuenta en la respiración, así como el estado del tubérculo y de las condiciones a la hora de la recolección. Los primeros días de la recolección y el estado del tubérculo, si se han producido daños o no, pueden ser también factores a valorar (Alonso,2002).

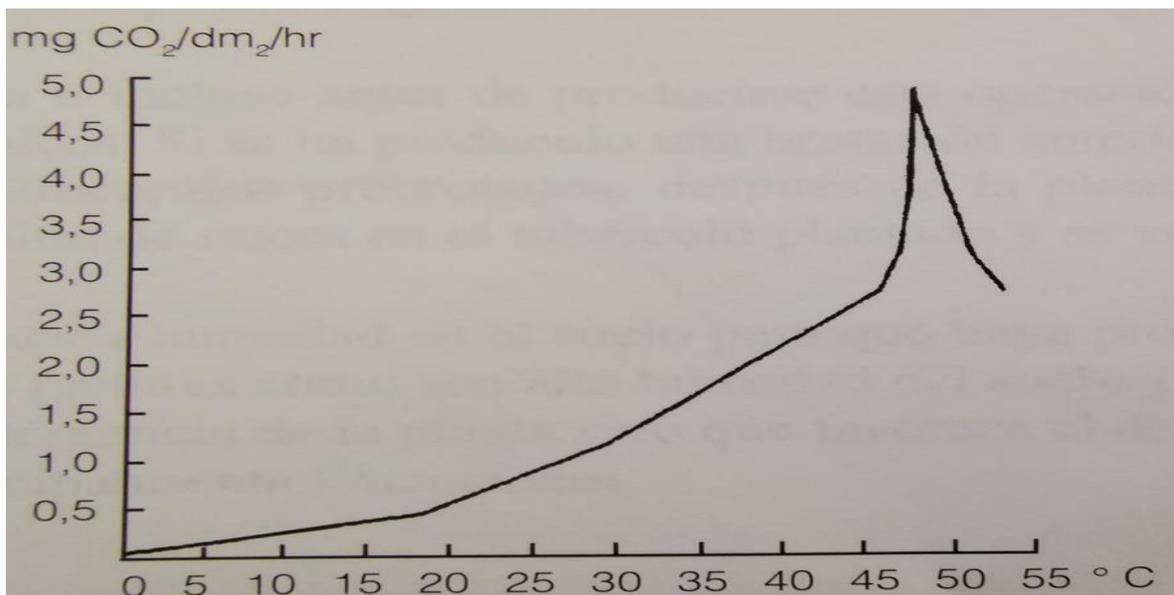


Figura 16. Respiración en hojas de papa a diferentes temperaturas. **Fuente:** Lundegardh (1930).

Los brotes de la papa se desarrollan más rápido a altas temperaturas. A 18°C se alcanza la máxima velocidad de crecimiento, a 9°C se considera que este es lento, y este se minimiza a 6°C. Sin



embargo, como las bajas temperaturas favorecen la tuberización el número de tubérculos es mucho mayor a bajas temperaturas (Alonso, 2002).

Dicho esto, y debido a que la fotosíntesis está influida por la temperatura, las temperaturas de asimilación de carbohidratos y de producción de materia seca, no se corresponden con aquellas óptimas para la tuberización de los estolones (Alonso, 2002).

3.6.2 Luminosidad

Está bien documentado parte del proceso de cómo la intensidad, duración de días y longitud de onda afectan al desarrollo de la planta en su crecimiento, tuberización y distribución hormonal.

La energía necesaria para la fotosíntesis de la planta proviene directa o indirectamente de la luz solar y es captada por las partes verdes de la misma. De la energía emitida por el sol solo se capta las longitudes de onda comprendidas entre 400 y 700 nanómetros, generalmente abreviado como PAR (del inglés “photosynthetically active radiation”) que es la parte visible del espectro mientras que el resto es reflejado, lo cual supone casi la mitad del espectro de la luz solar (Beukema, & van der Zaag, 1990).

A mayor intensidad lumínica mayor fotosíntesis. La intensidad de la luz depende del ángulo de incidencia en la planta de los rayos, nubosidad del cielo y de la altitud del terreno. A menor ángulo y nubosidad y mayor altitud más alta será la intensidad solar (Beukema, & van der Zaag, 1990).

Intensidades altas de luz durante el desarrollo del cultivo están relacionadas con un inicio temprano de la tuberización y de engrosamiento de los tubérculos, así como con una mayor velocidad en el crecimiento de los tallos, con rendimientos superiores y mayor materia seca que cuando esta es baja. Sin embargo, si esta es muy alta puede tener como consecuencia una muerte prematura de la planta con la consecuente paralización en el crecimiento de los tubérculos (Alonso, 2002).

La duración de los días por su parte afecta directamente a la cantidad de luz que se puede interceptar por parte de la planta. Como es lógico, en días largos se puede interceptar mayor cantidad de luz, lo que favorece el crecimiento vegetativo y la tuberización en cultivares dentro de la subespecie *tuberosum*, mientras que los días cortos producen tallos más cortos y únicamente favorecen la tuberización de cultivares dentro de la subespecie *andigena*.

La competencia por la luz por parte de malas hierbas o entre plantas del cultivo, afecta negativamente al desarrollo de la planta. Dado que las plantas utilizan la luz no solo como una fuente de energía sino como un indicador ambiental, la luz filtrada por las hojas de otras plantas competidoras afecta en el comportamiento de la mismas (Prat, 2010). Por ello es recomendable un marco de plantación que evite la competencia entre plantas.

3.6.3 Suelo y Nutrientes esenciales

La papa prefiere los suelos ligeros o semiligeros, ricos en humos y con un subsuelo profundo donde poder extender sus frágiles raíces. Soporta pH ácidos de 5,5-6, y aunque también soporta



suelos alcalinos, en estos se produce con mucha frecuencia ataques de sarna común (*Streptomyces scabies*). Es considerada además como medianamente tolerante a la salinidad (Maroto, 2002)

En cuanto a las necesidades nutritivas, los nutrientes de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca) y azufre (S) son fundamentales para las funciones fisiológicas en el metabolismo de las plantas y en la formación y rendimiento de los tubérculos.

a. Nitrógeno (N)

Es uno de los macronutrientes más cruciales para el crecimiento de la planta y para la generación de biomasa y materia seca. Es aprovechable para la planta en diferentes formas y las fuentes más comunes de los mismos son los amonios (NH₄⁺) y nitratos (NO₃⁻).

El nitrógeno es un componente de la clorofila, aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, coenzimas y de la membrana celular. A pesar de que su aplicación está relacionada con un estímulo del crecimiento también puede retrasar la tuberización. Una dosis excesiva de nitrógeno produce en los tubérculos un bajo contenido de materia seca pero un alto porcentaje en azúcares reductores y en proteínas (Alonso, 2002).

b. Fósforo (P)

La papa requiere cantidades relativamente altas de fósforo en comparación a otros cultivos. Esto es debido a que el fósforo cumple diversas funciones en el metabolismo siendo la más destacada la transferencia de energía celular mediante la desfosforilación del trifosfato de adenosina (ATP) a difosfato de adenosina (ADP). Además de esto, el fósforo es un componente estructural de los ácidos nucleicos, de las unidades en las moléculas de ácido desoxirribonucleico y ácido ribonucleico, de muchas coenzimas y de fosfolípidos en biomembranas (Koch et al., 2020).

Potasio (K)

El macronutriente de mayor concentración en los tubérculos. Las principales funciones del K en las plantas son controlar la actividad enzimática, la homeostasis catión-anión y la polarización de la membrana. Esto es gracias a su naturaleza osmótica que lo hace necesario para la extensión celular, la regulación de la turgencia y el movimiento estomático. Una función importante del K para las funciones enzimáticas de la papa es estimular la síntesis de almidón. Además de las funciones antes mencionadas, el K es crucial para la fotosíntesis y la distribución de fotosintatos a través del floema, así como para la asimilación de CO₂ (Koch et al., 2020).

Magnesio (Mg)

En suelos ácidos se encuentran en forma insoluble, dificultando su absorción por parte de la planta. Altas tasas de aplicación de potasio y nitrógeno en forma de amonio reducen la absorción de magnesio (Beukema, & van der Zaag, 1990).



Calcio (Ca)

Es un elemento esencial para la división y crecimiento celular, juega un papel fundamental en la absorción de nutrientes y en procesos metabólicos y es el principal sustentador de la estabilidad de las membranas celulares (Alonso, 2002)



3.7 Desarrollo fenológico del cultivo

Los sistemas de clasificación de estados fenológicos se desarrollaron con la intencionalidad de poder hacer comparaciones sistemáticas entre mismas especies en diferentes estados de crecimiento y desarrollo.

Para la papa podemos destacar dos sistemas de clasificación fenológico, el BBCH desarrollado para la papa originalmente por Hack et al. en 1993 y el LINTUL-POTATO por Kooman & Haverkort, en 1995.

Las siglas de BBCH provienen de la abreviación en alemán de “Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie”, que sería traducido al español como “Instituto Federal de Biología, Oficina Federal de Variedades Vegetales e Industria Química”. Aunque también se suele identificar con las siglas de las empresas que inicialmente patrocinaron su desarrollo (Bayer, BASF, Ciba-Geigy y Hoechst).

Las escalas están organizadas por 10 etapas distintas de crecimiento y desarrollo en el ciclo de vida de la planta. Las principales etapas de crecimiento y desarrollo se numeran del 0 al 9 donde cada número representa una etapa de crecimiento y desarrollo en orden secuencial ascendente de números (Meier et al., 2009). Estas etapas son:

0. Germinación.
1. Desarrollo de las hojas.
2. Formación de brotes laterales/ahijamiento.
3. Elongación del tallo principal.
4. Inicio de la formación de tubérculos.
5. Emergencia de la inflorescencia.
6. Floración.
7. Desarrollo de frutos.
8. Maduración de frutos y semillas.
9. Senescencia.

El orden ascendente de los números no define una secuencia determinista de las etapas de desarrollo, esto es debido a la gran variabilidad de especies ya que algunas pueden no presentar alguna o algunas de estas etapas en su ciclo de desarrollo o presentarlas de manera simultánea. Esto tiene como consecuencia que el orden de las principales etapas durante el crecimiento y desarrollo puede diferir de una especie a otra (Meier et al., 2009).

Dada la necesidad de clasificar etapas específicas y características de algunas especies, como es el caso de la papa, el BBCH también se puede dividir las etapas principales en subetapas, dando lugar a etapas secundarias. Estas a su vez también pueden poseer subetapas para una mayor descripción en las etapas de la planta. Tanto las etapas secundarias como las terciarias se codifican con números del 0 al 9 de igual forma que las primarias (Meier et al., 2009).



Las peculiaridades que la papa presenta con este sistema son apreciables en la Figura 17. La sobreposición de múltiples etapas (5, 6, 7 y 8) y el comienzo de la tuberización (4) en paralelo con la inflorescencia (5) hasta casi el final de la etapa de senescencia (9). Otra peculiaridad es la presencia de dos sistemas diferentes dentro del BBCH, uno para la papa de semilla de tubérculo y otro para la de semilla verdadera o sexual.

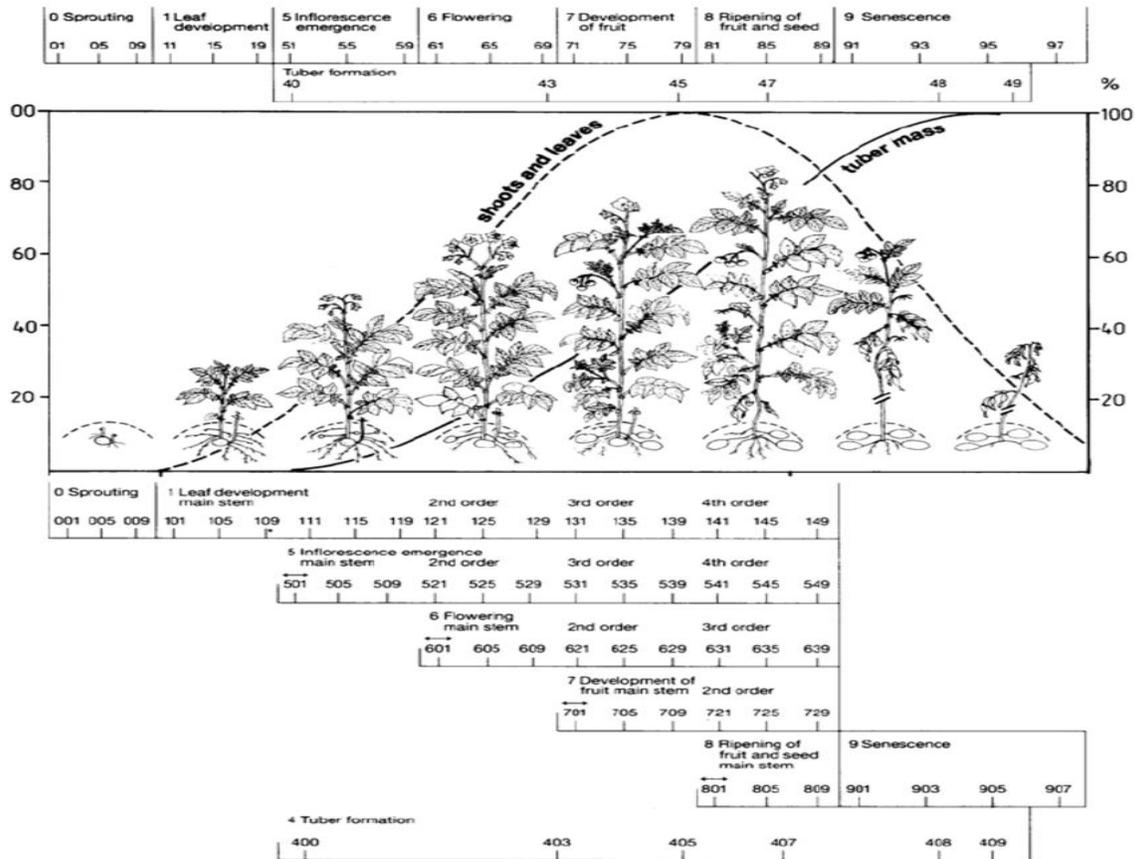


Figura 17. Fenología de la papa según la BBCH. **Fuente:** Hack et al. (1993).

Sin embargo, a pesar de todo, el modelo BBCH tiene varias limitaciones con respecto a este cultivo. Una de ellas es que se ha hecho para condiciones templadas de días largos, provocando que no se ajusten bien a condiciones subtropicales (Kooman & Haverkort, 1995).

De la necesidad de un modelo que se adapte a estas zonas nace LINTUL-POTATO (intercepción y utilización de la luz del inglés: “Light **INT**erception and **U**tutilisation”). Este modelo tiene en cuenta las reacciones del cultivo a la temperatura y a la duración de los días para así poder determinar el ciclo de crecimiento y el rendimiento del cultivo en diferentes zonas agroecológicas. Ríos (2002) ya utilizó este modelo en las Islas Canarias con las subespecies *tuberosum* y *andigena*.

Está dividido en 4 fases que van del 0 al 3, cada una con sus procesos clave descritos por variables y parámetros cuyos valores son dependientes de la temperatura y de la duración de los días:

Fase 0: Entre plantación y emergencia, se considera emergencia cuando han emergido el 50% de las plantas, cuya duración está determinada por la tasa de crecimiento de los brotes que depende de la temperatura. Se determina realizando conteos periódicos en campos.



Fase 1: Entre la emergencia e iniciación de la tuberización o inicio del crecimiento del tubérculo. Su duración depende del ritmo de desarrollo hasta la iniciación de la tuberización. De las fases 1 a la 3 la tasa de crecimiento del cultivo se calcula con la tasa de expansión foliar utilizada, mientras que la eficiencia del uso de la luz determina la cantidad total de materia seca generada.

Fase 2: Entre el inicio de la tuberización y el momento en que el 90% de los asimilados adquiridos diariamente se transportan a los tubérculos. Este valor se determina mediante curvas de tasas de crecimiento de los tubérculos, con interpolaciones para determinar cuándo se alcanzará ese 90%.

Fase 3: Desde el final de la fase 2 hasta el final del crecimiento del cultivo. La duración del período de la Fase 3 está determinada por la tasa de senescencia. Se considera que se ha alcanzado la senescencia cuando el 50% de las plantas están completamente secas.



3.8 Cultivo convencional

3.8.1 Manejo de la semilla

Llamamos semilla a los tubérculos o partes del tubérculo destinados a la reproducción asexual de la planta. Las semillas verdaderas de la papa quedan relegadas a la producción de nuevas variedades y rara vez para el cultivo convencional.

Para asegurar una buena producción es recomendable que las semillas estén en un estado óptimo, ya que el espacio comprendido entre la siembra y la emergencia suele ser la etapa más delicada. Por ello es recomendable que cumplir una serie de requisitos:

- Asegurarse de que se hayan producido cumpliendo los requisitos legales registrados en el **Real Decreto 27/2016, de 29 de enero, para semillas producidas en España** o en base a la **Directiva 66/403/CEE del Consejo, de 14 de junio de 1966, para semillas provenientes de países dentro del espacio comunitario europeo**.
- Comprobar que la semilla que hemos obtenido esté libre de plagas y enfermedades, con especial cuidado con aquellas enfermedades que puedan contaminar como puede ser el nematodo del quiste (*Globodera* spp.).
- Usar un calibre de semilla uniforme que nos asegure una emergencia y cultivo igualmente uniforme.
- Uso de semilla certificada.

3.8.2 Preparación del terreno

Debido a que la planta de la papa tiene un sistema radicular muy débil las capas impermeables del suelo reducen fuertemente su rendimiento, esto se debe a que la planta es incapaz de atravesarlas con sus raíces para alcanzar mayor profundidad, limitando así la disponibilidad del agua en periodos secos o reteniendo el agua y ahogándolas en periodos húmedos o facilitando el desarrollo de podredumbres (Beukema, & van der Zaag, 1990).

Por ello, tal y como se muestra en la Figura 18, es recomendable romper estas capas con un subsolado, tratando de evitar compactar el terreno en las operaciones realizadas en el mismo.

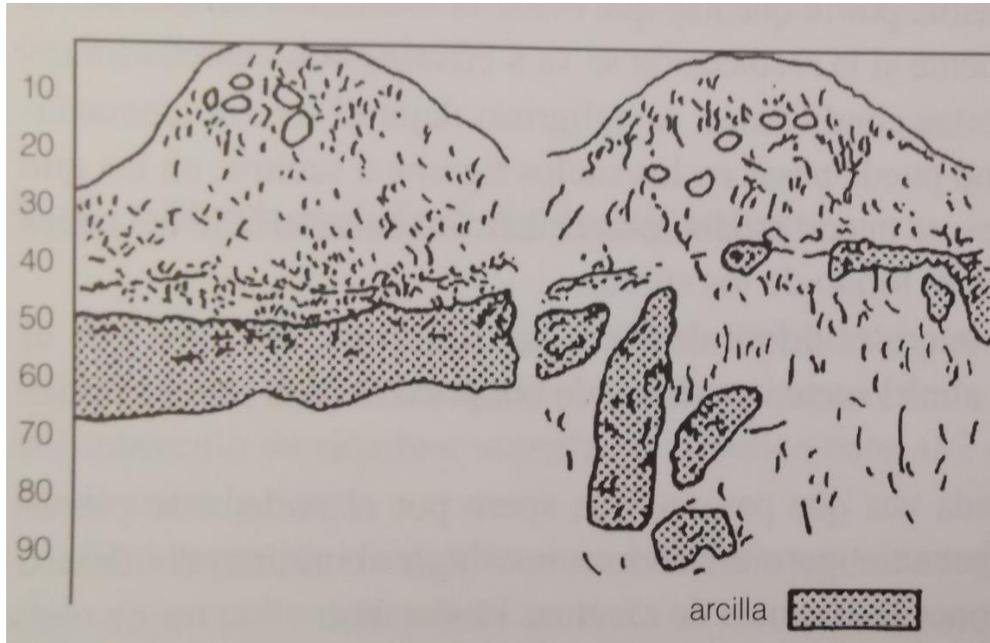


Figura 18. A la izquierda terreno sin arar con cama impermeable que no permite que las semillas de los tubérculos penetren. A la derecha el mismo terreno arado y con la cama permeable rota. **Fuente:** Beukema, & van der Zaag (1990).

3.8.3 Fertilización

El Objetivo de la fertilización es la de aportar nutrientes adicionales a los ya disponibles en el propio suelo en formas asimilables para las plantas, incrementando así el rendimiento del cultivo. Esto se consigue teniendo en cuenta varios factores como la cantidad de nutrientes ya disponibles en el propio terreno, las exigencias de calidad de los tubérculos en relación a la producción y el equilibrio de los propios nutrientes.

En este respecto el **Real Decreto 1051/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas para la nutrición sostenible en los suelos agrarios**, obliga a que los aportes se calculen en base al rendimiento que se prevé obtener dando directrices para el cálculo de los mismos. De esta manera los aportes de N anuales para el cultivo de la papa no deben exceder más de un 20%, salvo excepciones contempladas dentro de la propia ley, los de P₂O₅ en 30% y los de K₂O en 20%.

Debido a que los datos aportados en las referencias bibliográficas no suelen ser datos fijos sino intervalos, ya que estos valores dependen de múltiples factores, Ríos & Santos (2023) recopilaron de distintas fuentes en la Tabla 4 valores de extracción de macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio).

Tabla 4. Extracciones de un cultivo de papas. **Fuente:** Ríos & Santos (2023).

Nutrientes	Nitrógeno (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio(K ₂ O)	Calcio(CaO)	Magnesio(MgO)
Kg/tonelada	3,5 a 5,0	1,2 a 2,0	5,0 a 10,0	0,8	0,55



Además de esto, la absorción de nutrientes varía a lo largo del ciclo del cultivo (Figura 19), por lo que su aplicación debe ajustarse en función de este. En general el pico de absorción de nutrientes se produce justo con la formación de los tubérculos (Ríos & Santos, 2023).

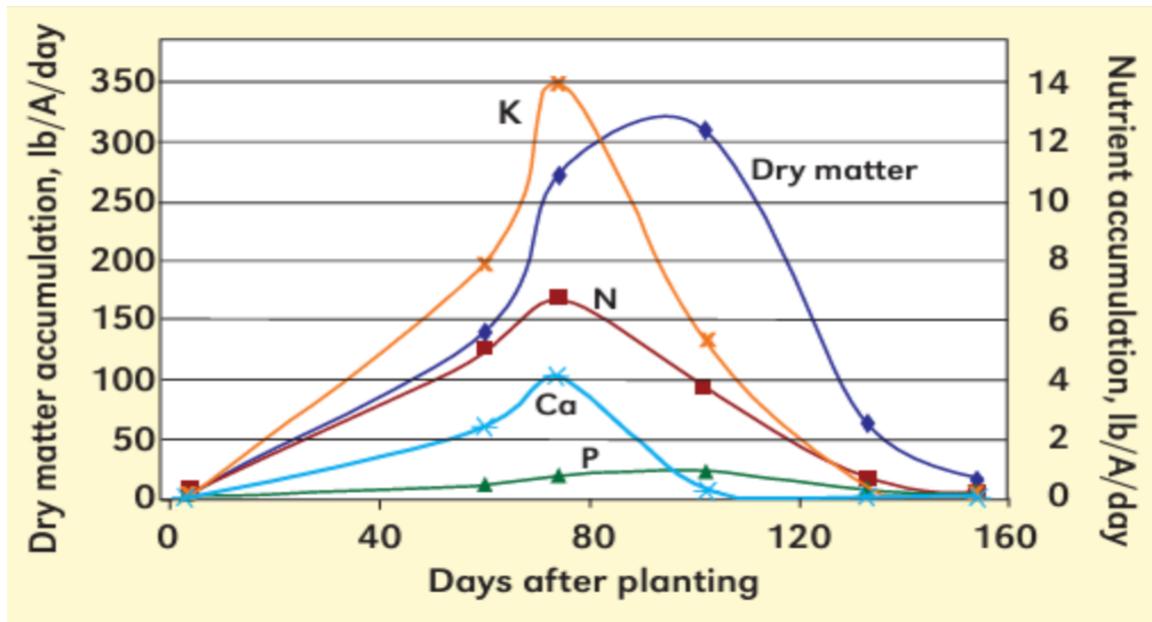


Figura 19. Tasas de crecimiento diario (eje izquierdo) y acumulación diaria de nutrientes (eje derecho) de las papas. **Fuente:** Horneck & Rosen (2008).

Para que la absorción de nutrientes sea óptima es recomendable que las aportaciones coincidan con partes clave en el ciclo de la papa o que estas sean escalonadas. Por ejemplo, aplicar nitrógeno antes de la siembra producirá que pierda gran parte por lluvias y por lavado por riegos.

A pesar de lo mencionado como norma general se aplica una proporción 1:1:2 de NPK, sin embargo, estos valores pueden variar en función de las características del suelo, como puede ser una reducción del nitrógeno para aquellos con alto contenido de materia orgánica o mayor cantidad de fósforo o potasio en suelos en donde se fijen (Alonso, 2002).

3.8.4 Plantación

El tiempo entre la siembra y la emergencia es el período más delicado del cultivo de papa. La plantación debe comenzar cuando el contenido de humedad sea el adecuado.

La emergencia está influenciada por:

- Calidad de la semilla.
- Temperatura del suelo.
- Humedad del suelo.

La profundidad de siembra y el método de preparación del suelo afectan a la temperatura de este y a las condiciones de humedad alrededor del tubérculo. La profundidad de siembra se debe ajustar según las condiciones del suelo.



Como el suelo en las capas más profundas se seca más lentamente que el suelo superficial, es recomendable que la siembra sea más profunda en condiciones secas. Por lo tanto, en unas condiciones cálidas es recomendable hacer una siembra más profunda (Beukema, & van der Zaag, 1990).

Por el contrario, en suelos húmedos no es necesario plantar muy profundo en el suelo ya que no hay riesgo de que la superficie se seque. También es ventajoso plantar a poca profundidad en condiciones de baja temperatura (Beukema, & van der Zaag, 1990).

3.8.5 Asurcado

Comúnmente la papa es plantada en surcos. Estos tienen la ventaja de que no es necesario plantar la semilla a gran profundidad ya que posteriormente se puede aumentar la altura del surco de ser necesario, quedando cubiertas adecuadamente.

El surco además tiene la ventaja de:

- Proteger de la luz directa del sol, evitando así los verdeos.
- Mantener temperaturas adecuadas al haber una capa de tierra que aísla los tubérculos del exterior (Figura 20).
- Evitar daños de plagas.

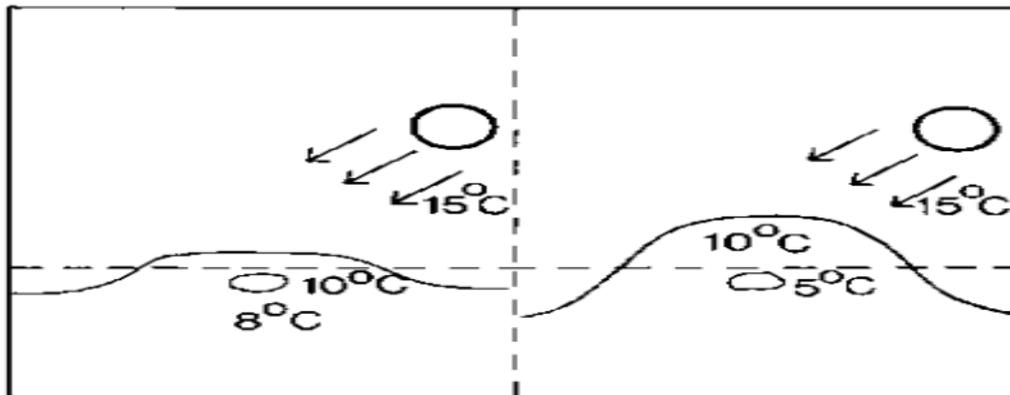


Figura 20. Diferencia de temperaturas en el suelo y en el tubérculo para un surco de 6 cm frete a otro de entre 12-14cm. Fuente: Beukema, & van der Zaag (1990).

Cuanto más cerca de la superficie hayamos plantado la semilla más ancho y alto será el surco necesario. Si estimamos que existe la posibilidad de que el suelo se selle es recomendable esperar hasta que las papas emerjan, o incluso que crezcan hasta los 15-20 cm de altura, para hacer los surcos. Si por el contrario estimamos que las temperaturas serán altas y con periodos de sequía es ideal realizarlos lo antes posible (Beukema, & van der Zaag, 1990).



3.8.6 Control de malas hiervas

Se dividen en dos métodos diferentes: El mecánico y el químico.

Los controles mecánicos están basados en diferentes labores de aporcado a lo largo del desarrollo del cultivo que hacen también de labores de deshierbado. Los químicos por su parte son a base de aplicación de herbicidas de contacto o residual, principalmente al comienzo del cultivo.

Es necesario mencionar que se debe tener especial cuidado con los herbicidas selectivos en el cultivo de la papa ya que algunas variedades, sobre todo locales, aunque también algunas comerciales, pueden ser sensibles a estos.

3.8.7 Recolección

El fin último de la recolección es la de transportar las papas desde la finca hasta el mercado o el almacén con el menor coste posible y el mínimo de pérdidas tanto de calidad como de cantidad. En España las papas se dividen en función del momento en que se efectúa la recolección (Tabla 5):

Tabla 5. División de las papas según el momento de en qué se efectúa la recolección. **Fuente:** Alonso (2002).

GRUPO	FECHA DE RECOLECCION
Papa Extratemprana	15 enero - 15 abril
Papa temprana	15 abril - 15 junio
Papa media estación	15 junio - 30 septiembre
Papa tardía	1 octubre- 15 enero

También se divide en función de la duración del ciclo de cultivo en tres grupos:

- Precoz, temprana o corto: ciclo menor a 120 días
- Semitemprana o intermedio: ciclo entre 120–150 días
- Tardía: ciclo mayor a 150 días

En cualquiera de los casos, la recolección se puede dividir en las siguientes operaciones:

- Arranque
- Recogida de tubérculos
- Separación entre tubérculos y tierra, terrones y piedras
- Transporte

El tiempo entre el arranque y la recogida puede ser variable. Si la finca se encuentra húmeda es recomendable esperar a que los tubérculos se sequen antes de iniciar la recogida de los mismos. Al dejarlos sobre el terreno un tiempo les damos la oportunidad de que se endurezca su piel y se seque la tierra adherida a él. Sin embargo, se debe tener cuidado con la exposición al sol de tubérculos inmaduros para evitar daños, sobre todo si estos tienen la piel final (Alonso, 2002).



No se debe realizar el calibrado hasta que las papas cicatricen los posibles daños y se produzca un endurecimiento de la piel. Junto al calibrado también se eliminan los tubérculos defectuosos. Es común en explotaciones de papas de semilla y en algunas explotaciones para consumo que los propios agricultores realicen el calibrado y destrío (Alonso, 2002).

En la recogida también es común almacenar en sacos sobre el mismo campo. El peso de los mismos deberá ser el idóneo para facilitar su manejo.

3.8.8 Almacenamiento

El objetivo del almacenamiento es mantener el tubérculo en las mejores condiciones posibles minimizando las pérdidas de masa y calidad, desde la recolección hasta su puesta en venta (Beukema, & van der Zaag, 1990).

El tubérculo de la papa es un ser vivo y como tal necesita de unas condiciones ambientales concretas para poder mantener sus procesos vitales. Uno de las más importantes que debemos tratar de controlar es la respiración. Temperaturas de entre 3-5°C minimiza sus exigencias respiratorias además de reducir el desarrollo de hongos y bacterias. Sin embargo, estas temperaturas aumentan el contenido de azúcares reductores de los tubérculos haciéndolos inviables para papas fritas, prefritas o “chips”, las papas destinadas para estos fines deben almacenarse entre 7-10 °C (Alonso, 2002).

Otro factor a controlar es la evaporación, producida sobre todo por brotes y heridas, pero en menor medida también a través de la piel del tubérculo de manera natural. Humedades relativas por entre 90-93% reduce la evaporación de los tubérculos sin impedir que estos respiren, siempre evitando que se lleguen a humedecer o a mojar para no favorecer el desarrollo de hongos o bacterias (Alonso, 2002).

Las condiciones más idóneas para un buen almacenaje, tanto de larga como de corta duración, deben tener como objetivo:

- Mantener al mínimo las pérdidas por evaporación, respiración, brotación y el desarrollo de enfermedades por ataque de hongos y bacterias
- Mantener los tubérculos en un estado fisiológico adecuado
- Mantener una composición química determinada en los tubérculos, sobre todo para aquellos que son destinados a producción industrial.

Recomendaciones durante el cultivo para realizar un buen almacenaje:

- Efectuar la recolección con tierra húmeda.
- No cosechar, cargar ni almacenar las papas con lluvia.
- Procurar no cosechar con temperaturas altas o con temperaturas inferiores a los 8°C.
- Cosechar cuando los tubérculos estén maduros.
- No dejar las papas expuestas al sol.



- Evitar caídas bruscas de los tubérculos de más de 30 cm de altura.
- Almacenar papas secas, sin tierra, sana y completamente curada.
- No permitir la entrada de luz en el almacén, evitando así que no se produzca verdeo en los tubérculos.
- No apilar a más de 3,5 m de altura.



3.9 Plagas y enfermedades

3.9.1 Insectos

a. Polillas

Principalmente por *Phthorimaea operculella* y *Tecia solanivora*, pero recientemente por *tuta absoluta* también, aunque produciendo daños ligeros.

Las dos primeras atacan los tubérculos, *P. operculella* produce daños en tubérculo y brotes, pero es la polilla guatemalteca, *Tecia solanivora*, la que produce comúnmente los daños más severos debido a que apenas hay medidas de control eficaces y las que hay se basan únicamente en aplicación conjunta de varias medidas preventivas (Trujillo & Perera, 2019).

Los daños producidos por las galerías de ambas especies producen una disminución del valor comercial, y son una puerta de entrada al tubérculo de otros patógenos como hongos o bacterias. Además, el daño continúa produciéndose durante el almacenamiento. Ambas polillas en conjunto tienen la capacidad de producir una pérdida del 100% del cultivo si no se toman las medidas necesarias (Alonso, 2002).

- **Polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*):**

Pequeña polilla de aproximadamente 12 mm de longitud de hábito nocturno y con unas características manchas en las alas. Es capaz de depositar entre 150 y 200 huevos en el suelo, cerca del tallo de la planta. De estos huevos emergen las larvas, las cuales se desplazan hacia las papas para una vez ahí, penetrar en ellas, creando galerías. Al final de su ciclo las larvas, que ahora adquieren un color rojizo, salen al exterior para entrar en la fase de pupa, en la que formaran una crisálida bajo tierra en la que al cabo de tan solo unos días emergerá convertida en adulto (Trujillo & Perera, 2019).

Las galerías de *T. solanivora* se diferencian de las de *P. operculella* en que estas no llegan a penetrar en el tubérculo y son más superficiales. Además, la polilla guatemalteca no es capaz de dañar la parte aérea de la planta ni a otros cultivos.

La polilla guatemalteca no se puede eliminar de manera efectiva y actualmente no existen productos químicos eficaces contra esta y su uso debe ir siempre acompañado de las siguientes medidas:

- Realizar labores profundas antes de la plantación para exponer huevos y pupas al exterior donde las condiciones ambientales y los depredadores puedan eliminarlas.
- No usar semilla de cultivos anteriores. Mejor obtenerla de distribuidor con semilla certificada.
- Realizar rotación de cultivos para romper su ciclo.



- Regar frecuentemente para evitar la formación de grietas en el suelo que puedan aprovechar las hembras para depositar los huevos.
- Colocar trampas de feromonas para controlar su población.
- Retirar del terreno los restos del cultivo anterior para evitar su multiplicación.
- Controlar periódicamente las papas almacenadas y eliminar las afectadas.
- Uso de mallas tupidas en almacén para evitar que estas entren y al menos una trampa de feromonas en el interior.
- Evitar usar sacos usados debido al riesgo de que contengan pupas o huevos adheridos a ellos.
- Almacenar la papa destinada al consumo a temperaturas entre los 5-6º para evitar que la polilla se multiplique.

b. *Áfidos*

Insectos de pequeño tamaño y cuerpo blando ovoidal, con colores que pueden ser verde, amarillo o negro y que pueden tener o no motas o manchas además de presentarse con o sin alas. Especies a destacar: *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aulacorthum solani* y *Aphis nasturtii*.

Su reproducción puede ser sexual o asexual y tienden a formar colonias en el envés de las hojas o en las partes blandas de la planta, donde succionan la savia utilizando su estilete. A parte de la pérdida de producción intrínseca de este proceso los pulgones suponen una amenaza grave por su potencial para transmitir virosis entre plantas sanas (Alonso, 2002).

Los síntomas asociados a esta plaga son deformación o enroscamiento de los brotes jóvenes, amarillamiento y posterior necrosis de hojas jóvenes y formación de agallas en tallos y raíces. Además, secretan una sustancia azucarada que provoca la proliferación de negrilla o fumagina, que da a la superficie afectada un aspecto negruzco y reduce su capacidad fotosintética (Alonso, 2002).

Los métodos de control recomendados consisten en la utilización de enemigos naturales que controlen la población de los áfidos, entre los cuales se encuentran *Aphidoletes aphidimyza* o *Aphidius colemani*, o en la aplicación de insecticidas sistémicos en el tubérculo madre y en el suelo o de choque en la parte aérea.

c. *Gusano gris (Agrotis sp.)*

Agrotis es un género de mariposas caracterizado por el color gris de sus larvas y por la forma en "C" que adoptan cuando se les perturba. Son muy polívoros, afectando a una gran cantidad de especies entre las cuales se encuentra la papa.

El adulto deposita los huevos en primavera sobre malas hierbas, hojas o directamente en el suelo. Los huevos de este género se caracterizan por ser casi esféricos en forma y de tener color blanco al principio pero que con el tiempo termina por tornarse marrón. De estos huevos nacen las larvas, las cuales son muy voraces y solo se alimentan por la noche destruyendo el tallo de la planta. Algunas de estas plantas pueden volver a brotar pero con mayor debilidad que las plantas no atacadas (Trujillo & Perera, 2019).



El gusano gris también puede producir daños en tubérculos en forma de cavidades producidas al ser roídas produciendo una depreciación de la producción.

Las medidas de control consisten en emplear insecticidas al suelo o sobre las plantas que presentan ya daños. También se usan cebos envenenados para matar a las orugas durante la noche. Otras medidas recomendadas es la de destruir restos de cosechas y la de aplicar una labor profunda (Alonso, 2002).

d. Gusano de alambre (Agriotes sp.)

Los gusanos de alambre pertenecen al género de los *Agriotes*, englobado dentro de la familia de los elateridos. Se trata de coleópteros polífagos que afectan a una gran variedad de cultivos.

El ciclo biológico de este género se realiza a lo largo de varios años. Los adultos emergen de la tierra para realizar el acoplamiento para luego morir tras la puesta de huevos. Las hembras prefieren hacer la puesta en terrenos frescos, húmedos y profundos, a unos centímetros del suelo y alrededor de las raíces. Los huevos eclosionan en tan solo un mes (Alonso, 2002).

Las larvas son alargadas con cuerpo cilíndrico brillante de color amarillo y al igual que con los huevos son muy sensibles al frío y a la sequía. El estado larvario tiene una duración de 4-5 años tras el cual las larvas emergerán para pasar al estado de ninfa de tan solo 4 semanas y terminar así en la fase adulta. Los adultos por su parte son escarabajos de cuerpo alargado y de color café oscuro (Alonso, 2002).

Los daños son producidos únicamente por las larvas al alimentarse y son proporcionales a la población de las mismas en la parcela, consistiendo estos en la destrucción de los brotes y raíces de las semillas, así como galerías rectilíneas y oquedades en los tubérculos (Alonso, 2002).

Las medidas de control recomendables para esta plaga son:

- Laboreo del terreno, sobre todo en verano para exponer las larvas y los huevos para que mueran por la exposición a ambientes secos y cálidos.
- Realizar nuestros para determinar la existencia de poblaciones de *Agriotes*.
- Control químico mediante algún insecticida.

3.9.2 Nematodos

a. Globodera spp. o nematodos de quiste:

Debido a que los daños que producen solo se hacen visibles al tener cierto nivel de infestación pueden permanecer por años inadvertidos en el terreno. Su población en el suelo puede incrementarse diez veces en un año y los daños que producen se presentan dependiendo de las condiciones del suelo y el suministro de agua. En los suelos poco fértiles los daños se presentan mucho antes, pudiendo quedar enmascaradas infestaciones de mayores proporciones en suelos con mejores condiciones (Alonso, 2002).



Globodera spp. puede producir grandes pérdidas directas aun sin que sean visibles sus daños en la parte aérea de la planta, pero también pérdidas indirectas debido a las medidas de control que se le aplican, como por ejemplo las cuarentenas o las restricciones de cultivo de papas por varios años en la misma zona (Alonso, 2002).

El primer signo de infestación que se presenta suele ser el crecimiento retardado de la planta en uno o más puntos del terreno que se va agravando a medida que cultivamos más papas. Además de esto, las plantas atacadas tienden a perder su color natural, se ven claramente más débiles que el resto y producen tubérculos más pequeños. Si comprobamos las raíces de las mismas veremos cómo presentan una reducción en el crecimiento, así como una serie de cuerpos adheridos a ellas pequeños y esféricos que pueden ser blancos, amarillo o marrón dependiendo del nematodo y grado de madurez del mismo (Alonso, 2002).

Ambas especies, *G. rostochiensis* y *G. pálida* se diferencian fácilmente por el color de las hembras inmaduras, siendo las de *G. rostochiensis* amarillas y las de *G. pálida* blancas.

El ciclo de vida comienza con la eclosión de los huevos, provocada por un exudado que expulsan las raíces en crecimiento, emergiendo ya en su segundo estado juvenil, en el cual penetran en las mismas raíces del exudado donde vivirán y se alimentarán hasta la siguiente fase (Alonso, 2002).

En la tercera fase juvenil definen su sexo en función de la disponibilidad de alimentos, si esta es abundante serán principalmente hembras, si esta es escasa tenderán a ser machos. Las hembras son sedentarias y se adhieren a la raíz dentro del tejido de la corteza donde ensanchan su cuerpo hasta romper las células, llegando a ser visible fuera de esta. Los machos por su parte conservan su forma de gusano y abandonan la raíz en busca de hembras que estén en la superficie radicular para aparearse, tras lo cual la hembra muere y se enquistada (Alonso, 2002).

Los quistes se desprenden fácilmente de las raíces pudiendo contener cada uno hasta 600 huevos, estando cada uno además protegido por su propia cascara aparte de por el quiste. Los huevos pueden permanecer viables hasta 20 años, dentro de los cuales se desarrollará el primer estado juvenil del nematodo (Alonso, 2002).

Los métodos de control disponibles incluyen el uso de semilla sana y de variedades resistentes, así como realizar rotación de cultivos o dejar el terreno en barbecho practicando laboreo y aportando materia orgánica. Los controles químicos por su parte son costosos, peligrosos y no son completamente efectivos (Alonso, 2002).

b. Meloidogyne spp. o nematodo formador de nódulos:

Son endoparásitos sedentarios y polífagos. La mayor parte de las referencias que podemos encontrar de esta plaga la mencionan como una plaga del tomate debido a la importancia de este cultivo, pero es capaz también de afectar a otras solanáceas como a la papa (Alonso, 2002).

No se le atribuye sintomatología específica, pero el crecimiento escaso o irregular de las plantas es un signo temprano de ataque del nematodo en segundo estadio juvenil con su correspondiente daño tisular. Los síntomas en la parte aérea son inespecíficos y a menudo confundidos con los producidos por parte de otras plagas o enfermedades o por deficiencias nutricionales (Alonso, 2002).



3.9.3 Enfermedades víricas

a. *Enrollamiento foliar de la papa (VEFP):*

Causada por el virus con el mismo nombre, virus del enrollamiento foliar, afecta a este cultivo y los síntomas que produce son: enrollamiento prominente de las hojas, seguido de una clorosis y de plantas achaparradas que muestran un crecimiento erecto y firme. En algunas variedades se produce una necrosis del floema y una acumulación de carbohidratos en las hojas, produciéndose la necrosis también en el tubérculo (Alonso, 2002).

Se transmite de plantas enfermas a plantas sanas por áfidos, los cuales al alimentarse estos de la savia permiten que el virus penetre en el floema y se extienda. Se estima que puede causar pérdidas de hasta un 80% de la producción (Alonso, 2002).

b. *Virus X:*

Se encuentra ampliamente distribuido por el mundo y produce pérdidas que van desde de mínimas a moderadas y es capaz de infectar a la papa, el tomate y al tabaco.

Puede permanecer asintomático en las plantas de papa o presentar síntomas que van desde un mosaico moderado hasta un rayado necrótico. Se cree erróneamente que no puede transmitirse por pulgones, sin embargo, si lo hace en forma no persistente, aunque es más común que ocurra de manera mecánica por la transmisión de savia contaminada de plantas sanas a plantas enfermas (Alonso, 2002).

c. *Virus Y(PVY):*

Afectas a varios cultivos como la papa, el chile, el tomate y el tabaco, causando considerables pérdidas en todos ellos. El nivel de intensidad de los síntomas depende de la cepa de virus y de la intensidad de la especie y variedad que infecte. Aquellas razas que dan los síntomas más leves pueden ser las más peligrosas pues pasan inadvertidas en las plantas afectadas las cuales sirven de fuente de inóculo para infectar nuevas plantas (Alonso, 2002).

Los síntomas pueden ir desde clorosis suave, pasando por necrosis severa o directamente la muerte de la planta. La infección tardía no muestra sintomatología, pero de nuevo, esto provoca la permanencia de la enfermedad en campo con los consiguientes riesgos de inóculo. Los tubérculos ven reducidos su tamaño como síntoma secundario al afectar a la parte aérea de la planta (Alonso, 2002).

La diseminación de este virus se produce principalmente a través de áfidos alados, los cuales lo transportan en forma no persistente. También es transmitido en menor medida por otros elementos como los cortes de las semillas sin la desinfección adecuada o incluso por la fricción de hojas enfermas con hojas sanas si hay heridas por donde este pueda penetrar ya que el elemento contaminante es el jugo celular o la savia (Alonso, 2002).



d. *Virus S:*

La mayoría de cultivares de papas no presentan sintomatología, es por ello por lo que este virus permaneció inadvertido por parte de la comunidad científica durante muchos años en el campo (De Bruyn, 1952). Los síntomas que produce son muy discretos, presentándose comúnmente como una rugosidad ligera en las hojas.

Se transmite en mayor medida por medios mecánicos de plantas infectadas a plantas sanas por medio de la diseminación de la savia y, en menor medida, por una única especie de áfido, *Myzus persicae* (Alonso, 2002).

e. *Virus M:*

Se presenta comúnmente junto a VPX y/o VPS con síntomas aéreos que van desde como moteado, mosaico, enrollamiento y retorcimiento de los folíolos (Alonso, 2002).

Se transmite en forma no persistente por áfidos y por medios mecánicos similares los del VPS.

3.9.4 Enfermedades bacterianas

Son microorganismos unicelulares procariotas que se reproducen por fisión o división celular. Las condiciones calor y humedad suelen favorecer la proliferación de este tipo infecciones.

Las infecciones por bacterianas suelen producirse por la penetración de estos microorganismos en la planta o tubérculo a través de heridas o aberturas naturales donde producirán podredumbres blandas o marchitez.

a. *Pie negro (Pectobacterium carotovotum) (ex Erwinia carotovora):*

Está producido por el patógenos *Pectobacterium carotovotum*, antes perteneciente a la familia Erwinia. Es una bacteria gran negativa, móvil, con flagelos que actúan de propulsores (Alonso, 2002).

Estas bacterias pueden encontrarse en el suelo, agua o en la superficie del propio tubérculo donde puede producir la podredumbre de la semilla antes de la emergencia de la planta si las condiciones de humedad y temperatura son idóneas. Aunque si se prolongan las condiciones ideales para su desarrollo puede llegar a afectar incluso al tallo (Trujillo & Perera, 2019).

Los síntomas en la parte aérea consisten en una podredumbre típica de color negro que puede ir desde una zona localizada en la base de la planta hasta todo el tallo. Las infecciones provenientes de la semilla son fácilmente detectadas debido a que se observa cómo avanza la podredumbre de abajo a arriba. En cambio, las que son debido a una infección a través del tallo pueden comenzar en cualquier parte del mismo y extenderse hacia ambas direcciones (Alonso, 2002).

En el tubérculo puede provocar síntomas que van desde la decoloración vascular en el ombligo hasta una podredumbre total. El tejido afectado se diferencia fácilmente del sano siendo éste



blando, de un color crema que se oscurece con el tiempo y una gran facilidad para desprenderse del tubérculo además de emitir un característico y repulsivo olor (Alonso, 2002).

Estos síntomas se pueden presentar en cualquier estado de desarrollo y las condiciones de alta humedad y temperatura ambiental provocan que progrese rápidamente. Las bajas temperaturas y la alta humedad en el suelo, por su parte, favorecen la infección. Las medidas de prevención de la enfermedad son:

- Usar semilla sana certificada
- Evitar trocearla si se dan las condiciones para la aparición de Pie negro. Si se va a trocear es recomendable desinfectar los instrumentos entre corte y corte, aplicar fungicida y esperar a que cicatricen los cortes antes de plantar.
- No exceder el abono nitrogenado.
- Evitar el riego excesivo y el encharcamiento.
- Hacer una manipulación cuidadosa de la papa para evitar heridas que sirvan de vía de entrada a la infección.
- Desinfectar equipos de manipulación de la papa y aperos que entren en contacto con estas antes de la siembra y al cambiar de huerto.
- Rotaciones de cultivos amplias.
- Eliminar desechos de cultivos anteriores de papas que puedan constituir fuentes de inóculo de la infección.

b. Marchitez bacteriana (Ralstonia solanacearum) (ex Pseudomonas solanacearum y Burkholderia solanacearum):

Causada por *R. Solanacearum*, la marchitez bacteriana supone a nivel mundial un factor limitante para la producción de papa, sobre todo aquella destinada a semilla. Esta bacteria es un bacilo gram negativo con un único flagelo polar y es capaz de infectar a más de 30 familias de plantas entre las que se encuentran malas hierbas y las solanáceas. Se encuentra en el suelo y en residuos de cultivos previamente infectados donde puede sobrevivir incluso años (Alonso, 2002).

La bacteria penetra en la planta a través de heridas o desde la zona donde la planta emite nuevas raíces donde se encuentra el exudado radicular. Una vez dentro se multiplica abundantemente para más tarde migrar a otras partes de la planta.

Los síntomas pueden comenzar en cualquier estadio de la planta con unas marchiteces en los foliolos de la punta de las ramas. Mas adelante se presenta marchitez, enanismo y clorosis en el follaje (Alonso, 2002).

En la parte aérea se observa como en la zona bascular del tallo se vuelve marrón y exuda un líquido del mismo color con una textura mucosa si es cortado de manera transversal. Esto es signo de taponamiento de los vasos del anillo vascular del tallo e, inevitablemente, provocará el



marchitamiento de la planta al haber bloqueado el suministro de agua hacia la parte superior de la misma. También puede aparecer rayas o estrías de color marrón en la parte exterior del mismo (Alonso, 2002).

Igualmente, en el tubérculo, si está infectado, podemos observar al cortarlo de manera transversal y ejerciendo presión sobre él, cómo exuda un líquido blanquecino del anillo vascular. En estos tubérculos, si se les dejan en la tierra, la infección seguirá su proceso de podredumbre hasta dejar sobre el suelo una masa viscosa con fétido hedor.

Las condiciones que favorecen su aparición son temperaturas elevadas, suelos deficientes en nitrógeno y potasio y exceso de humedad. Los métodos de prevención para luchar contra esta enfermedad son similares a los de *Pectobacterium carotovorum*.

c. *Necrosis bacteriana (Clavibacter michiganensis ssp. sepedunicus) (ex Corynebacterium sepedonicum)*:

Es producida por la subespecie *sepedunicus* de *C. michiganensis*, un bacilo corto gran positivo sin movilidad que produce lo que comúnmente se conoce como podredumbre anular. Este organismo sobrevive en el campo gracias a los tubérculos infectados que permanecen en él. La infección se transmite de manera mecánica, a través de heridas producidas por maquinaria o herramientas, principalmente durante la siembra (Alonso, 2002).

Los síntomas pueden no presentarse, pero cuando lo hacen suelen ser al final del ciclo de cultivo. Estos comienzan con marchitez de hojas y tallos, comenzando por las hojas inferiores las cuales se enrollan y adquieren un color pálido. Luego aparecen unas manchas de color amarillentas en los espacios intervenales (Alonso, 2002).

Si hacemos un corte transversal en los tallos afectados observaremos que el tejido de la zona vascular es de color marrón, pudiendo exudar un líquido de color blanco lechoso.

En los tubérculos la infección comienza en el ombligo y se extiende a través de los tejidos vasculares, produciendo una podredumbre localizada bajo la piel en forma de anillo y que se desmenuza fácilmente. Al igual que con el tallo, los tejidos infectados también pueden exudar el mismo líquido lechoso.

Las medidas de prevención y lucha recomendadas para este patógeno son:

- Utilizar semilla sana certificada.
- Evitar trocear la semilla.
- No dejar tubérculos sueltos tras la recolección, ya que podrían ser portadores.
- Rotación de cultivos que rompa el ciclo de la enfermedad.
- Desinfección de herramientas y maquinaria que pudiera estar contaminada.
- En caso de que aparezca debe establecerse cuarentena en el terreno.



d. *Sarna común (Streptomyces scabies)*:

Es producido por un organismo causal, *Streptomyces scabies*. Se ha extendido a todos los suelos donde se cultiva la papa debido a la diseminación de semillas infectadas. Su sintomatología varía según la susceptibilidad de la variedad de papas y a las características del suelo (Trujillo & Perera, 2019).

Hay dos tipos de sarna común. Una comienza como una mancha marrón que más adelante agranda y adquiere una textura corchosa que al desprenderse del tubérculo dejan profundos hoyos. La otra, conocida como sarna superficial, consiste en la aparición de manchas pequeñas pero numerosas, también con una textura corchosa. Ambas afectan únicamente al tubérculo y no presentan sintomatología específica de la parte aérea (Kirk & Wharton, 2014).

La aparición de esta afección se relaciona con suelos con pH alcalinas superiores a 7 aunque esto varía según la raza, existiendo algunas capaces de prosperar en pH ácidos por debajo de 5 (Trujillo & Perera, 2019).

Métodos de control recomendados:

- Distanciar las siembras sucesivas de papas para evitar aumentar la intensidad de la enfermedad.
- Mantener una adecuada humedad del suelo durante el proceso de tuberización y de crecimiento del mismo.
- Mantener el pH del suelo entre 5-5,5.
- Uso de semilla sana certificado y/o variedades resistentes.

3.9.5 Enfermedades fúngicas

Las enfermedades fúngicas están producidas por hongos, microorganismos eucariotas con reproducción tanto sexual como asexual por medio de esporas, las cuales se producen en órganos diversos dependiendo de la familia de los hongos.

Los hongos son capaces de penetrar en el interior de la planta a través de heridas, aberturas naturales o simplemente atravesando la epidermis. En el interior el hongo desarrolla su micelio el cual puede penetrar intracelularmente o permanecer en los espacios intercelulares.

Pueden diseminarse por casi cualquier medio, agua, aire, insectos, maquinaria, herramientas u otras plantas ya infectadas, siendo las condiciones ambientales clave para la aparición y el desarrollo de la enfermedad.

Las principales enfermedades fúngicas son:

a. *Alternaria o tizón temprano (Alternaria solani)*



Producida por *Alternaria solani*, es una enfermedad ampliamente difundida y una de las principales enfermedades foliares de la papa en aquellos lugares donde las condiciones climáticas son favorables para su desarrollo. Estas condiciones climáticas son: periodos alternativos de sequía seguidos de periodos de humedad, como puede ser los periodos en los que hay días seguidos con rocío. *A. solani* inverna en los restos de cultivo y es susceptible de infectar a plantas debilitadas (Alonso, 2002).

Rara vez infecta los tubérculos, pero es capaz de hacerlo si estos presentan heridas a temperaturas optimas de alrededor de 15°C. La sintomatología en el tubérculo consiste en lesiones oscuras y hundidas, con bordes ligeramente levantados. Sin embargo, a pesar de las lesiones, estas no suelen ser puerta de entrada de otras infecciones (Alonso, 2002).

En la parte aérea por su parte, pueden aparecer lesiones en forma de anillos concéntricos formados por el tejido necrótico que se hunde y se levantan alternamente, formando una “diana”. Estas manchas tienen un color que va desde el marrón oscuro al negro y los tejidos alrededor de estas tienden a sufrir clorosis (Trujillo & Perera, 2019).

El control del tizón temprano se basa en aplicar fungicidas preventivos en el follaje cuando se cumplen las condiciones para que aparezca, y en velar para que las plantas estén sanas y vigorosas.

b. Mildiu tizón tardío (Phytophthora infestans)

Es producido por el patógeno *Phytophthora infestans* y es una de las enfermedades más importantes del mundo, siendo la más grave en las Islas Canarias. Se propaga fácilmente bajo condiciones de alta temperaturas y alta humedad ambiental, aunque la producción de zoosporas se beneficia más de bajas temperaturas con alta humedad ambiental (Alonso, 2002).

Las principales fuentes de inóculos son tubérculos contaminados, restos de vegetación infectados o las propias esporas arrastradas por el viento. Los tubérculos contaminados son el principal modo persistente de *P. infestans*, además de ser la principal fuente de inóculo primario. Es capaz de invernar en tubérculos, pero también en los restos de cultivos del terreno donde se suelen encontrar también tubérculo infectados (Alonso, 2002).

Las esporas arrastradas por el viento por su parte solo infectan a las plantas que están emergiendo, aunque pueden llegar a los tubérculos a través de grietas en el terreno si estos no están bien enterrados o durante las operaciones de recolección al exponerlos al exterior, en cuyo caso los síntomas empezaran a mostrarse durante el almacenaje (Alor et al., 2014).

La sintomatología en tubérculos comienza con una podredumbre seca y superficial de color marrón que avanza irregularmente hacia el interior. Visualmente no se observa una distinción clara entre los tejidos sanos e infectados. Paralelamente a esta infección se suelen desarrollar otras enfermedades debido a la invasión de otros patógenos facilitada por *P. infestans* hasta pudrirse completamente (Alonso, 2002).

En la parte aérea se presentan manchas irregulares en las hojas que comienzan con un color verde pálido-verde oscuro, pero que, cuando las condiciones son favorables para la enfermedad, se tornan marrón o negro rodeadas de un halo amarillentas, en el caso del haz de las hojas, y de un



micelio blanquecino en el envés. En el tallo, estas manchas se presentan de un color oscuro en la parte media o superior de la planta y provocan que ésta se quiebre con facilidad al paso de las personas, maquinaria o al propio viento (Alor et al., 2014).

Lo métodos de control recomendado son:

- Usar semilla certificada libre de enfermedad y con resistencia al mildiu.
- Aplicación preventiva de fungicida.
- Eliminación de restos de cultivo y papas que pudieran ser fuente de inóculo en el terreno.
- Recolección y destrucción de tubérculos afectados.
- Mantener una buena cobertura de los tubérculos para evitar que las esporas penetren hasta ellos o caiga a través de las gotas de lluvia de las hojas hasta el mismo.

c. *Sarna verrugosa (Synchytrium endobioticum)*

Es una de las enfermedades fúngicas más peligrosas junto al mildiu. *Synchytrium endobioticum* es un parásito obligado que no produce hifas, sino esporangios que pueden liberar entre 200 y 300 zoosporas móviles. Estas zoosporas en condiciones de altas temperaturas y alta humedad salen de los esporangios de descanso situados en el suelo de ciclos anteriores y gracias a su flagelo móvil se desplazan hasta alcanzar a su huésped vivo, donde penetrará desde la superficie perdiendo el flagelo en el acto (Alonso, 2002).

Una vez ha penetrado en el huésped, éste aumentará considerablemente su tamaño y entra en un estadio de corta duración, pero de rápida reproducción formando un esporangio con más zoosporas en su interior que infectarán los tejidos circundantes, los cuales repetirán nuevamente el ciclo. Las células infectadas a lo largo de este proceso se hinchan, dividen y rodean las zoosporas en división, dando como resultado las características verrugas (Van de Vossenberg et al., 2022).

Las verrugas suelen aparecer en la base del tallo con un color verde o marrón que se va oscureciendo con el tiempo, pero también en los estolones y tubérculos. Las que aparecen por encima del suelo tienen un color verde debido a la clorofila y son blandas y más o menos esféricas (Van de Vossenberg et al., 2022).

Si se deja restos de plantas contaminadas en el terreno este se contaminará con zoosporas de descanso, las cuales pueden durar hasta 30 años en el terreno (Alonso, 2002).

Por desgracia aun no existen medidas de control para este patógeno, por lo que se ha optado por medidas de cuarentena para limitar su propagación.

d. *Sarna pulverulenta (Spongospora subterranea)*



Spongospora subterranea es el patógeno causante de la sarna pulverulenta y aunque puede infectar gran variedad de especies solo es capaz de completar su ciclo de vida en las especies del género *Solanum*.

Aparece con mayor probabilidad en periodos de lluvias seguido de tiempos secos ya que requiere de alta humedad ambiental, alto contenido de agua en el suelo y altas temperaturas. Se extiende a través de plantas portadoras o por el propio viento (Alonso, 2022).

El ciclo de vida de este patógeno comienza con la germinación de las esporas en el suelo en condiciones ideales. Estas esporas son biflageladas y se desplazan hacia su hospedador atraídas por exudados radiculares, penetrando e infectando las células más superficiales de los pelos radiculares tras lo cual comienza la sintomatología (Alonso, 2002).

Los síntomas que producen consisten en unas pústulas de color castaño purpúreo que se extiende debajo de la piel del tubérculo, formando lesiones con forma de granos. El aumento de tamaño y la división de las células empuja y rompe la piel del tubérculo formando verrugas de color blanco (Trujillo & Perera, 2019).

Esta lesión suele presentar una depresión superficial llena de masa pulverulenta compuesta de esporas aglutinadas y rodeada por unos bordes de la piel desagarrada. Estos síntomas también se pueden presentar en raíces y estolones, aunque es raro. La parte aérea por su parte no se ve afectada (Trujillo & Perera, 2019).

Los métodos de control incluyen:

- Semilla sana y certificada.
- Evitar sembrar en terrenos contaminados.
- Rotación de cultivos.
- Sembrar en suelos porosos y bien drenados.

e. *Rizoctonia (Rhizoctonia solani)*

Rhizoctonia solani se ha extendido por todos los lugares donde se cultivan papas cubriendo una amplia distribución geográfica. Esto es así porque posee una larga lista de hospedantes y su desarrollo se ve favorecido por humedad alta y baja temperatura del suelo, así como una buena fertilidad y un pH neutro en el mismo (Alonso, 2002).

En tubérculos maduros produce en su superficie costras negras que podrían confundirse con machas de tierra que no se desprenden al lavarlo y que, en realidad, son esclerocios de *R.solani* donde debajo de los mismos la epidermis del tubérculo no presenta daño alguno. Estos esclerocios se pueden desprender de la papa con la uña sin dejar marca en su superficie. Junto a esto también pueden presentarse grietas, malformaciones, concavidades y hasta necrosis en la unión con los estolones (Alonso, 2002).

R. solani también afecta a los brotes subterráneos, retrasando su emergencia o directamente provocando la senescencia de los mismos. Los brotes que puedan llegar a emerger también



pueden infectarse, presentando chancros o heridas en la base del tallo y también desarrollar depresiones profundas que pueden llegar a estrangularlo (Alonso, 2002).

Cuando el ataque de *R. solani* es grave la planta presenta unos pocos tubérculos y poca profundidad. También puede presentar tubérculos aéreos de color verde o rojo que no son sino la consecuencia de la interferencia en la translocación del almidón (Alonso, 2002).

Los métodos de control para este patógeno incluyen:

- Empleo de semilla sana y certificada.
- Sembrar superficialmente los tubérculos cuando se vayan a presentar condiciones de alta humedad y baja temperatura en el suelo.
- Rotación de cultivos.

3.9.6 Problemas producidos por causas medioambientales

En este apartado se recogen aquellas alteraciones o problemas cuyas causas no son atribuibles directamente a agentes patógenos como puedan ser virus, bacterias, hongos, nematodos o insectos. Son abióticos, no infecciosos y producidos en su mayoría por causas medioambientales.

a. Corazón negro

Es un área claramente delineada en el centro del tubérculo con colores que van desde el gris-violáceo hasta el negro. Rara vez llega a presentar síntomas externos, pero de haberlos estos consisten en áreas húmedas en la superficie que forman una mancha marrones, violáceas o negras (Figura 21. Tubérculo troceado afectado por corazón negro. Fuente: Mikitzel, 2014). Es considerado generalmente un desorden producido por las condiciones de almacenamiento, sin embargo, puede llegar a ocurrir en campo bajo ciertas circunstancias (Mikitzel, 2014).

Cuando los tubérculos afectados son cortados puede observarse cómo en algunas zonas de los tejidos el color puede parecer normal, pero al cabo del tiempo se observa que estos van cambiando a rosa, después a gris, púrpura o marrón y finalmente al negro característico (Mikitzel, 2014).

La enfermedad aparece como consecuencia a una deficiencia de oxígeno en los tejidos internos del tubérculo. Cualquier circunstancia que reduzca el oxígeno disponible y aumente la demanda respiratoria para la papa es susceptible de producir esta alteración, como son el encharcamiento en el terreno, almacenaje con temperaturas altas y poca ventilación o simplemente las altas temperaturas (Alonso, 2002).

Los tubérculos de menor tamaño tienen menos probabilidades de ser afectados por el corazón negro debido a que la proporción entre superficie/volumen es mucho mayor, lo que les permite intercambiar gases más fácilmente y satisfacer mejor sus demandas de oxígeno (Mikitzel, 2014).

Algunas medidas para evitar el corazón negro serían:

- Evitar realizar la plantación en suelos con tendencia al encharcamiento.



- Recolectar lo antes posible en suelos secos y cálidos una vez marchite la parte aérea.
- Evitar durante el almacenamiento las altas temperaturas y asegurar una ventilación adecuada.

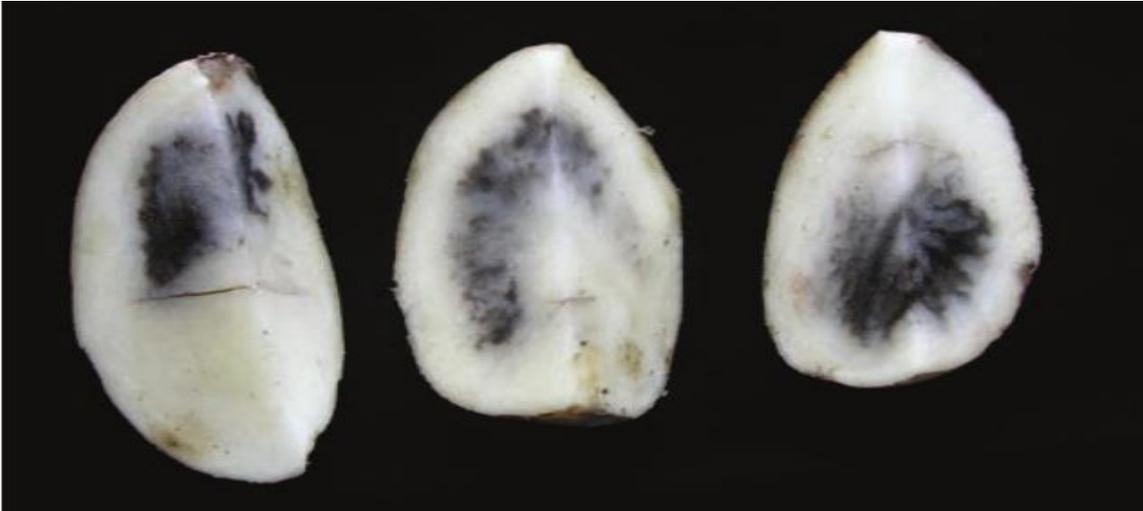


Figura 21. Tubérculo troceado afectado por corazón negro. **Fuente:** Mikitzel, 2014.

b. Daños por bajas temperaturas

Tanto tallos como tubérculos son susceptibles de sufrir daños por las bajas temperaturas. Temperaturas bajas de entre 0 – 5°C tenderán a convertir el almidón en azúcar, que al ir acumulándose acaba por darle a las papas un sabor dulce (Alonso, 2002).

Si las temperaturas descienden ligeramente por debajo de 0°C la pulpa de los tubérculos se vuelve ligeramente gris o marrón rojizo como consecuencia de la pérdida de la impermeabilidad de las membranas de las vacuolas, lo que produce que sus enzimas salgan al exterior y degraden la célula (Mikitzel, 2014).

Sin embargo, es a partir de temperaturas de -2°C cuando se producen los daños más graves. A esa temperatura se forman cristales en el interior de las células de la planta y en sus tejidos, que no es más que la formación de hielo debido a las bajas temperaturas (Mikitzel, 2014).

Al descongelarse los tejidos muertos presentan humedad exterior y son susceptibles a desarrollar algún tipo de podredumbre por bacteriosis y además de presentar los mismos daños internos que con temperaturas de 0°C también presenta manchas en forma de oscurecimiento de color castaño o negro metálico en la epidermis (Mikitzel, 2014).

Para evitar los daños por frío es recomendable almacenar las papas a temperaturas entre 3– 5°C si es para consumo en fresco y 7-8°C si es para la industria (Alonso, 2002).

c. Corazón hueco



El corazón hueco es una cavidad en el centro del tubérculo, aunque también se encuentra en ocasiones cerca de la yema o de del tallo del mismo. Se presenta generalmente en forma de estrella o lente, aunque en algunos cultivares puede ser de gran tamaño o de forma irregular. Su tamaño varía desde medidas menores a 1mm hasta ocupar casi toda el área del tejido medular de la papa. Puede presentarse una única cavidad o varias de ellas de pequeño tamaño (Mikitzel, 2014).

Su aparición está relacionada con periodos de crecimiento rápido estimulados por distintas condiciones. Una de ellas son los marcos amplios de plantación los cuales promueven tubérculos de gran tamaño. Otros es la aplicación de altas dosis de fertilizantes nitrogenados, sobre todo al final de la temporada, una baja concentración de calcio en el tubérculo y por periodos de bajas temperaturas que restringen el crecimiento, seguidos de altas temperaturas que lo promuevan (Mikitzel, 2014).

El corazón hueco no presenta sintomatología exterior específica por lo que no puede apreciarse a simple vista. En ocasiones se desarrolla una capa de color marrón o negro en las paredes de las cavidades. Se puede diferenciar tres tipos de corazón hueco representados en la Figura 22. A) Corazón hueco formado por área necrótica longitudinal. B) Mancha marrón formada por células muertas C) Cavidad longitudinal. Fuente: Hiller et al., 1985 (Hiller et al., 1985).

El primero se caracteriza por un área necrótica longitudinal, de hasta 1 cm de diámetro, que involucra células individuales o pequeños grupos de células. Estos grupos de células eventualmente se vuelven marrones, se encogen y colapsan, produciendo la cavidad (Hiller et al., 1985).

El segundo tipo se forma después de que un grupo de varias células muertas, algunas de las cuales todavía contienen almidón, quedan rodeadas por varias capas de células casi libres de almidón. A esto le sigue la formación de una capa de cámbium en la herida y la división transversal del tejido de la médula para formar el corazón hueco a medida que crece el tubérculo (Hiller et al., 1985).

Un tercer tipo de corazón hueco se forma sin el área central marrón que lo acompaña. Si progresa, se pueden formar cavidades adicionales conectadas por separaciones longitudinales en la médula (Hiller et al., 1985):

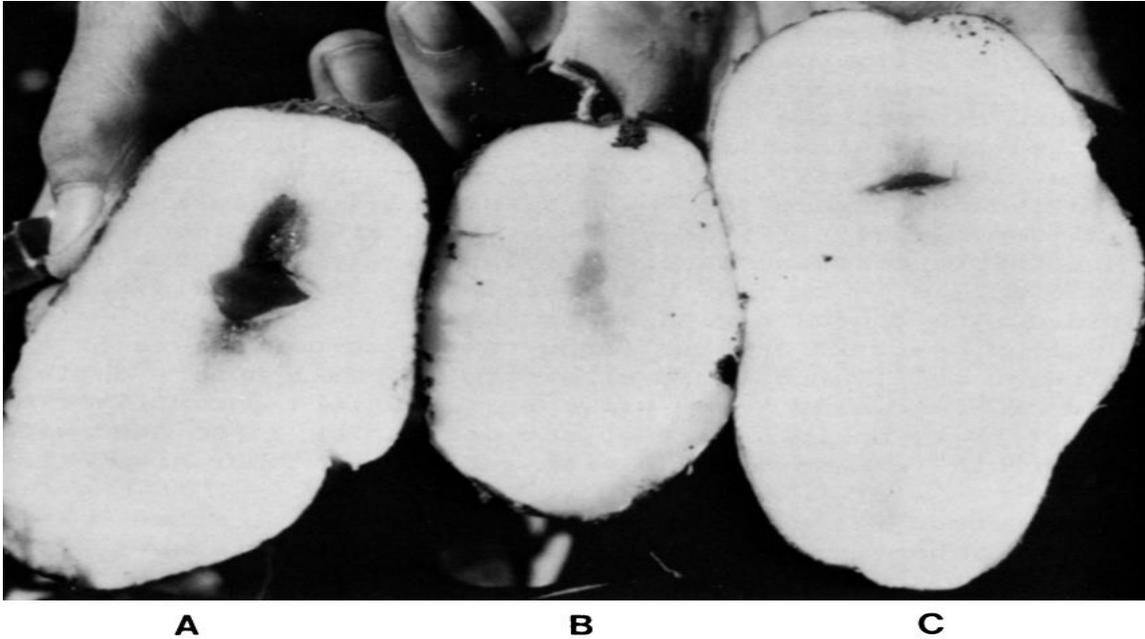


Figura 22. A) Corazón hueco formado por área necrótica longitudinal. B) Mancha marrón formada por células muertas C) Cavity longitudinal. **Fuente:** Hiller et al.,1985.

Algunas recomendaciones para evitar el desarrollo del corazón hueco son:

- Utilización de variedades no propensas a desarrollar corazón hueco.
- Marcos de plantación más pequeños que favorezcan la competición entre plantas.
- Evitar estrés en el cultivo.
- Utilización de fertilización potásica. El potasio está relacionado con menor incidencia de corazón hueco.
- Moderación en el uso de abonos nitrogenados.

d. Crecimientos secundarios y deformaciones

Hay 3 tipos de crecimiento secundario: Brotes de calor, tubérculos secundarios y tubérculos pequeños. Aunque también las deformaciones pueden considerarse un tipo de crecimiento secundario (Figura 24).

Los dos primeros están causados por temperaturas de suelo altas, de 28°C o superiores, con o sin falta de humedad. El estrés hídrico por sí solo no explica este comportamiento en el crecimiento de la papa. A mayor periodo de altas temperaturas mayor es la proporción de papas que presentarán crecimiento secundario (Figura 23A). Las fluctuaciones en la disponibilidad de nitrógeno también es un factor para desarrollar crecimiento secundario (Mikitzel, 2014).

Los brotes de calor (Figura 23C) surgen de yemas de estolones o tubérculos. Crecen como brotes cortos bajo tierra que se alargan, emergen del suelo y se convierten en tallos frondosos en la superficie. Los brotes de calor pueden desarrollarse antes de que se formen los tubérculos, o a



partir de la reformación de estolones del extremo de la yema de los tubérculos en cualquier etapa de su desarrollo. Los brotes de calor a menudo se desarrollan cuando los tubérculos están cerca de la superficie del suelo (Mikitzel, 2014).

Los tubérculos secundarios (Figura 23B) son múltiples tubérculos pequeños que se forman en un solo estolón. Las altas temperaturas favorecen la ramificación de los estolones y se forma un tubérculo en cada rama o yema. En algunos casos puede desarrollarse un estolón a partir de los ojos primarios del tubérculo y formar un tubérculo secundario al final del estolón. Los tubérculos pequeños y jóvenes tienen una mayor tendencia a producir estolones en el extremo de la yema. En casos severos, los tubérculos secundarios se forman directamente desde el ojo del tubérculo primario (Mikitzel, 2014).

Tanto los brotes de calor como los tubérculos secundarios se producen cuando el crecimiento de un tubérculo se renueva tras haberse detenido debido a una exposición a altas temperaturas en el suelo o a exceso de nitrógeno. Este segundo crecimiento está relacionado con una pérdida de dominancia apical por parte de los tubérculos primarios, una alteración temporal en la respuesta de tuberización o a una interrupción de las relaciones fuente-sumidero (Mikitzel, 2014).

En el caso de los tubérculos secundarios estos son dominantes con respecto a los primarios haciendo que estos últimos pierdan sus propiedades de sumidero y dejen de crecer. Tras perecer la parte aérea de la planta los carbohidratos del primario se translocan al secundario. Los tubérculos secundarios son fisiológicamente más jóvenes que los primarios y si se plantan se observará cómo difieren en emergencia y número de tallos y tubérculos (Mikitzel, 2014).

Los tubérculos pequeños se forman directamente a partir de un ojo o un estolón muy corto de una papa para semilla, sin brote ni desarrollo de follaje. Pueden formarse en campo o durante el almacenamiento. El tubérculo pequeño se asocia con semillas fisiológicamente viejas, con tubérculos que se almacenaron a temperaturas cálidas de 20°C o más y luego se plantaron en suelos fríos de 10°C o menos y secos, o con tubérculos germinados que se transfirieron de almacenamiento en caliente a almacenamiento en frío para luego ser sembrados en una fecha posterior (Hiller et al., 1985).

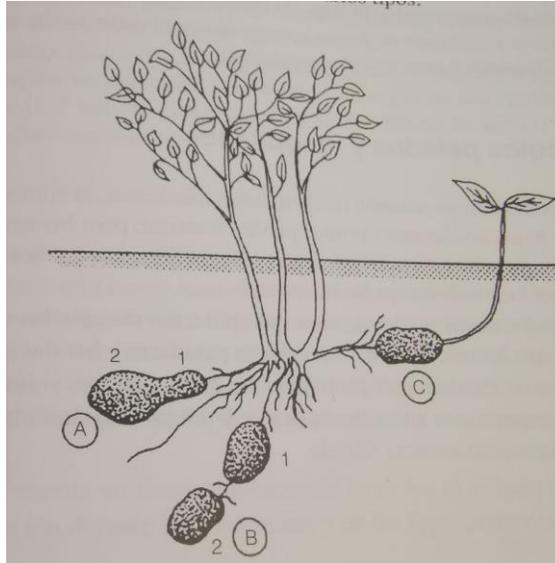


Figura 23. A) Tubérculo deformado por crecimiento secundario. B) Tubérculo secundario sobre una extensión del estolón C) Brote de calor de tubérculo recién formado rebrotando. **Fuente:** Alonso (2002).

Para evitar los crecimientos secundarios se recomienda proporcionar a las plantas condiciones uniformes de crecimiento, unas dosis adecuadas de fertilizante y niveles uniformes de humedad del suelo a lo largo de todo el periodo de cultivo (Mikitzel, 2014).



Figura 24 Deformación de tubérculos producido por crecimiento secundario de las yemas laterales. **Fuente:** Mikitzel (2014).

e. Tubérculos agrietados

Puede ser producido de formas distintas: Por un crecimiento fisiológico rápido, por daños mecánicos (Figura 25, izquierda) y por daños producidos durante la recolección al secarse el tubérculo tras haber sido desenterrado (Figura 25, derecha).

Las grietas por crecimiento fisiológico rápido son fisuras que pueden ser superficiales o profundas producidas en la superficie del tubérculo. Se producen cuando la presión interna excede la



resistencia a la tracción de los tejidos superficiales durante el agrandamiento del tubérculo, teniendo como consecuencia el estallido del peridermo externo. Las grietas se suberizarán o cicatrizarán y eventualmente se cubrirán con piel de apariencia normal. Ocurren con mayor frecuencia en el extremo de la yema y tienden a correr longitudinalmente en el tubérculo. Puede haber una o más grietas por tubérculo (Mikitzel, 2014).

Las grietas causadas por daños mecánicos varían en intensidad dependiendo de la variedad, turgencia del tubérculo y habilidad y experiencia con a la hora de recolectar el cultivo y durante el transporte al almacén. Los tubérculos inmaduros y los grandes se lesionan con más facilidad (Alonso, 2002).

Por último, las grietas producidas durante la recolección son debido a que la superficie de los tubérculos una vez desenterrados se seca, formando grietas superficiales de 1-2 mm de profundidad con forma de arco o media luna como si se hubiera hecho con lunas (Alonso, 2002).



Figura 25 A la izquierda, tubérculo agrietado por daño mecánico. A la derecha, grieta producida por secarse el tubérculo.

Para prevenir este tipo de daños se deben dar riegos y fertilizar de manera adecuada para evitar el agrietamiento por crecimiento fisiológico rápido. Para el daño mecánico basta con tener cuidado durante el proceso de recolección, evitando que los tubérculos se golpeen y para el último basta con efectuar la recolección cuando la temperatura del suelo sea baja y evitar que se dessequen rápidamente tras el arranque (Alonso, 2002).

f. Tubérculos pelados y magullados

Son defectos de la piel de los tubérculos inmaduros producidos por cosecharlos o manipularlos de forma prematura. En este estado la piel del tubérculo aún no está “fijada”, lo que provoca que se



raspe o se desprenda fácilmente. La piel se puede eliminar total o parcialmente dejando expuesto los tejidos que se encuentran debajo. Los trozos sueltos de piel que se adhieren a la superficie del tubérculo se secarán y se volverán finos y parecidos al papel, tal y como se muestra en la Figura 26 (Alonso, 2002).



Figura 26 Tubérculo pelado.

Para evitar este problema es recomendable simplemente recolectar los tubérculos cuando hayan alcanzado su madurez fisiológica, así como hacer una correcta manipulación de estos tanto en campo como en el almacenaje y transporte (Alonso, 2002).

g. Verdeo

El verdeo del tubérculo es la formación de una zona de color verde inducida por la luz, en la piel o en la carne debido, a la acumulación de clorofila en los leucoplastos (Figura 27). Cuanto mayor sea la intensidad de la luz y más prolongada la exposición, más intenso será el color verde. Puede afectar a piel y carne de 2 mm a 10 mm de profundidad. Los tejidos externos se vuelven de color verde intenso, mientras que los tejidos internos pueden ser de color verde amarillento o amarillo intenso. La exposición prolongada a niveles bajos de luz durante el almacenamiento, en el mercado o en el hogar produce un color verde más claro y difuso en todo el tubérculo (Mikitzel, 2014).



Figura 27 tubérculo con verdeo.

Intensidades de luz relativamente bajas de entre 3-11 W/m² durante tan solo 24h son capaces de inducir el verdeo en los tubérculos. El enverdecimiento ocurre más rápidamente a temperaturas superiores a 13°C. Todos los cultivares de papa son susceptibles a padecer verdeo, pero los cultivares de piel blanca son más propensos que los tubérculos rojos o de tipo rojizo (Mikitzel, 2014).

A pesar de que la clorofila es insípida e inofensiva los tubérculos verdes acumulan también glicoalcaloides, los cuales son amargos, levemente tóxicos para los humanos y tienden a hacer que los tubérculos sean desagradables. La producción de clorofila y glicoalcaloides en los tubérculos verdes ocurre de forma independiente entre sí. Los tubérculos verdes no son aptos para el mercado de productos frescos o para procesamiento. El verdeo no afecta a la calidad de la semilla (Mikitzel, 2014).

Los tubérculos que sobresalen del surco o crecen cerca de la superficie del suelo se verdean debido a la luz solar directa o a la luz que penetra a través de las grietas. Los factores que contribuyen al verdeo en el campo son: la plantación superficial de semillas, el aporque incorrecto, surcos erosionados por la lluvia, grietas en suelos secos y tubérculos forzados a salir a la superficie debido a las altas densidades de plantas y al hacinamiento. Los cultivares que naturalmente forman tubérculos cerca de la superficie del suelo son más propensos a enverdecerse. En el mercado, los envases transparentes y las luces interiores aumentan el enverdecimiento, especialmente de los tubérculos inmaduros, que enverdecen más rápidamente que los tubérculos maduros (Mikitzel, 2014).

Para evitar el verdeo de los tubérculos es recomendable plantar las semillas a una profundidad suficiente, con un marco de plantación adecuado y formar surcos con la forma y el tamaño necesarios para garantizar que permanezcan cubiertos de tierra. Después de la recolección es recomendable almacenar los tubérculos en completa oscuridad y evitar la exposición prolongada a luces artificiales. Los tubérculos acumulan clorofila a un ritmo más lento bajo luces de fibra óptica que bajo luces fluorescentes (Mikitzel, 2014).



h. Deficiencias de nutrientes

-Nitrógeno (N)

La deficiencia de nitrógeno produce una clorosis general, crecimiento lento, plantas erectas con hojas también erectas de color verde pálido. Las nervaduras tardan más tiempo en amarillear que el tejido intervenal. La magnitud de los síntomas es directamente proporcional a la deficiencia de nitrógeno (Alonso, 2002).

-Fósforo (P)

Deficiencias de fósforo durante el inicio del cultivo retrasa el crecimiento apical, produciendo enanismo y causando que tengan un aspecto ahusado y algo rígido. También produce que los foliolos sean más oscuros, sin brillo, de color verde oscuro, con tendencia a enrollarse hacia arriba y que además pueden presentar áreas chamuscadas a los márgenes (Koch et al., 2020).

En la parte subterránea de la planta se observa como desarrollan menos raíces y estolones de lo normal, así como presentar tubérculos con manchas necróticas de color castaño en el interior del mismo por toda la pulpa (Alonso, 2002).

-Potasio(K)

Las deficiencias de potasio se manifiestan en la planta con un bronceado de las hojas que más tarde se vuelven necróticas, y con senescencia prematura de las mismas. Si la deficiencia es acusada la planta presenta enanismo, con entrenudos cortos y hojas arqueadas hacia abajo, dejándole una apariencia mustia. También se manifiesta en los foliolos, presentando estos un pequeño tamaño, muy juntos, arrugados y con bronceados en la cara superior y pecas castañas en la inferior (Alonso, 2002).

Los tubérculos por su parte pueden presentar lesiones necróticas suberosas de color castaño en el extremo próximo del estolón.

-Calcio (Ca)

La deficiencia de este mineral tiene como consecuencia foliolos enrollados, ondulados y con márgenes cloróticos, que posteriormente se necrosan. En los tubérculos se presentan inicialmente unas manchas de color castaño en el anillo vascular cerca del punto de inserción entre el tubérculo y el estolón. Si se extiende en el tiempo aparecen manchas marrones por toda la medula de la papa (Alonso, 2002).



i. Lenticelosis

Las lenticelas son poros pequeños y discretos esparcidos por la superficie del tubérculo que se encargan del intercambio de gases y de proporcionar oxígeno para realizar la respiración.

Cuando a los tubérculos les falta oxígeno, como en suelos excesivamente húmedos, encharcados, en suelos secos muy compactados o bajo ciertas condiciones en el almacén tras la cosecha debido a la formación de humedad en la superficie del tubérculo, las lenticelas se hinchan y se vuelven prominentes. Las lenticelas se agrandan y sobresalen más allá del peridermo, formando masas elevadas de tejido corchoso de aproximadamente 0,5 mm de diámetro en la superficie del tubérculo. Afectan la apariencia del tubérculo y son lugar de entrada para organismos patógenos (Mikitzel, 2014).

Formas de evitar la lenticelosis: evitar el riego excesivo durante la temporada de crecimiento. Proporcionar un buen drenaje del campo, especialmente en áreas bajas que pueden permanecer húmedas durante largos períodos de tiempo. No permitir que se forme exceso de humedad en los tubérculos después de la cosecha (Alonso, 2002).



3.10 Algunas consideraciones sobre la calidad comercial de la papa

Los controles de calidad de la papa están regulados en el **Real Decreto 31/2009, de 16 de enero**. Esta ley nace con el objetivo de homogeneizar las normas de calidad del sector hortofrutícola destinadas al consumo en fresco. Algunas partes a destacar son:

3.10.1 Definición de la papa

La norma se refiere a los tubérculos producidos de variedades y cultivares comerciales de papa de la especie *Solanum tuberosum*, así como sus híbridos siempre que se destinen para el consumo de papa fresca.

En este sentido distingue tres tipos comerciales de papa:

- **De Primor:** Las que, además de ser cosechadas antes de su completa maduración natural, de modo que su epidermis o piel pueda desprenderse fácilmente por frotamiento, deben comercializarse en los días inmediatos a su recolección.
- **Nuevas:** Las cosechadas en su completa maduración natural y comercializadas en las semanas inmediatas a su recolección sin más almacenamiento y/o conservación que el necesario para garantizar el desarrollo normal de su proceso comercializador.
- **De Conservación:** las cosechadas en su plena madurez, aptas para su comercialización después de pasar por un período de almacenamiento y/o conservación más o menos prolongado, sin merma de sus cualidades organolépticas.

3.10.2 Disposiciones relativas a la calidad

Esta norma establece una extensa lista de requisitos mínimos obligatorios para las papas tras su manipulación y acondicionamiento para poder comercializar en el mercado nacional. Estos son:

- Enteras y con la piel bien formada, es decir exentas de toda ablación o ataque que tenga por efecto alterar su integridad. La ausencia parcial de piel en los tubérculos «De Primor» no constituye una alteración de la integridad de los mismos.
- Sanas, quedando excluidos los productos que presenten podredumbre u otras alteraciones que los hagan impropios para el consumo.
- Prácticamente limpias, exentas de materias extrañas visibles.
- Firmes y de aspecto fresco.
- Prácticamente exentas de plagas.
- Prácticamente exentas de daños causados por plagas.



- Sin germinar. Se consideran tubérculos sin germinar aquellos en los que los brotes no miden más de 3 mm. En las papas «De Primor» y «Nuevas» no se admite la presencia de ningún brote.
- Exentas de un grado anormal de humedad exterior, es decir suficientemente secas tras el lavado al que se hayan podido someter en su caso.
- Exentas de olores y/o sabores extraños.
- Prácticamente exentas de defectos externos o internos que perjudiquen a su aspecto, a su calidad, a su conservación y/o a su presentación, tales como:
 - Manchas pardas debidas al sol.
 - Enverdecimiento en más de la octava parte de la superficie total del tubérculo, que no pueda desaparecer con un pelado normal (aproximadamente de 1,75 mm, de espesor).
 - Grietas, incluidas las de crecimiento (con una longitud mayor que la mitad del eje correspondiente a la dirección de la grieta), fisuras, cortes, mordeduras, picaduras y magulladuras, de una profundidad superior a 3,5 mm para los tubérculos «De Primor» y 5,0 mm para los demás, y/o rugosidades de la piel (para aquellas variedades en las que ésta no es normalmente rugosa).
 - Deformaciones fuertes (muñones o carretes).
 - Manchas subepidérmicas, de más de 5,0 mm de profundidad, grises, azules o negras, sobre una superficie mayor de 2 cm².
 - Manchas de mohos (herrumbre), corazón hueco, ennegrecimiento y otros defectos internos.
 - Sarna común profunda y sarna polvorienta afectando en más de la décima parte de la superficie total del tubérculo y con una profundidad de 2 mm o más.
 - Sarna común superficial en más de la cuarta parte de la superficie total del tubérculo, que no pueda desaparecer con un pelado normal.
 - Daños causados por el frío.
- Las papas deberán haberse cosechado cuidadosamente y presentar las características morfológicas normales de su tipo varietal, teniendo en cuenta la zona y el año de producción.

Además de esto establece que el desarrollo y estado de las papas deberán ser tales que les permitan:

- Soportar el transporte y la manipulación.
- Llegar en condiciones satisfactorias a su destino.



- Cada lote (entendiendo como tal la cantidad de papas producidas en circunstancias casi idénticas, que tienen en común: el origen, la variedad, el tipo comercial, la manipulación –categoría– y el acondicionamiento) deberá estar prácticamente exento de sustancias y objetos extraños, como, por ejemplo: tierra adherida o libre, brotes no adheridos, piedras, etcétera.

Esta ley también establece dos categorías en las que clasificar las papas. Categoría I y categoría II:

a. Categoría I

Las papas clasificadas en esta categoría deberán ser de buena calidad y presentar las características morfológicas regulares del tipo varietal al que pertenezcan.

No obstante, podrán presentar los siguientes defectos, siempre y cuando no se vean afectados el aspecto general del producto, su calidad, su estado de conservación y su presentación:

- Un ligero defecto de forma, teniendo en cuenta la forma típica del tipo varietal y su zona de producción.
- Ligeros defectos de aspecto.
- Ligeros defectos superficiales.
- Un ligero defecto de coloración.
- Muy ligeros defectos internos.

b. Categoría II

Esta categoría comprenderá las papas que no puedan ser clasificadas en la categoría I pero que cumplan los requisitos mínimos establecidos.

No obstante, se admitirán la presencia de los siguientes defectos, siempre y cuando el producto conserve sus características esenciales de calidad, de conservación y de presentación:

- Un defecto de forma, teniendo en cuenta la forma típica del tipo varietal y su zona de producción.
- Defectos de aspecto.
- Defectos superficiales.
- Un defecto de coloración.
- Ligeros defectos internos.



3.10.3 Disposiciones relativas al calibrado

El calibre vendrá determinado por la longitud del lado de la retícula de una malla cuadrada, en la que pasen los tubérculos de forma natural y más favorable.

El calibre mínimo de las papas se fija en 28 mm para las «De Primor» y 35 mm para las demás. No obstante, se admitirá la comercialización de las papas con un calibre comprendido entre 18 mm y los mínimos citados, bajo la denominación «Patata menuda fuera de calibre» u otra designación de venta equivalente.



4 Materiales y métodos

El objetivo del ensayo fue evaluar agrónomicamente nuevos cultivares de papa en la campaña 2022 en las condiciones de cultivo en la zona Noreste de Tenerife. Para ello se contactó con las tres empresas que importan papa de semilla a Canarias, solicitando cultivares que no se hubieran probado o ensayado anteriormente con asiduidad. Se recibió material vegetal de dos de ellas, y un total de 10 cultivares (Alanis, Apache, Bermuda, Bufalo, Buster, Caledonian Rose, Chenoa, Skywalker y Sunlight). Además, se incluyó como testigo al cultivar Red Cara, muy cultivado en la isla y en la zona donde se realizó el ensayo.

Se controlaron diferentes parámetros agrónomicos: nascencia, senescencia, ciclo, producción total, defectos comerciales o destríos, producción total y comercial, calibres y contenido en materia seca.

Esta actividad se realizó en colaboración con el Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife, estando este ensayo dentro de su Plan Anual de Trabajo del año 2022.

4.1 Localización de la parcela

El ensayo fue realizado en una parcela de la Sección de Ingeniería Agraria de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de La Laguna en el municipio de San Cristóbal de La Laguna. La parcela se encuentra en la finca conocida como Tahonilla Baja a 554 msnm con las siguientes coordenadas cartesianas: latitud 28°28'41,92" N y longitud 16°19'08,16" O y con coordenadas UTM: 370.890, 3.150.897,8.

Las dimensiones de la parcela son 32,6 m de ancho y 37 m de largo, con una superficie total de 1.206,2 m². En la Figura 28 se presenta la situación de la parcela y una foto aérea.



Figura 28. Plano de situación de la finca. **Fuente:** GRAFCAN

4.2 Datos edafoclimáticos

4.2.1 Análisis de suelo

Antes de comenzar el ensayo se realizó una analítica de suelo. Se tomaron 15 submuestras siguiendo un recorrido en zigzag o en forma de “S”, y a unos 20-30 cm de profundidad, evitando zonas donde se hubiera acumulado estiércol o que presentaran características atípicas del suelo (Mascarell et al, 1993; Santos et al, 2014). La muestra se realizó por duplicado. El análisis se llevó a cabo en las instalaciones del Instituto de Productos Naturales (IPNA) del CSIC. Los resultados se presentan en el apartado 9.2. En la Tabla 6 se presentan los valores medios y la interpretación según Hernández et al (1980).

Al tener el suelo un pH por encima de la neutralidad se puede considerar que la suma de cationes (Ca+Mg+Na+K), 20.35 cmol_c/kg, es equivalente a la CIC (Hernández et al., 1980). Cabe destacar de la interpretación del análisis que el suelo tiene unos valores de fósforo bastante bajos para suelos cultivados y un pH ligeramente por encima de lo recomendado para papa, que estaría en el entorno de 60-80ppm (Hernández et al., 1980). Los niveles de magnesio son altos, probablemente debido a las concentraciones del agua de riego (Hernández et al., 1980). El nivel de sodio está



ligeramente por encima de los valores recomendados pero muy por debajo de un suelo sódico (Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) mayor del 15%) (Hernández et al., 1980).

Tabla 6. Interpretación del análisis de suelo. **Fuente:** Hernández et al., 1980.

*: Porcentaje sobre total de Ca+Mg+Na+K

Parámetro	Unidad	Valor		Interpretación
Materia orgánica	%	2,3		Correcto (> 2%)
Fósforo (P)	ppm	10		Bajo (< 60 – 80 ppm)
Calcio	meq/100 g	10,90	53,5%*	Correcto (50 – 60%)
Magnesio	cmol _c /kg	5,00	24,6%	Alto (10 – 20%)
Sodio		1,35	6,6%	Alto (>5%)
Potasio		3,10	15,2%	Alto (2 – 12%)
pH		7,75		Alto (5,0 – 7,0)
CE	dS/m	0,765		Correcto (< 2,0 dS/m)
% saturación	%	39,5		

4.2.2 Análisis de agua de riego

El agua disponible para el ensayo es la suministrada a las fincas de la Sección de Ingeniería Agraria, procedente del Canal del Norte. La muestra se tomó siguiendo nuevamente las indicaciones que da el ICIA para la realización de la misma (Mascarell et al, 1993). Para ello, se muestreó cuando al menos se hubiera estado regando unos 10 minutos. Se enjuagó 3 veces el envase y se llenó sin cámara de aire. La muestra fue analizada por el laboratorio del IPNA al igual que la muestra de suelo. Los resultados se encuentran adjuntos como anexo en el apartado 9.2.

La interpretación de los resultados según Ayers y Wescott (1985) serían:

Salinidad: El agua tenía una conductividad de 1,099 dS/m, no teniendo restricciones de uso en general al tener menos de 2 ds/m. La CE del agua de riego para el 100% de rendimiento potencial en papa es de 1,1 dS/m, por lo que tampoco hay restricciones de uso para el cultivo en particular.

Infiltración: El agua tiene un SAR_{corregido} de 4,59 y una CE de 1,099 dS/m. Con estos valores, el agua tendría problemas crecientes de infiltración (SAR entre 3 y 9 y CE entre 0,7 y 3,0).

Toxicidad iónica específica: El agua tiene una concentración de cloruros de 5,0 meq/L, por encima del valor en que se empezarían a ocasionar problemas crecientes (3,0 meq/L), tanto en aplicación vía suelo como foliar, como sería el caso que nos ocupa donde el riego es por aspersión.

Con respecto al sodio (6,20 meq/L), los valores en general también corresponden a problemas crecientes (3,0 – 9,0 meq/L Na). Se han relacionado los altos niveles de sodio aplicado en el riego y foliar con una fuerte senescencia prematura de las hojas, especialmente al comienzo de la tuberización (Levy y Veilleux, 2007; Jaarsma et al., 2013).



No se detectó boro en el agua, por lo que no habría posibles problemas de toxicidad por este elemento.

Efectos varios: El pH (7,7) no presenta problemas importantes al estar dentro del intervalo entre 6,6 y 8,3 adecuados para la papa. El índice de saturación de Langelier es ligeramente negativo (-0,42) lo que indicaría que no habría problemas de precipitaciones de carbonato cálcico, aunque si se fertilizara, habría que corregir el pH.

Por último, la relación Ca/Mg (0,07) es bastante inferior a 1,0. Esto supone que puede haber problemas de nutrición por la competencia en la absorción entre estos dos iones. Por otra parte, al hablar del magnesio en el suelo, los altos valores encontrados se pueden deber a los aportes de agua de riego de la parcela.

4.2.3 Datos climáticos

Los datos climáticos expuestos en la Tabla 7 han sido obtenidos de la estación “LAGUNA”, perteneciente a la red de estaciones agrometeorológicas del Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo de Tenerife. La estación está situada a tan solo 100 metros de distancia de la parcela de ensayo. Esta estación guarda datos cada 10 minutos de temperatura, humedad relativa, precipitación, velocidad y dirección del viento y radiación global.

Se tomaron datos desde la fecha de plantación hasta la de recolección. Las fechas de los datos van desde marzo hasta julio, coincidiendo con las fechas de siembra y recolección que van desde el 11 de marzo de 2022 hasta el 15 de julio de ese mismo año.

Tabla 7. Datos medios mensuales de la estación “LAGUNA”.

Fecha	TMed	TMax	TMin	P	HRMed	HRMax	HRMin	Vo	VMax	Rad
Marzo	13,2	17,9	8,3	58,9	83,4	99,2	50	3,9	11	4758,6
Abril	14,9	30,3	10	22,2	76,3	97,2	15,8	3,1	8,7	6381,8
Mayo	17,3	28,8	11,7	1,3	75	96,5	19,1	3,2	7,8	7396,3
Junio	17,5	28,1	13,3	8,3	81,4	100	34	4,3	8,8	6737,9
Julio	21,1	37,3	14,3	6	70,7	98,5	14,3	4,6	9,8	7458,2

Las temperaturas máximas medias y mínimas que se encuentran representadas en la Figura 29 han sufrido un ascenso continuado, con algunos picos a lo largo de todo el ciclo de cultivo. Las temperaturas medias variaron entre los 13°C de marzo y los 21°C de julio.

Las temperaturas máximas variaron enormemente, desde los casi 18°C al comienzo del cultivo en marzo, hasta las sucesivas olas de calor a lo largo de todo el ciclo que han hecho a la estación registrar temperaturas de hasta 30°C en pleno abril, obteniéndose la más alta en Julio con 37,3°C. Sin embargo, es necesaria una matización pues este pico corresponde al 26 de julio, 11 días tras la recolección. El verdadero pico más alta se produjo el 10 de julio con 32,5°C. Este episodio afectó sobre todo a los cultivares más tardíos, ya que el resto estaba en estado de plena senescencia en ese momento.



El rango de temperaturas que menos ha variado han sido las mínimas, comenzado en alrededor de 8°C en marzo y terminado con 14°C en julio.

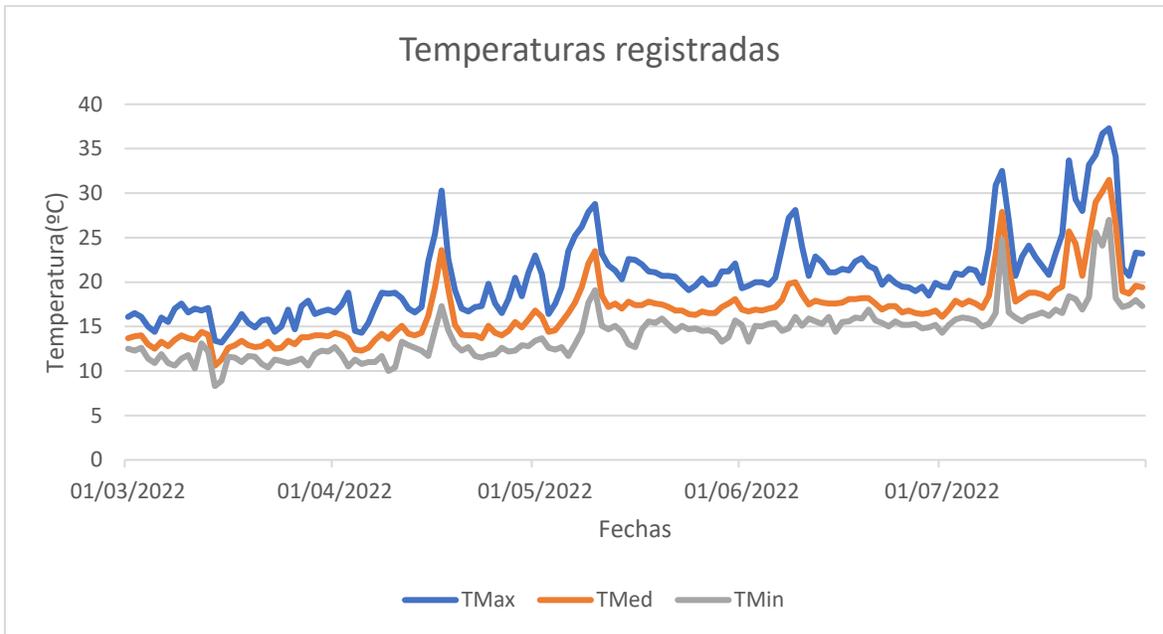


Figura 29. Evolución de las temperaturas durante el ensayo

La suma total de grados/día del periodo emergencia-recolección fue de 1261 grados/día, considerando una temperatura mínima del cultivo de 7°C y una máxima de 30°C.

En lo referente a la humedad relativa, se observan las bajadas correspondientes a las olas de calor de mediados de mayo, la primera semana de junio y de julio (Figura 30). Por lo demás los valores fueron relativamente estables.

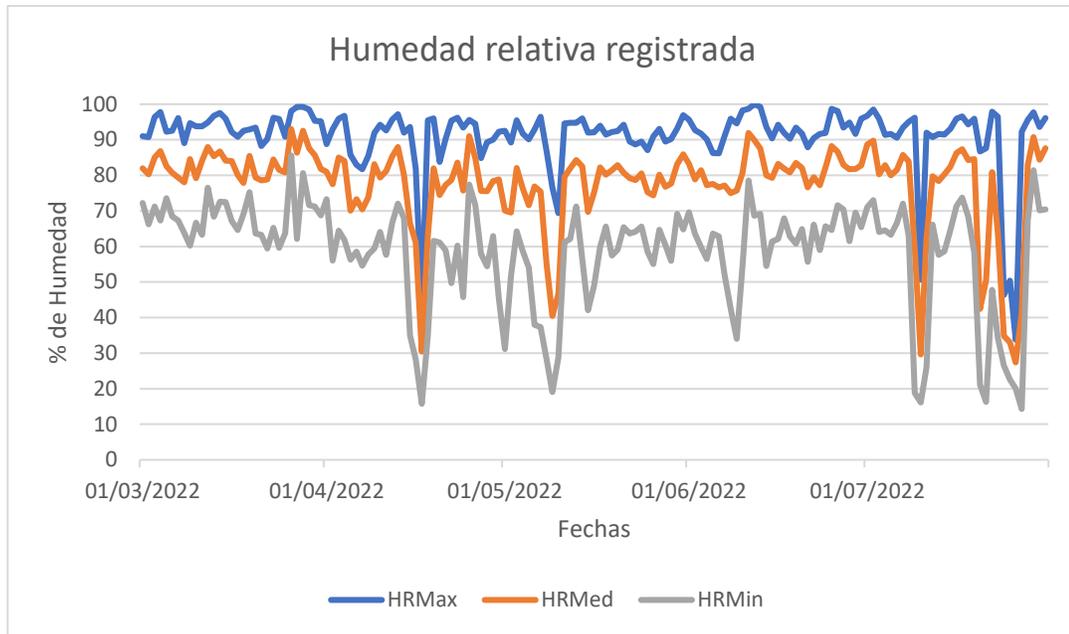


Figura 30. Evolución de la humedad relativa durante el ensayo

Las precipitaciones acumuladas registradas fueron de 96,6mm, concentrándose casi la mitad en el mes de marzo después de la siembra y antes de la emergencia, siendo el valor diario más alto de 24,6mm el 14 de marzo. Desde la emergencia, los valores fueron bastante discretos, sin superar los 10 mm/día en ningún caso. Los episodios de lluvia se dieron a principios de mayo y a principios de julio (Figura 31).



Figura 31. Evolución de las precipitaciones durante el ensayo.



Las condiciones favorables para la aparición de mildiu son: presencia de agua sobre las hojas (número de horas mojadas), temperaturas por encima de 10°C y humedades relativas por encima del 90% (Trujillo & Perera, 2019). A finales de abril y en varias ocasiones en el mes de junio se sucedieron una serie de días con condiciones favorables para la aparición de mildiu (Figura 32). Sin embargo, fueron de corta duración y seguidos de periodos con condiciones muy desfavorables (alta temperatura y baja humedad relativa) lo que pudo ocasionar que se observaran daños (mildiu fructificando en hoja) pero sin que los ataques progresaran demasiado.

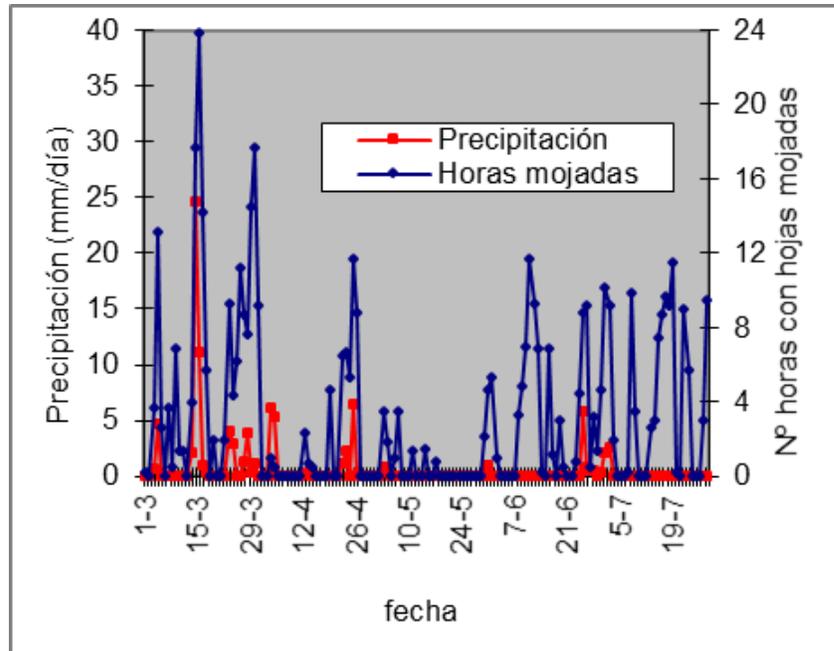


Figura 32. Evolución de la precipitación y el número de horas con las hojas mojadas.

En la Figura 33 se presenta la evapotranspiración de referencia (ET₀) calculada según el método de Penman Monteith FAO (Allen et al., 1998). El valor total de ET₀ durante el periodo fue de 512,1 mm, con una media de 4,06 m/día.

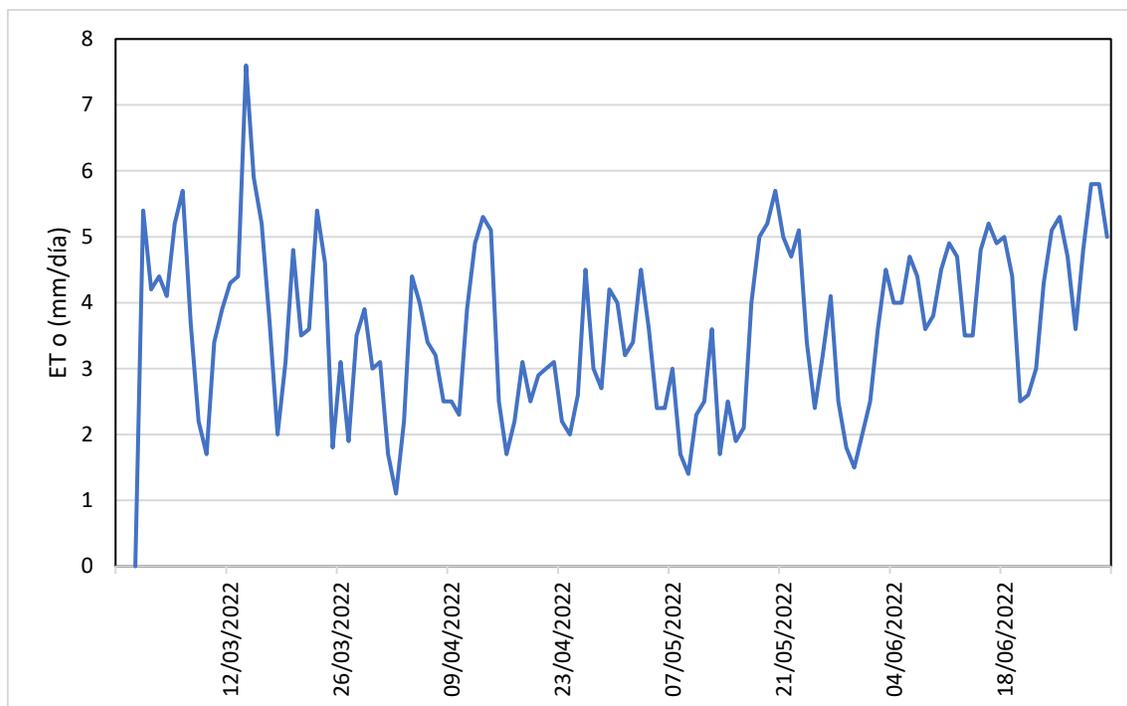


Figura 33. Evolución de la evapotranspiración de referencia durante el ensayo.

4.3 Material vegetal

Como se comentó en el resumen de este apartado, se solicitó a las 3 empresas que importan papa de semilla a Canarias material vegetal nuevo o poco ensayado. Respondieron 2 empresas. En total se ensayaron 10 cultivares y además se utilizó Red Cara como testigo, un cultivar bastante ensayado y conocido. La lista de los cultivares utilizados se encuentra recogida en la Tabla 8. La información específica de los cultivares se encuentra recogida en la sección 9.4.

Tabla 8. Cultivares ensayados junto con su ciclo y la casa comercial.

Cultivar	Distribución en Canarias	Obtentor / Productor de la Semilla	Ciclo
Alanis	PEP	Interseed	Medio tiempo tardío
Apache	COPACAN	Caithness	Medio tiempo temprano
Bermuda	PEP	IPM	Medio tiempo tardío
Buffalo	PEP	IPM	Medio tiempo tardío
Buster	PEP	Teagasc	Medio tiempo temprano
Caledonian Rose	COPACAN	Caithness	Medio tiempo
Chenoa	PEP	Interseed	Medio tiempo temprano
Red Cara	PEP	IPM Teagasc	Medio tiempo tardío
Skywalker	PEP	Cygnat	Medio tiempo temprano
Sunlight	PEP	IPM	Medio tiempo temprano



4.4 Diseño experimental

El diseño estadístico del ensayo fue similar a los realizados por Ríos et al. (2023) y Rodríguez et al. (2017), consistente en bloques al azar con 3 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos correspondieron a los cultivares ensayados. Cada unidad experimental constaba de 4 surcos de 4m de longitud, separados 70cm, con un total de 60 tubérculos (15 por surco). La superficie de la unidad experimental fue 11,2m² a excepción de una que por falta de material vegetal se decidió reducir a 3 surcos, quedando una superficie de 8,4m² (Se corrigió este efecto estadísticamente). En los extremos Este y Oeste de los bloques se plantaron entre 1 y 2 surcos de borde. En la Figura 34 se presenta el croquis del diseño.

Los datos del ensayo se sometieron en primer lugar a pruebas para comprobar la distribución normal de los valores obtenidos. Una vez comprobada la homocedasticidad y su distribución normal, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para el diseño elegido y se realizó una separación de medias mediante el método usando el Test de la diferencia significativa menor (LSD) para poder comparar con el cultivar testigo. El programa utilizado fue Stastitix 10 (Analytical Software www.statistix.com).



	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3
1.Alanis	1	4	10
2.Apache			
3.Bermuda	3	7	9
4.Buffalo			
5.Buster	6	8	8
6.Caledonian Rose			
7.Chenoa	9	5	7
8.Red cara			
9.Skywalker	4	3	6
10.Sunlight	10	2	5
	5	9	4
	8	1	3
	2	6	2
	7*	10	1

Figura 34. Croquis con la distribución de las unidades experimentales del ensayo.

*: Unidad experimental con 3 surcos en vez de 4.



4.5 Labores culturales

Las labores culturales que se realizaron en el ensayo fueron las habituales en la zona de cultivo, siendo las siguientes:

4.5.1 Preparación del terreno

Como labor previa, se realizó un pase con rotocultor suspendido a un tractor, aprovechando para incorporar estiércol de bovino a una dosis de 57t/ha (Figura 35).

Antes de la siembra se procedió a surcar el terreno con una surcadora, con la que se realizó surcos separados a 70cm y de 15-20 cm de profundidad. Tras el surcado se replanteó el ensayo, midiendo y marcando los bloques y las unidades experimentales.



Figura 35. Fotografía del terreno con el estiércol extendido, antes de incorporar.

4.5.2 Siembra

La siembra se realizó de forma semimecanizada con fecha 11 de marzo de 2022. Los tubérculos semilla se colocaron a mano de forma que quedaran 15 tubérculos por surco de 4 m, a 26 cm de separación entre plantas. Se realizó un abonado de fondo con un abono complejo aplicado a mano localizado entre los tubérculos. Finalmente se tapó usando un motocultor con un apero surcador modificado. Tras su paso se volvieron a marcar las unidades experimentales.



4.5.3 Riegos

Para el riego fue utilizado un sistema por aspersión (Figura 36) con difusores de 400l/h con una separación de 3x3m. La duración media de los riegos era de 45 minutos dos veces al día con ligeras variaciones en función de las condiciones meteorológicas.



Figura 36. Aspersores en pleno riego.

4.5.4 Aporcados

Se realizaron 2 aporcados a lo largo del ciclo de cultivo (finales de marzo y mediados de mayo) para mantener los tubérculos enterrados, además de para eliminar malas hierbas, protegerlos de plagas y fomentar la formación de estolones subterráneos.

4.5.6 Fertilización

Para el cálculo de la fertilización (Tabla 9) se partió de las extracciones del cultivo y una cosecha prevista de 50 t/ha, correspondientes a los mejores valores del último ensayo de papas realizado en la parcela (Rodríguez et al, 2017). Al no disponer de analítica del estiércol usado se asumió que correspondían un 25% de los requerimientos de nitrógeno, fósforo y potasio.

Se realizó una primera aplicación en la siembra con un abono complejo con nitrógeno estabilizado 14-7-17-2(Mg) (Nitrofoska Entec 14, con DMPP como inhibidor de la nitrificación) a una dosis de 84g/m². En la elección del abono se tuvo en cuenta un equilibrio entre nutrientes adecuado al



cultivo de papa y que tuviera una forma de que el nitrógeno aportado se liberara de forma controlada para evitar pérdidas por lavado. Como en la inmensa mayoría de los abonos complejos, tenía una cantidad de magnesio no necesaria al ser los aportes de este nutriente en el agua de riego a las necesidades del cultivo. La dosis de abono se ajustó para completar los aportes de fósforo calculados.

En el segundo aporcado se complementó el abonado con una cobertera con sulfato potásico y sulfato amónico a razón de 33 y 29 gramos/m², respectivamente para completar las necesidades de nitrógeno y potasio.

Tabla 9. Plan de abonado con fertilizantes químicos seguido en el ensayo

Fertilizante	g/ u. experimental	g/m ²	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
14-7-17-2MgO	1000	83,3	116,7	58,3	141,7	16,7
Sulfato potásico (0-0-50)	350	29,2	0,0	0,0	145,8	0,0
Sulfato amónico (21-0-0)	400	33,3	70,0	0,0	0,0	0,0
Total			186,7	58,3	287,5	16,7

4.5.7 Recolección

La recolección se realizó los días 14 y 15 de julio de 2022, a los 126 días de siembra, cuando todas las unidades experimentales tenían al menos el 50% de las plantas con síntomas de senescencia. La labor fue semimecanizado, usando una reja cavadora de papas para poner los tubérculos en la superficie y seguidamente ser recogidos a mano y depositado en sacos.

Estos sacos se disponían de manera ordenada en su parcela de unidad experimental (Figura 37) y eran pesados en el propio campo para anotar los datos. Una vez hecho esto se tomó un saco de cada unidad experimental como muestra representativa del cultivar para la medición de parámetros (destríos, calibres y materia seca). El resto de la cosecha se donó a asociaciones benéficas.



Figura 37. Sacos sobre su unidad experimental tras la recolección.

4.6 Parámetros analizados

Los parámetros medidos en este ensayo fueron los habitualmente utilizados en los ensayos oficiales que realiza la Unidad de Experimentación y Asistencia Técnica Agraria del Cabildo de Tenerife (Rodríguez et al., 2017; Ríos et al., 2023):

4.6.1 Nascencia

Se consideró como criterio de nascencia la presencia de brotes visibles. Se realizaron conteos semanales hasta que las unidades experimentales tenían más de 30 tubérculos con brotes visibles, que correspondería a más del 50%. Los conteos se realizaron desde los 18 días (aparición de los primeros brotes visibles) hasta los 39 días de la plantación (todas las unidades experimentales con más de un 50% de tubérculos con brotes visibles).

Con los datos semanales, se realizó una operación de interpolación lineal para la determinación del número de días para un 50% de nascencia. Este dato se calculó para cada unidad experimental.

4.6.2 Senescencia

Se considera que una planta está ya en estado de senescencia cuando la planta presenta un amarilleamiento generalizado con hojas secas. Se realizaron visitas periódicas para determinar por cada unidad experimental el número de plantas con síntomas de senescencia hasta que se



superaba el 50% de plantas en esa condición. Estos conteos tuvieron lugar desde los 91 a los 122 días tras la plantación

Se consideró que un cultivar en una unidad experimental había acabado su ciclo cuando se presentaran un 50% de senescencia entre las plantas. El número exacto se calculó por una operación de interpolación lineal para cada unidad experimental.

4.6.3 Producciones totales y comerciales

Para cada unidad experimental se pesó la producción total y la producción considerada no comercial en recolección (ver apartado 4.6.4) para cada unidad experimental, recogiendo los datos en un formulario para su tratamiento posterior (apartado 9.3) la cantidad de total de papas producidas por variedad y unidad experimental. Se consideraron papas comerciales aquellas que presentaban un estado óptimo para la comercialización independientemente del calibre.

4.6.4 Destríos

Se realizaron dos destríos para descartar tubérculos no comerciales. La primera fue en la recolección, pesando las papas con daños mecánicos o con calibres menores de 20mm. En el calibrado se realizó una segunda selección, donde se descartó material con defectos. Los defectos encontrados fueron sarna común y tubérculos con parte verdeada. La determinación de los destríos se hizo por unidad experimental.

4.6.5 Calibres

En el material que se separó de cada unidad experimental (un saco con aproximadamente 20 kg) se realizó un calibrado manual con tabla calibradora. Los calibres usados fueron 45, 60 y 80 mm. El primer calibre correspondería al criterio comercial normal en Tenerife para clasificar papas para arrugar (calibre menor de 45 mm). Los porcentajes se hallaron sobre la suma de los pesos que pasaban cada calibre y el que no pasaba el mayor (80 mm). Se obtuvieron así los siguientes intervalos: 20–45 mm, 45–60 mm, 60–80 mm y más de 80 mm.

4.6.6 Materia seca generada

Se determinó el porcentaje de materia seca de los tubérculos generada secando 3 muestras de entre 400-450gr por cultivar. El material se cortó en rodajas finas y se colocó en una estufa convectiva a 70°C durante 72 horas hasta lograr peso constante.



5 Resultados y discusión

5.1 Nascencia

La emergencia de la mayoría de cultivares, entre ellos el testigo, comenzó a partir de los 18 días tras plantación (dtp). Buster, Skywalker y Chenoa comenzaron la emergencia más tarde, entre 25 y 32 dtp (Figura 38). El periodo medio desde la siembra hasta la nascencia fue de 25 días.

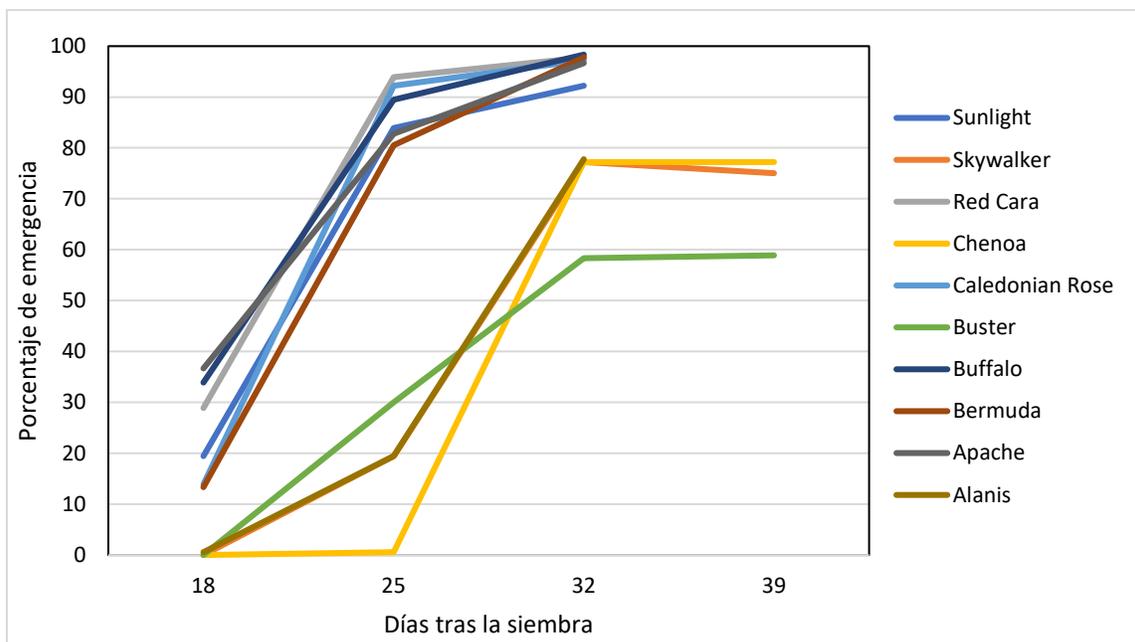


Figura 38. Valores medios de la evolución de la nascencia de los cultivares del ensayo.

Tabla 10. Número de días hasta alcanzar el 50% de emergencia.

Cultivar	días 50% nascencia	Porcentaje final nascencia
Alanis	28,7±0,4 a*	90 b
Apache	20,0±0,2 cd	100 a
Bermuda	21,6±0,9 b	100 a
Buffalo	19,9 ± 1,4 d	100 a
Buster	30 ± 0,6 a	60,6 d
Caledonian Rose	21,2 ± 0,9 bcd	100 a
Chenoa	29,0 ± 0,1 a	81,7 c
Red Cara	20,2 ± 1,0 cd	100 a
Skywalker	28,7 ± 0,6 a	78,9 c
Sunlight	21,3 ± 0,4 bc	100 a
DMS 95%	1,35	7,69
CV est (%)	3,2	14,3

*Desviación estándar

** Cultivares con la misma letra tienen valores estadísticamente similares (Prueba LSD 95%)



A los 39 días de la siembra se dio por terminada la toma de datos al no haber nuevas emergencias. En ese momento, los porcentajes de nascencia fueron del 100% en todos los cultivares salvo Alanis con un 90,0%, Chenoa con un 81,7%, Skywalker con un 78,9% y finalmente, Buster con sólo un 60,6%. Estadísticamente hubo 3 grupos, con los cultivares con un 100%, Alanis, Chenoa y Skywalker y luego Buster (Tabla 10).

Apache, Bermuda, Caledonian Rose, Red Cara y Sunlight tuvieron el 50% de emergencia entre 20 y 22 días, mientras que Alanis, Buster, Chenoa y Skywalker estuvieron en 29 y 30 días. Esos tres cultivares tuvieron una duración significativamente más alta que el resto de cultivares (Tabla 10). Los porcentajes finales de nascencia fueron bastante satisfactorios, con más de un 90%, salvo Chenoa con un 81,7%, Skywalker, con un 78,9% y Buster con un 61%.

5.2 Senescencia

Apache y Sunlight fueron los primeros cultivares en mostrar síntomas de senescencia a los 96 días (Figura 39), mientras que en Red Cara y Buster no aparecieron hasta los 112 días tras siembra.

El 50% de senescencia se obtuvo entre los 93 de Apache y los 120 días de Buster, teniendo Red Cara 118 días (Tabla 11). Red Cara y Buster tuvieron un ciclo significativamente más largo que el resto de cultivares ensayados. Apache tuvo un ciclo significativamente más corto que el resto de cultivares salvo Sunlight. De forma aproximada, la información suministrada por las casas comerciales fue cierta, siendo Apache y Sunlight los cultivares de ciclo corto y el resto de ciclo medio–largo.

Si comparamos estos datos con los obtenidos en otros ensayos en la misma zona, los ciclos fueron similares: Rodríguez et al (2017) encontraron un ciclo de 112 días para Druid, que sería un cultivar con un ciclo similar a Red Cara, siendo el valor más alto para Sunset, con 127 días.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta la fecha tardía de plantación (11 de marzo) y las condiciones climáticas durante el ensayo, en particular el episodio de altas temperaturas entre el 7 y el 12 de julio con una subida de temperatura de más de 20°C con respecto a los valores anteriores al 7, así como unos valores de humedad relativa bastante bajos con máximas por debajo del 50%. Este episodio pudo acelerar la finalización de ciclo. En la Figura 39 se observa que tanto Buster como Red Cara tuvieron una subida en el número de plantas senescentes entre el conteo de los 117 y 122 días, antes y después del episodio de calor.

Todos los cultivares se podrían considerar en esas condiciones que tuvieron un ciclo corto (90–120 días), salvo Buster y Cara, que corresponderían a un ciclo intermedio (120–150 días).

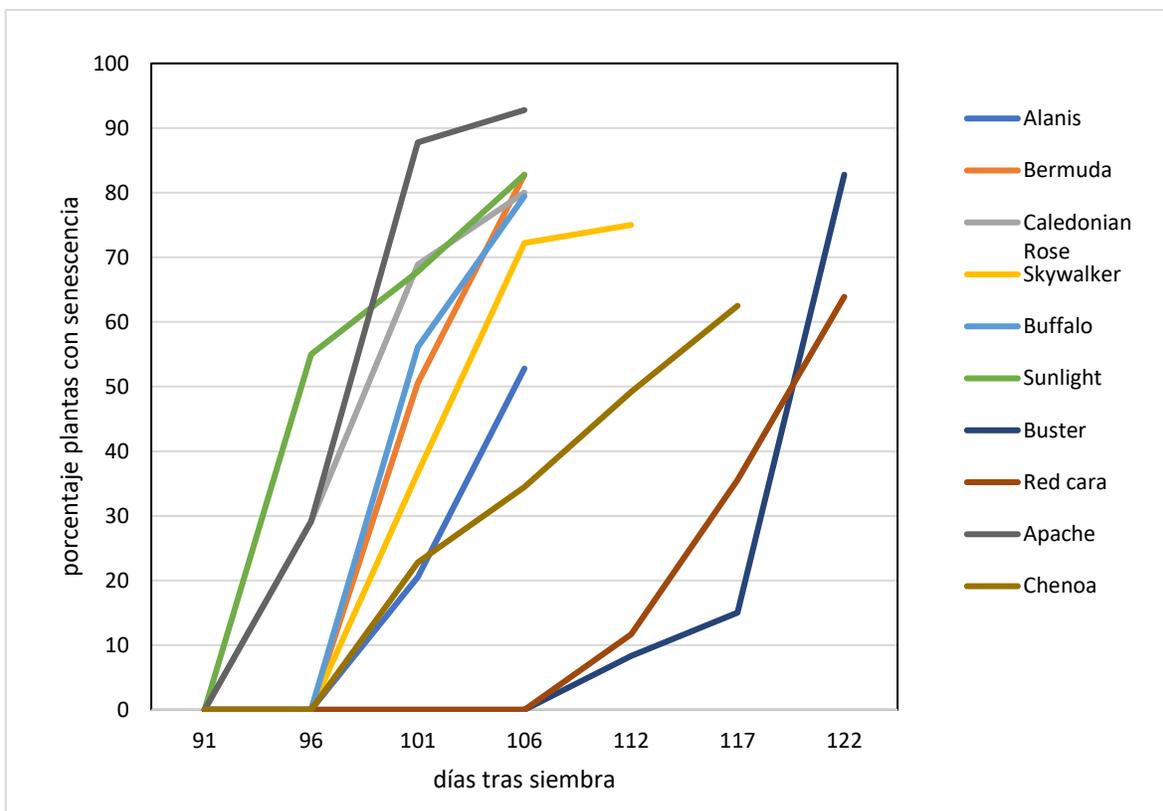


Figura 39. Valores medios de la evolución de la senescencia de los cultivares del ensayo.

Tabla 11. Número de días hasta el 50% de senescencia.

Cultivar	Número de días hasta el 50% de senescencia	
Alanis	107,5 ± 3,9*	b**
Apache	92,8 ± 1,7	f
Bermuda	101,8 ± 1,3	cde
Buffalo	100,0 ± 2,1	de
Buster	119,6 ± 0,5	a
Caledonian Rose	105,0 ± 1,5	bcd
Chenoa	107,0 ± 3,7	bc
Red Cara	118,1 ± 1,0	a
Skywalker	102,8 ± 4,3	bcde
Sunlight	97,3 ± 6,0	ef
DMS (95%)	5,5	
CV est. (%)	3,1	

*Desviación estándar.

** Cultivares con la misma letra tienen valores estadísticamente similares (Prueba LSD 95%).



5.3 Producción

El cultivar con la mejor producción total fue Buffalo, con 6,3kg/m², seguido por Buster, con 5,8kg/m². Skywalker, Apache y Caledonian Rose obtuvieron las producciones más bajas, entre 3,7 y 4,1kg/m², respectivamente (Tabla 12). Buffalo tuvo una producción total significativamente más alta que la de Red Cara, el testigo. El resto de cultivares no presentaron diferencias significativas con el testigo.

El comportamiento de la producción comercial (Tabla 12) fue similar a la total, siendo Buffalo el más productivo, con 6,1kg/m², seguido de Buster (5,5kg/m²). El resto de cultivares se movió entre 3,6 y 4,2kg/m², salvo Chenoa que se quedó en 3kg/m² y Sunlight con 4,6kg/m².

Estadísticamente, Buffalo y Buster tuvieron una producción comercial significativamente más alta que la del testigo Red Cara. El resto de cultivares tuvo una producción estadísticamente similar al testigo. Hay que destacar la alta producción de Buster teniendo en cuenta que tuvo un porcentaje menor de nascencia que el resto (Tabla 10).

Tabla 12. Producciones obtenidas en el ensayo.

Cultivar	Producción total		Producción comercial	
	kg/hectárea			
Alanis	47440	bc	41852	bcd
Apache	41280	c	36533	cd
Bermuda	42982	c	40185	cd
Buffalo	62839	a	61422	a
Buster	58720	ab	55564	ab
Caledonian Rose	41488	c	38540	cd
Chenoa	44785	c	30887	d
Red Cara	47259	bc	39253	cd
Skywalker	37946	c	36372	cd
Sunlight	50952	abc	46461	abc
CV estadístico (%)	18.99%		19.23%	

*Cultivares con la misma letra tienen valores estadísticamente similares (Prueba LSD 95%)

En general se puede considerar una producción bastante aceptable, con valores ligeramente mayores que los obtenidos en el 2017 en la misma finca (37– 53 t/ha de producción total y 17– 49 t/ha en producción comercial) (Rodríguez et al, 2017) y menores que los obtenidos en 2021 (44– 67t/ha) (Ríos et al., 2023). En este último ensayo se ensayó Buffalo, estando en la media alta de producciones (61 t/ha).

En otras zonas de España, las producciones comerciales de papa pueden estar entre 33 y 91t/ha (Lavilla & Macua, 2023).



5.4 Destríos

En lo referente a destríos (Figura 40), en recolección se retiraron fundamentalmente papas con daños mecánicos al recolectar (Red Cara y Chenoa) así como por papas menores de 20 mm (resto de cultivares). Chenoa tuvo una muy alta afección de daño mecánico, aunque se declara por la casa comercial como bastante resistente a estos problemas (Sección 9.5.7).

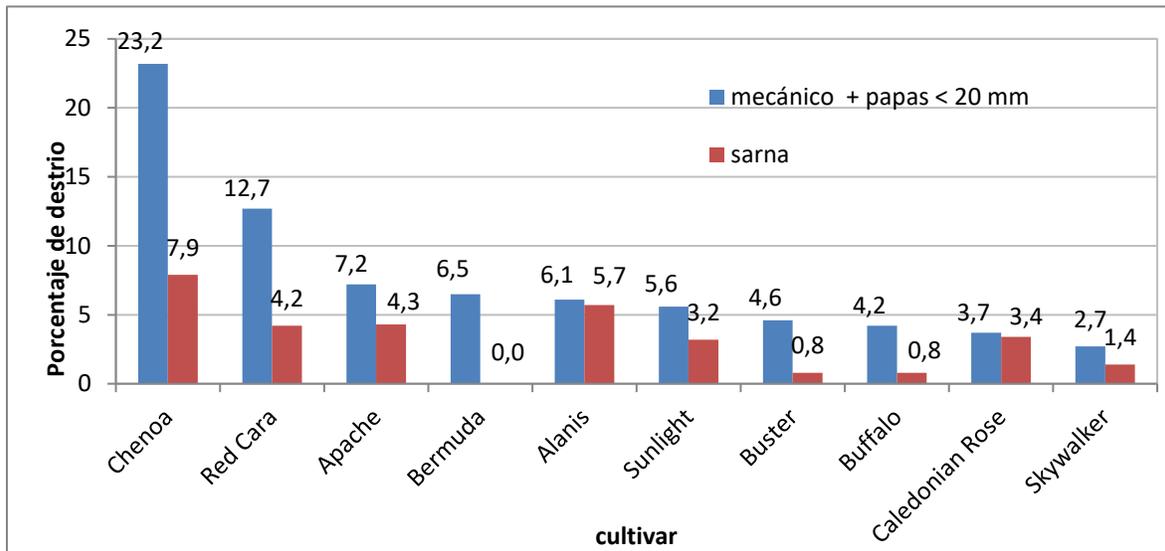


Figura 40. Valores medios de los destríos encontrados, ordenados de mayor a menor.

En el calibrado, el principal destrío fue el provocado por los daños por sarna. Bermuda, Buffalo y Buster no tuvieron papas con síntomas de sarna. Estos tres cultivares declaran una tolerancia a la sarna común entre 7 y 8 sobre 10 (ver sección 9.5). Este destrío suele ser el habitual en las parcelas de la finca donde se hizo el ensayo (Ríos et al., 2023). Se observó algo de verdeo en los cultivares Apache y Sunlight, probablemente por haber sido de los primeros en terminar el ciclo y haber pasado más tiempo los surcos al sol sin follaje.

El porcentaje total de destrío de todos los cultivares, estuvo entre el 31,1% de Chenoa y 17,0% de Red Cara y el 4,1% de Skywalker.

5.5 Calibres

En la Tabla 13. Distribución en calibres obtenidos en el ensayo. se presentan los valores medios de la distribución de calibres. Solo Apache y Chenoa superaron ligeramente un 10% de papas con calibre menor de 45mm, valores significativamente superiores a Bermuda, Buffalo, Buster y Red Cara. Chenoa concentró un 56% de las papas en el calibre 45– 60mm, un valor significativamente mayor que el resto de cultivares. Por el contrario, Buffalo, Buster y Red Cara no alcanzaron el 25% en ese calibre, un valor significativamente más alto que el resto. Ríos et al (2023) tuvieron un



comportamiento similar con menos de un 40% en ese calibre en los cultivares de ciclo medio o medio tardío.

Tabla 13. Distribución en calibres obtenidos en el ensayo.

Cultivar	20 - 45		45 - 60		60 - 80		> 80	
Alanis	6,1	bcd	36,9	bc	51,3	ab	5,7	c
Apache	11,6	a	43	b	44	b	1,4	c
Bermuda	3,2	d	33,7	bc	57	a	6,1	c
Buffalo	3,8	d	19	d	42,3	b	35	a
Buster	4,6	cd	23,5	d	48,7	ab	23,2	b
Caledonian Rose	8,4	abc	44,4	b	45,8	b	1,4	c
Chenóa	10,3	ab	55,7	a	30	c	4	c
Red cara	4,4	cd	19	d	52,1	ab	24,5	b
Skywalker	7,3	abcd	35,8	bc	52,4	ab	4,5	c
Sunlight	9,3	ab	39,4	bc	46,2	b	5,1	c
DMS (95%)	4,53		8,63		11		9,2	
CV est. (%)	38,3		14,4		13,7		48,2	

*: Cultivares con la misma letra tienen valores estadísticamente similares (Prueba LSD 95%)

El calibre dominante en todos los cultivares salvo Chenóa, fue el 60– 80 mm. Bermuda, Red Cara, Alanis y Skywalker concentraron más de la mitad de la producción en ese calibre. Ríos et al (2023) obtuvieron valores similares, de un 43% a un 69% en ese calibre.

Buffalo, Red Cara y Buster tuvieron más de un 20% de papas de calibre mayor de 80mm, destacando Buffalo con un tercio del peso total en ese calibre, un valor significativamente mayor que el resto de cultivares ensayados. Por el contrario, Apache y Caledonian Rose prácticamente no tuvieron papas de más de 80mm. Ríos et al (2023) tuvieron un comportamiento similar en Buffalo con un 39% de papas en ese calibre, comparado con un 14% del testigo Druid.

Todos los cultivares concentraron al menos el 80% de los tubérculos en los calibres 45– 80mm, salvo Buffalo, Buster y Red Cara debido a su alta cantidad de papas mayores de 80mm, en especial Buffalo, como se señaló arriba. En la Figura 41 se presentan los calibres de los cultivares ensayados, ordenados de mayor a menor cantidad de papa con calibre por debajo de 60mm.

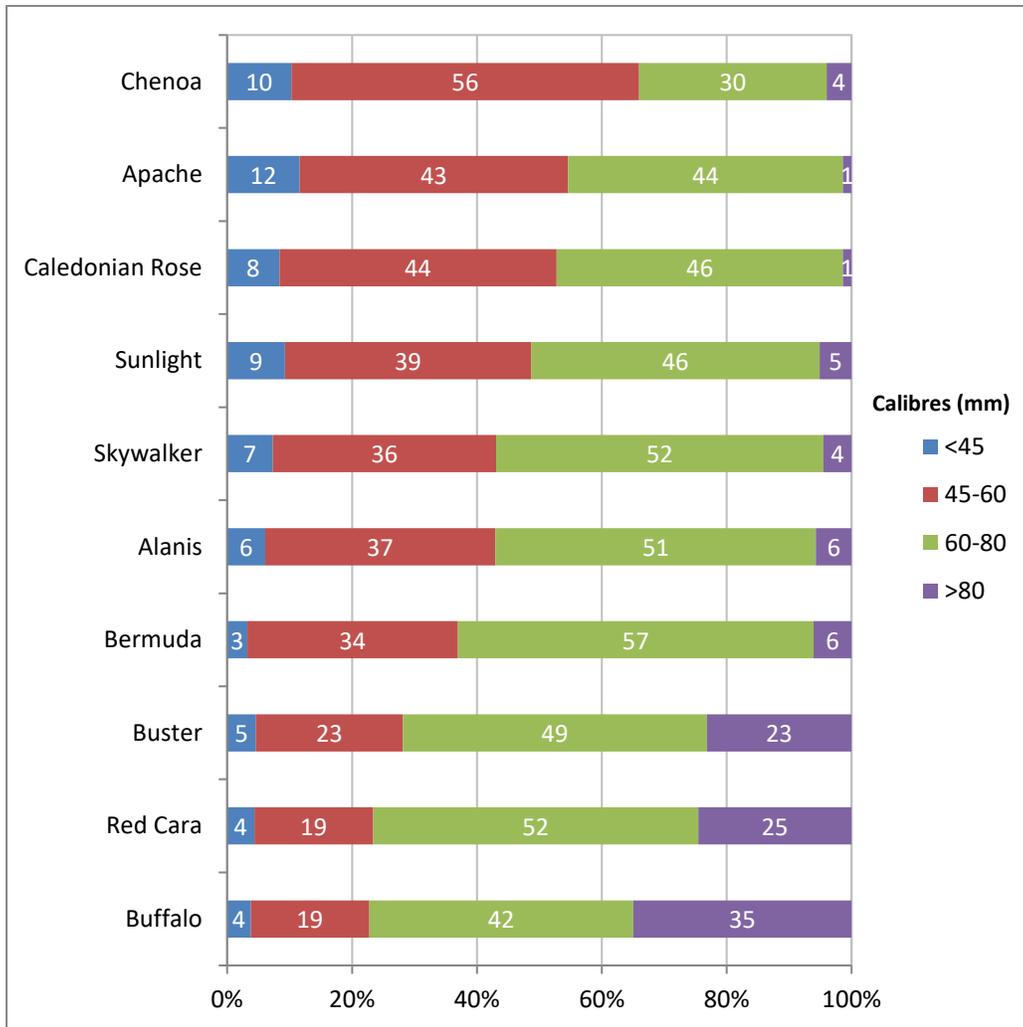


Figura 41. Distribución de calibres, ordenados de mayor a menor cantidad de papas por encima de 60mm.

5.6 Materia seca

Se suele relacionar la calidad organoléptica de una papa con el porcentaje de materia seca de los cultivares, dependiendo este parámetro del cultivar, las condiciones edafoclimáticas y del cultivo (Haverkort, 2018). Así Santos et al. (2021) encontraron un contenido de materia seca muy bajo en cultivares atacados por mildiu en la etapa de llenado del tubérculo, con valores inferiores al 15%.

Por otra parte, en un ensayo de cultivares en las mismas condiciones de cultivo, los cultivares con mejores resultados en frito fueron los que tenían un menor porcentaje de materia seca, por lo que la relación directa entre la materia seca y la calidad organoléptica no siempre está tan clara (González et al., 2022).

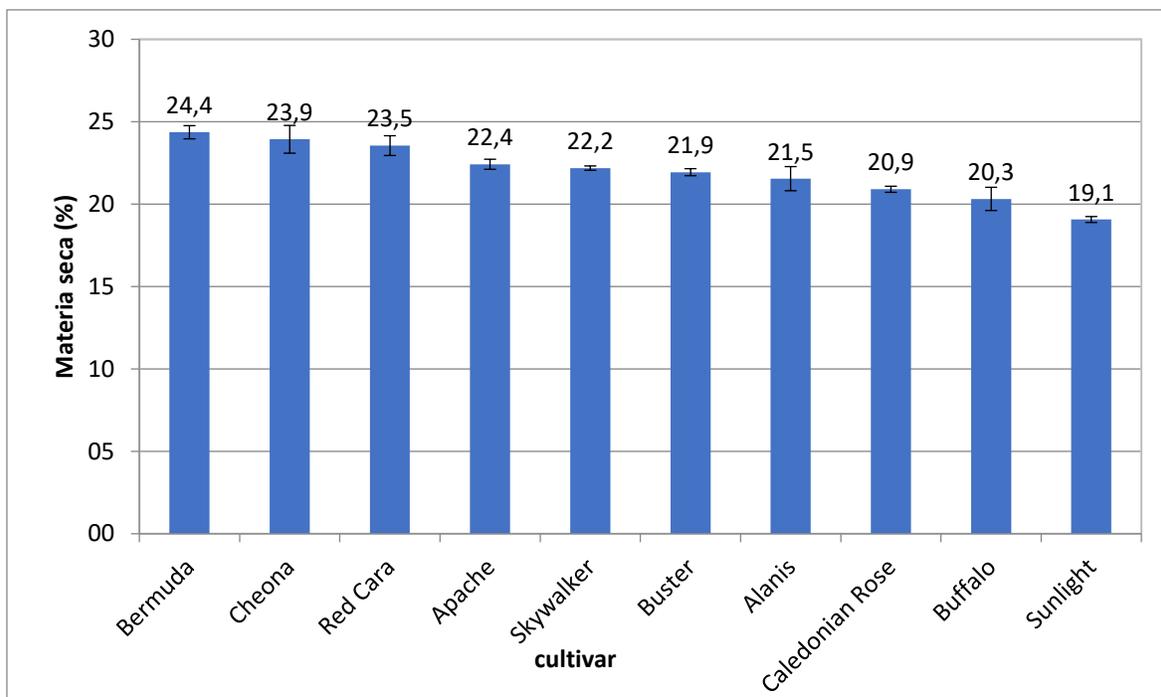


Figura 42. Contenido en materia seca de los cultivares ensayados, de mayor a menor. Se muestran las desviaciones estándar como barras de error.

En este ensayo, el mayor porcentaje de materia seca correspondió a Bermuda (Figura 42), con un 24,4%, seguido de Cheona y Red Cara, con un 23,9% y 23,5%, respectivamente. Sólo Sunlight no alcanzó el 20% de materia seca (Tabla 14).

Tabla 14. Contenido de materia seca de los cultivares ensayados.

Variedad	Porcentaje de materia seca(%)	
Bermuda	24,4 ± 0,31*	a**
Cheona	23,9 ± 0,84	a
Red cara	23,5 ± 0,6	a
Apache	22,4 ± 0,31	b
Skywalker	22,2 ± 0,13	b
Buster	21,9 ± 0,22	b
Alanis	21,7 ± 1,06	bc
Caledonian Rose	20,9 ± 0,19	cd
Buffalo	20,3 ± 0,71	d
Sunlight	19,1 ± 0,22	e

*Desviación estándar.

** Cultivares con la misma letra tienen valores estadísticamente similares (Prueba LSD 95%).

Estos valores se pueden considerar, en general satisfactorios. Ríos et al (2023) obtuvieron en la misma zona valores entre 18,1% en Sensation, un cultivar de ciclo corto a un 22,4% a 25,6% en el



resto de cultivares. Santos et al (2020) en un ensayo de material de ciclo corto en la zona sur de Tenerife, que normalmente tiene unos porcentajes de materia seca relativamente bajos, entre un 17,7% en el testigo Spunta y un 20,3% en el cultivar Sunlight.

En un ensayo de variedades de ciclo corto en el sur de Tenerife (zona alta de Adeje) en riego, los porcentajes de materia seca estuvieron entre el 17,7% y el 21,3%, correspondiendo a Sunlight un 20,7%, estando en la media alta de los cultivares ensayados (Santos et al., 2021).

No se observó una relación clara entre el contenido de materia seca y el ciclo de cultivo, aunque Sunlight tuvo el valor más bajo de materia seca con el ciclo más corto: Sin embargo, Buster con el ciclo más largo, no obtuvo el mayor porcentaje de materia seca. La finalización del ciclo antes de lo normal puede haber influido en los resultados, al ser las últimas etapas del cultivo las más importantes en el llenado del tubérculo cultivo (Haverkort, 2018).



6 Conclusiones

Dado los resultados del ensayo y las mediciones realizadas se concluye que:

- Las variedades Alanis, Buster, Skywalker y Chenoa emergieron significativamente más tarde que el resto de cultivares.
- Buster y Red cara fueron los cultivares más tardíos mientras que Apache y Sunlight los más tempranos.
- En cuanto a la producción total, solo Buffalo, con 6,3 kg/m² tuvo una producción significativamente más alta que el testigo, Red Cara, que produjo 4,7 kg/m².
- La mayoría de los destríos realizados en todos los cultivares fueron debido a daños mecánicos y a tubérculos con calibre menor de 20 mm. Chenoa fue el cultivar con mayor destrío con un total de 31,1% de la producción. El resto de cultivares sin contar el testigo no superaron el 12% total.
- El calibre dominante en todos los cultivares salvo Chenoa, fue el 60– 80mm. Buffalo, Red Cara y Buster tuvieron más de un 20% de papas de calibre mayor de 80 mm, destacando Buffalo con un tercio del peso total en ese calibre, un valor significativamente mayor que el resto de cultivares ensayados. Por el contrario, Apache y Caledonian Rose prácticamente no tuvieron papas de más de 80mm. Todos los cultivares concentraron al menos el 80% de los tubérculos en los calibres 45– 80mm, salvo Buffalo, Buster y Red Cara debido a su alta cantidad de papas mayores de 80mm.
- El mayor porcentaje de materia seca correspondió a Bermuda, con un 24,4%, seguido de Chenoa y Red Cara, con un 23,9% y 23,5%, respectivamente. Sólo Sunlight no alcanzó el 20% de materia seca.



7 Conclusions

Given the results of the test and the measurements carried out, it is concluded that:

- The varieties Alanis, Buster, Skywalker and Chenoa emerged significantly later than the rest of the cultivars.
- Buster and Red Cara were the latest cultivars while Apache and Sunlight are the earliest.
- Regarding total production, only Buffalo, with 6.3 kg/m², had a significantly higher production than the control, Red Cara, which produced 4.7 kg/m².
- Most of the damage carried out on all cultivars was due to mechanical damage and to tubers with a caliber of less than 20 mm. Chenoa was the cultivar with the greatest destruction with a total of 31,1% of production. The rest of the cultivars without counting the control did not exceed 12% total.
- The dominant size in all the cultivars except Chenoa, was 60–80 mm. Buffalo, Red Cara and Buster had more than 20% of potatoes larger than 80 mm, with Buffalo standing out with a third of the total weight in that size. , a value significantly higher than the rest of the cultivars tested. In contrast, Apache and Caledonian Rose had virtually no potatoes larger than 80 mm. All cultivars concentrated at least 80% of the tubers in sizes 45–80 mm, except Buffalo, Buster and Red Cara due to their high number of potatoes larger than 80 mm.
- The highest percentage of dry matter corresponded to Bermuda, with 24,4%, followed by Chenoa and Red Cara, with 23,9 and 23,5%, respectively. Only Sunlight did not reach 20% dry matter.



8 Bibliografía

Agudelo Serrano, M. M. (2004). *Estudio de la incidencia del empaque en la vida útil de la fécula de papa (solanum tuberosum)*(Trabajo fin de grado, Universidad nacional abierta y a distancia).

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. & Smith. M. (1998). *Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements*. FAO irrigation and drainage paper 56. FAO. Roma.

Alonso Arce, F. (2002). *El cultivo de la patata*. Ed. Mundi-Prensa.

Alor, N., Marquinez, R., & de Galarreta, J. I. R. (2014). Mildiu de la patata, una enfermedad en evolución. *Ciencia & Desarrollo*, (17), 99-103.

Ayers, R. S. & Westcot, D. W. (1985). *Water quality for agriculture*. Rome: Food and agriculture organization of the United Nations.

Beukema, H. P. & van der Zaag, D. E. (1990). *Introduction to potato production* (No. Ed. 2, pp. 208-pp). Wageningen: Pudoc.

Cutter, E. G. (1978). *Structure and development of the potato plant*. In *The potato crop: the scientific basis for improvement* (pp. 70-152). Boston, MA: Springer US.

CygnnetPB . (2023, 10 de diciembre). *Skywalker*. <https://cygnnetpb.com/varieties/skywalker>.

De Bruyn, O. (1952). A new potato virus. In *Proceedings of the Conference on Potato Virus Diseases, Wageningen-Lisse 1951* (pp. 83-84).

Delgado Rimas, Y. (2018). *Aplicaciones de almidones nativos y modificados en la industria láctea y cárnica*.(Trabajo fin de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina).

Directiva 66/403/CEE del Consejo, de 14 de junio de 1966, relativa a la comercialización de patatas de siembra. *Diario oficial de la Unión Europea*, 338, de 11 de julio de 1966. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:31966L0403>.

González Padrón, S. (2019). *Ensayo agronómico de once variedades de papas comerciales, Solanum tuberosum L., en el término municipal de San Cristóbal de La Laguna*.(Trabajo fin de grado, Universidad de la Laguna).

Hack, H., Gall, H., Klemke, T. H., Klose, R., Meier, U., Stauss, R. & Witzemberger, A. (1993). The BBCH scale for phenological growth stages of potato (*Solanum tuberosum* L.). In *Proceedings of the 12th annual congress of the European Association for Potato Research* (pp. 153-154). Quedlinburg, Germany: Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry.

Harris, P. M. (2012). *The potato crop: the scientific basis for improvement*. Ed. Springer Science & Business Media.

Haverkort, A. J. (2018). *Potato handbook: crop of the future*. Ed. Aardappelwereld BV.

Hawkes, J. G. (1990). *The potato: evolution, biodiversity and genetic resources*. Belhaven Press.

Hawkes, J.G. (1967). Masters Memorial Lecture, 1966. The history of the potato. Part I. *Journal of the Royal Horticultural Society* 92(5): 207–224.



- Hiller, L. K., Koller, D. C. & Thornton, R. E. (1985). Physiological disorders of potato tubers. In *Potato physiology*, 389-455.
- Horneck, D. & Rosen, C. (2008). Measuring nutrient accumulation rates of potatoes—tools for better management. *Better Crops*, 92(1), 4-6.
- Interseed.de. (2023, 10 de diciembre). *Alanis*. https://www.interseed.de/files/content/downloads/AGR_Sortenblatt_Interseed_Sortenflyer%20A4%20Alanis%202019%20engl.pdf
- Jaarsma, R., de Vries, R. S. & de Boer, A. H. (2013). Effect of salt stress on growth, Na⁺ accumulation and proline metabolism in potato (*Solanum tuberosum*) cultivars. *PLoS one*, 8(3), e60183.
- Jarén Morilla, C. (2017). *Manejo del riego con aguas salinas en el cultivo de la patata*. (Trabajo fin de grado, Universidad de Sevilla). <https://idus.us.es/handle/11441/70623>
- Kirk, W. W. & Wharton, P. S. (2014). 11 fungal and bacterial disease aspects in potato production. In *Potato: Botany, Prod. Uses*, 167.
- Koch, M., Naumann, M., Pawelzik, E., Gransee, A. & Thiel, H. (2020). The importance of nutrient management for potato production Part I: Plant nutrition and yield. *Potato research*, 63(1), 97-119.
- Kooman, P. L. & Haverkort, A. J. (1995). Modelling development and growth of the potato crop influenced by temperature and daylength: LINTUL-POTATO. In *Potato Ecology And modelling of crops under conditions limiting growth: Proceedings of the Second International Potato Modeling Conference, held in Wageningen 17–19 May, 1994* (pp. 41-59). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Lavilla, P. & Macua, I. (2023). Evaluación agronómica y de calidad industrial de cultivares de patata ensayados en Aragón. Campaña 2020. p. 199-208. En: Santos, B., Raya, V., Trujillo, L., Ríos, D., González, T., & Molina, S. (Coords). L Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura. Secretaría General Técnica. *Centro de Publicaciones Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*. 432 p.
- Levy, D. & Veilleux, R. E. (2007). Adaptation of potato to high temperatures and salinity—a review. *American journal of potato research*, 84, 487-506.
- Maroto, J. V. (1995). *Horticultura herbácea especial*. Ed. Mundi-Prensa.
- Martins, R. (1976). *New archaeological techniques for the study of ancient root crops in Peru*. *Doctoral dissertation*. University of Birmingham.
- Mascarell, J., Díaz, A. & Díaz, M.E. (1993). Muestreo de suelos, aguas y foliares con fines agrícolas. *Manuales Técnicos*. Secretaría General Técnica. *Consejería de Agricultura y Alimentación*. 55 p.
- McGill, C. R., Kurilich, A. C. & Davignon, J. (2013). The role of potatoes and potato components in cardiometabolic health: A review. *Annals of medicine*, 45(7), 467-473.
- Meier, U., Bleiholder, H., Buhr, L., Feller, C., Hack, H., Heß, M., D. Lancashire, P., Schnock, U., Stauß, R., Van den Boom, P., Weber, E. & Zwerger, P. (2009). The BBCH system to coding the



phenological growth stages of plants—history and publications. *Journal für Kulturpflanzen*, 61(2), 41-52.

Mendoza, M. A. C. (1996). La patata en Canarias. *Agricultura: Revista agropecuaria y ganadera*, (763), 166-168.

Mikitzel, L. (2014). Tuber physiological disorders. In *The Potato: Botany, Production and Uses*, 237-254. <https://doi.org/10.1079/9781780642802.0237>

Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. *Análisis de campaña de la patata 2023*. https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/analisisdecampanadepatata202328denoviembre2023_tcm30-667396.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2008). *Año internacional de la Papa*.

Potatobusiness.com. (2023, 10 de diciembre). *TEAGASC and IPM develop pcn-resistant potato variety*. <https://www.potatobusiness.com/agro-news/teagasc-and-ipm-develop-pcn-resistant-potato-variety>.

Potatopro.com. (2023, 10 de diciembre). *Chenoa*. <https://www.potatopro.com/potato-varieties/chenoa>.

Prat, S. (2010). Hormonal and daylength control of potato tuberization. In *Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action!* (pp. 574-596). Dordrecht: Springer Netherlands.

Real Decreto 1051/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas para la nutrición sostenible en los suelos agrarios. *Boletín oficial del Estado*, 312, de 29 de diciembre de 2022. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2022-23052>.

Real Decreto 27/2016, de 29 de enero, por el que se aprueba el Reglamento técnico de control y certificación de patata de siembra. *Boletín oficial del Estado*, 26, de 30 de enero de 2016. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2016/01/29/27>.

Real Decreto 31/2009, de 16 de enero, por el que se aprueba la norma de calidad comercial para las patatas de consumo en el mercado nacional y se modifica el anexo I del Real Decreto 2192/1984, de 28 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de aplicación de las normas de calidad para las frutas y hortalizas frescas comercializadas en el mercado interior. *Boletín oficial del Estado*, 21, de 25 de enero de 2009. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2009/01/16/31/con>.

Ríos Mesa, D. & Santos Coello, B. (2023). *Apuntes de horticultura olerícola*.

Ríos Mesa, D. (2012). Las papas antiguas de Canarias: origen y diversidad. *Agricultura en Canarias. Conciliando tradición y ciencia*, Santa Cruz de Tenerife, Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias, 11-41.

Ríos, D., Devaux, A. & Ruiz de Galarreta, J. I. (2023). Ancient Potato Varieties of the Canary Islands: Their History, Diversity and Origin of the Potato in Europe. *Potato Research*, 1-32.

Ríos, D., Ravelo, B. & Santos, B. (2023). Comportamiento agronómico de cultivares de papa blanca en la zona noreste de Tenerife. Campaña 2021. p. 180-186. En: Santos, B., Raya, V., Trujillo, L., Ríos, D., González, T. & Molina, S. (Coords). *L Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura*.



Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 432 p.

Rodríguez, S., Santos, B. & Ríos, D. (2017). Ensayo de variedades de papa. Campaña 2017. *Información Técnica. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife*. 18 p.

Santos, B., Saavedra, O., Suarez, T., Coello, A. & Solaz, C. (2014). ¿Cómo tomar muestras de suelo?. *Información Técnica. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife*. 2 p.

Santos, B., Trujillo, L. & Perera, S. (2021). Ensayo de variedades de papa blanca de ciclo corto. *Información Técnica. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife*. 18 p.

Science and Advise for Scottish Agriculture (SASA). (2023, 10 de diciembre) *The European cultivated potato database*. <https://www.europotato.org/varieties>.

Solana.de. (2023, 10 de diciembre). *Sunshine*. https://www.solana.de/kartoffelsorten-detail_en/items/sunshine.html#:~:text=Sunshine%20is%20a%20very%20early,its%20very%20early%20skin%20finish.

Trujillo, E. & Perera, S. (2019). Manejo integrado de plagas y enfermedades en cultivos de papa. *Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife*. 28 p.

Van de Vossenbergh, B. T., Prodhomme, C., Vossen, J. H. & van der Lee, T. A. (2022). *Synchytrium endobioticum*, the potato wart disease pathogen. *Molecular Plant Pathology*, 23(4), 461-474.

van den Berg, R. & Groendijk-Wilders, N. (2014). Taxonomy. *Navarre R, Pavek MJ, the potato: botany. CAB International Publishing, Surrey, USA, Production and Uses*, 12-28.



9 Anexos

9.1 Analítica de suelo

En este anejo, se presenta la analítica de suelo de la parcela experimental donde se ha realizado el ensayo. El análisis han sido realizado en el Instituto de Productos Naturales y Agrobiología del CSIC.

Los datos de la analítica fueron utilizados para el apartado 4.2.1.



CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
Instituto de Productos Naturales y Agrobiología – C.I.F. Q2818002D
Dir: Avda. Astrofísico Francisco Sánchez, 3 – 38206 – La Laguna – Tenerife
Tel: 922 474341. Móvil: 649 283194
E-mail: mercedes@ipna.csic.es

ANÁLISIS DE SUELOS

Interesado: UBAY-ULL.

Domingo Ríos

Entrada 21/01/2022

Suelos	pH	% MO	ppm P ₂ O ₅	Ext. Ac. NH ₄ pH = 7 (meq/100g)				CE (SAT) mS/cm	% SAT
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺		
1. S2013	7.8	2.0	19	11.0	5.1	3.2	1.4	0.82	39
2. S2014	7.7	2.5	23	10.8	4.9	3.0	1.3	0.71	40

En La Laguna 18 de febrero de 2022

Fdo. Dra. María Mercedes Hernández González

HERNANDEZ GONZALEZ MARIA
MERCEDES - 78415465R

Firmado digitalmente por HERNANDEZ
GONZALEZ MARIA MERCEDES - 78415465R
Fecha: 2022.02.18 12:08:24 Z





9.2 Analítica de agua

En el presente anejo, se adjunta la analítica del agua de riego de la parcela experimental donde se ha realizado el ensayo. El análisis han sido realizado en el Instituto de Productos Naturales y Agrobiología del CSIC.

Los datos de la analítica fueron utilizados para el apartado 4.2.2.



Área de Agricultura, Ganadería y Pesca
Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural



CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
Instituto de Productos Naturales y Agrobiología de Canarias

ANÁLISIS DE AGUA Ensayo papas 2022-1					
Conductividad CE (25 °C).....1099 microS/cm					
pH.....7.7					
CATIONES			ANIONES		Observaciones
	ppm	meq/L			
Calcio (Ca ²⁺)	5.1	0.25	Carbonato (CO ₃ ²⁻)	No detectable	
Magnesio (Mg ²⁺)	41.3	3.4	Bicarbonato (HCO ₃ ⁻)	348	5.7
Sodio (Na ⁺)	143	6.2	Sulfato (SO ₄ ²⁻)	14 ppm	
Potasio (K ⁺)	35	0.89	Cloruro (Cl ⁻)	175	5.0
			Fosfato (PO ₄ ³⁻)	No detectable	
			Nitratos (NO ₃ ⁻)	No detectable	
			Nitritos (NO ₂ ⁻)	No detectable	



9.3 Formulario de toma de datos de producciones y destríos

A continuación se presenta el formulario de la toma de datos de producciones y destríos del ensayo realizado. Los datos de este formulario fueron utilizados para el cálculo de la producción comercial y total (5.3), así como el porcentaje de destrío de cada variedad (5.4).

Responsable toma datos: Ubay Almeida de la cruz

Parámetro: Kilogramos

Fecha: 15 y 16 de julio de 2022

Bloque I		Bloque II		Bloque III	
1 PT: 44,7kg Desechar: 1kg	4 PT: 55,4kg Desechar: 0 kg	10 PT: 50,9kg Desechar: 2kg			
3 PT: 51,36g Desechar: 2,56kg	7 PT: 43kg Desechar: 4,9kg	9 PT: 40kg Desechar: 1kg			
6 PT: 50,6kg Desechar: 0kg	8 PT: 53,3kg Desechar: 4,4kg	8 PT: 45,7kg Desechar: 4,6kg			
9 PT: 56,9kg Desechar: 1,2kg	5 PT: 70,9kg Desechar: 4,5kg	7 PT: 43,3kg Desechar: 7,5kg			
4 PT: 83,04g Desechar: 3kg	3 PT: 54,16kg Desechar: 4,5kg	6 PT: 33 kg Desechar: 3,7			
10 PT: 58.7kg Desechar: 3,4 kg	2 PT: 28,5 kg Desechar: 0,5 kg	5 PT: 68,5 kg Desechar: 0,9 kg			
5 PT: 57,9 kg Desechar: 3,70 kg	9 PT: 30,6 kg Desechar: 1,3 kg	4 PT: 72,7 kg Desechar: 5,9 kg			
8 PT: 59,79 kg Desechar: 10,70 kg	1 PT: 61,3 kg Desechar: 5,5	3 PT: 38,9 kg Desechar: 2,3 kg			
2 PT: 61,9 kg Desechar: 8 kg	6 PT: 55,8 kg Desechar: 1,5 kg	2 PT: 48,3 kg Desechar: 1,5 kg			
7* PT: 36,1 kg Desechar: 4,8 kg	10 PT: 61,6 kg Desechar: 4,2 kg	1 PT: 53,4 kg Desechar: 3,2 kg			

*: Ojo: 3 surcos

1: Alanis / 2: Apache 3 / Bermuda 4 / Buffalo 5 / Buster 6 / Caledonian / 7: Chenoa / 8: Red Cara / 9: Skywalker / 10: Sunlight



9.4 Formulario de toma de datos de materia seca

Aquí se recoge el formulario utilizado para la toma de datos para la elaboración de la sección 5.6.

VARIEDAD	CÓDIGO	PESO BANDEJA	PESO MUESTRA con bandeja	POST DESECACIÓN CON BANDEJA	% MATERIA SECA	% MATERIA SECA (media)
1. Alanis	1.1	16,60	448,27	112,82	22,29%	21,54%
	1.2	16,60	425,66	101,79	20,83%	
	1.3	16,42	408,25	100,72	21,51%	
2. Apache	2.1	21,50	439,70	113,83	22,08%	22,42%
	2.2	21,66	431,66	114,59	22,67%	
	2.3	21,80	428,29	113,32	22,51%	
3. Bermuda	3.1	21,38	439,39	125,02	24,79%	24,36%
	3.2	21,90	433,45	121,84	24,28%	
	3.3	21,84	430,46	119,93	24,01%	
4. Buffalo	4.1	21,98	436,36	102,80	19,50%	20,32%
	4.2	16,52	438,75	104,18	20,76%	
	4.3	16,85	446,23	105,66	20,68%	
5. Buster	5.1	16,48	441,35	108,95	21,76%	21,94%
	5.2	16,60	434,75	108,06	21,87%	
	5.3	16,60	429,10	108,08	22,18%	
6. Caledonian Rose	6.1	16,25	417,42	100,15	20,91%	20,90%
	6.2	16,45	436,65	105,02	21,08%	
	6.3	16,56	432,99	102,80	20,71%	
7. Chenoa	7.1	16,35	429,38	119,04	24,86%	23,93%
	7.2	16,40	418,02	109,66	23,22%	
	7.3	16,37	418,29	111,70	23,72%	
8. Red Cara	8.1	16,28	437,06	115,85	23,66%	23,55%
	8.2	16,46	422,25	109,39	22,90%	
	8.3	16,52	429,94	116,09	24,08%	
9. Skywalker	9.1	16,55	436,70	109,19	22,05%	22,18%
	9.2	16,45	430,76	108,87	22,31%	
	9.3	16,36	424,78	107,01	22,20%	
10. Sunlight	10.1	16,37	430,84	94,57	18,87%	19,07%
	10.2	16,46	428,98	95,30	19,11%	
	10.3	16,50	424,00	94,81	19,22%	



9.5 Fichas varietales

Se han elaborado 9 fichas varietales a partir de los datos del ensayo, las fichas disponibles de las empresas productoras de la semilla y de los catálogos europeos y británicos de papa de siembra. Las fotografías han sido realizadas a lo largo del ensayo y pertenecen a material del ensayo.



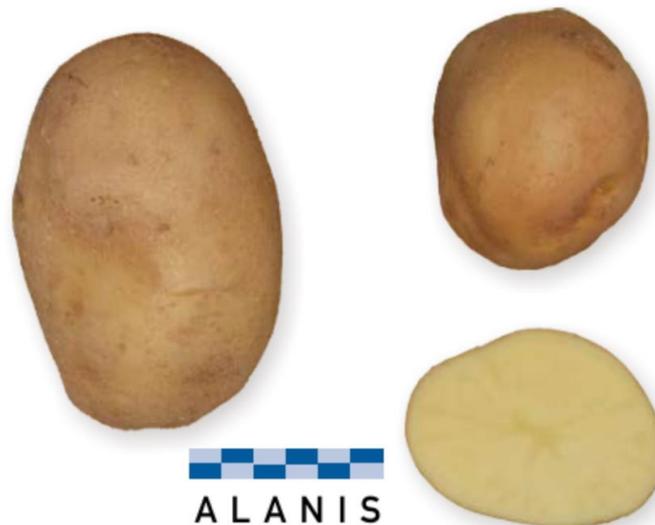
9.5.1 Alanis

Parentales: Heg93-3 x Bru93-136

Maduración: Medio tiempo tardío

Descripción:

Alanis es una variedad que produce tubérculos grandes. Debido a su forma voluminosa es muy adecuada para la producción de papas fritas. Presenta excelente tolerancia contra *Phytophthora infestans*, lo que la hace adecuada para el cultivo orgánico. Se considera una variedad excelente para el almacenamiento a largo plazo debido a su bajo contenido de azúcares reductores y su fuerte latencia. Presenta una buena tolerancia a periodos de sequía y calor. Se señala la susceptibilidad a los herbicidas que contengan metribuzina



Características del tubérculo:

Forma: Alargada / oval

Color piel: Amarillo

Color carne: Crema

Profundidad ojo: Superficial

Dormancia: N/A

Materia seca: N/A

Calidad conservación: N/A

Resistencia daño mecánico: Moderada

Resistencia golpeo: Moderada

Rendimiento: Muy alto

Resistencia a Enfermedades y Plagas:

Sarna común: N/A

Sarna pulverulenta: N/A

Mildiu en hoja: Excelente tolerancia

Mildiu en tubérculo: Excelente tolerancia

Pie negro: N/A

Sarna verrugosa: N/A

Nematodo PCN Ro1: Resistente

Nematodo PCN Pallida: Sensible

Escala del 1 al 9, siendo el 9 el valor más deseable. R: Resistente. S: Susceptible. I: Immune. N/A: No aporta.

Catálogo Europeo de Variedades de Patata (<https://www.europotato.org/>)

Catálogo Británico de Variedades de Patata (<https://potatoes.agricrops.org/>):

Interseed potatoes GmbH

(https://www.interseed.de/files/content/downloads/AGR_Sortenblatt_Interseed_Sortenflyer%20A4%20Alanis%202019%20engl.pdf)



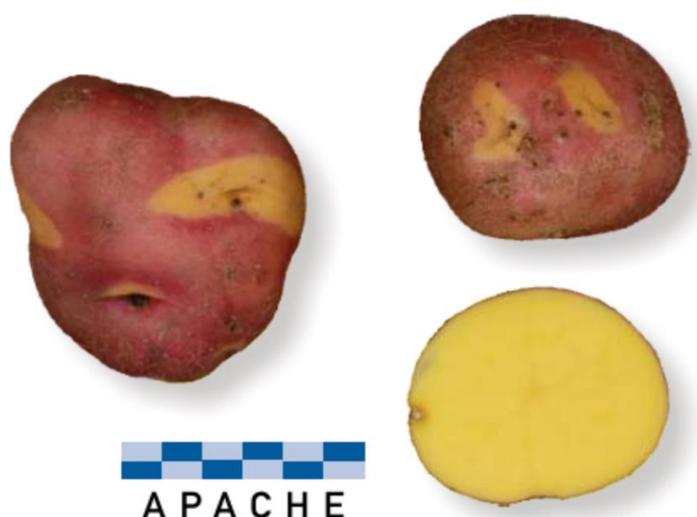
9.5.2 Apache

Parentales: Stroma x S. phureja seedling

Maduración: Medio tiempo temprano

Descripción:

Los tubérculos son ovales con ojos superficiales. La piel es particoloreada en rojo y amarillo claro con carne amarillo-pálida. Es sensible a las dos especies de nematodos (*G. rostochiensis* y *G. pallida*). Son tubérculos tienen buena resistencia al daño mecánico y al golpeo. También presentan una buena resistencia al pie negro y a distintos tipos de fusarium, pero baja al virus del enrolladode la papa (PRLV) y al Tizón tardío.



Características del tubérculo:

Forma: Ovalada

Color piel: Multicolor rojo y marrón

Color carne: Amarillo

Profundidad ojo: Medio – profunda.

Dormancia: N/A

Materia seca: N/A

Calidad conservación: N/A

Resistencia daño mecánico: 7

Resistencia golpeo: 7

Rendimiento: N/A

Resistencia a Enfermedades y Plagas:

Sarna común: 5

Sarna pulverulenta: 5

Mildiu en hoja: 5

Mildiu en tubérculo: 2

Pie negro: 7

Sarna verrugosa: N/A

Nematodo PCN Ro1: 3

Nematodo PCN Pallida: 2

Escala del 1 al 9, siendo el 9 el valor más deseable. R: Resistente. S: Susceptible. I: Immune. N/A: No aporta

Catálogo Europeo de Variedades de Patata (<https://www.europotato.org/>)

Catálogo Británico de Variedades de Patata (<https://potatoes.agricrops.org/>)

Potato variety (<https://potatoes.agricrops.org/varieties/view/Apache>)



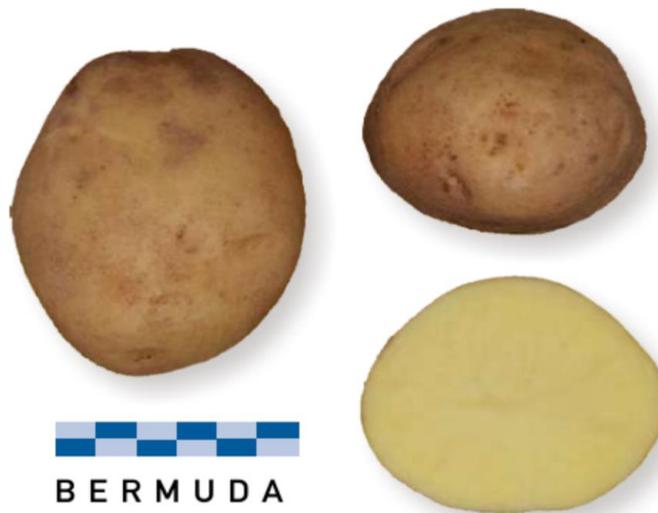
9.5.3 Bermuda

Parentales: Lady Rosetta x Innovator

Maduración: Ciclo tardío

Descripción:

Los tubérculos son ovales con ojos blancos poco superficiales. Tanto la piel como la carne son de color amarillo pálido. Es susceptible a *Globodera Rostochiensis* pero presenta una buena resistencia al mildiu y a la otra especie de nematodo (*G. pallida*). Es una variedad de alto rendimiento para la industria del frito, con alto potencial para el frito doméstico en bastones. Produce tubérculos uniformes, con buen color de fritura. Presenta un buen comportamiento frente a climas cálidos. No se recomienda para almacenamientos muy largos. Es susceptible al herbicida metribuzina



Características del tubérculo:

Forma: Oval redondo

Color piel: Crema

Color carne: Crema

Profundidad ojo: Superficial

Dormancia: 9

Materia seca: 24%

Calidad conservación: Alta

Resistencia daño mecánico: 6.5

Resistencia golpeo: 6.5

Rendimiento: Alto

Resistencia a Enfermedades y Plagas:

Sarna común: 7

Sarna pulverulenta: N/A

Mildiu en hoja: 7

Mildiu en tubérculo: 7

Pie negro: 6

Sarna verrugosa: Inmune

Nematodo PCN Ro1: Sensible

Nematodo PCN Pallida: Resistente

Escala del 1 al 9, siendo el 9 el valor más deseable. R: Resistente. S: Susceptible. I: Inmune. N/A: No aporta.

Catálogo Europeo de Variedades de Patata (<https://www.europotato.org/>)

Catálogo Británico de Variedades de Patata (<https://potatoes.agricrops.org/>)

IMP potato group. (https://ipmpotato.com/varieties/?show_1=28&order_1=ASC&orderby_1=name)



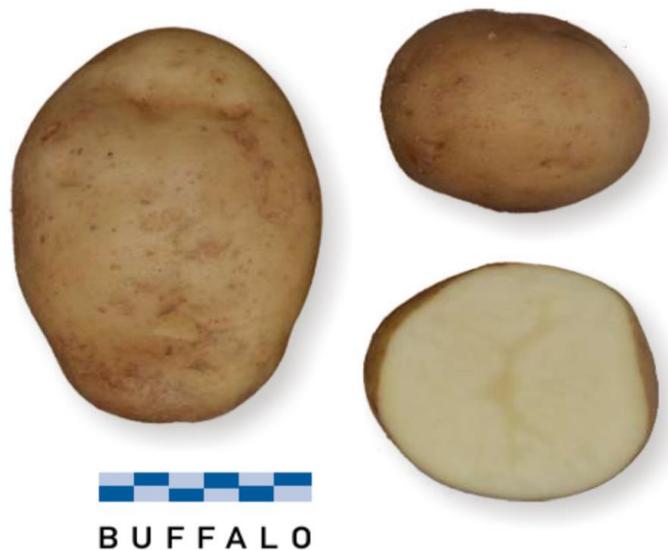
9.5.4 Buffalo

Parentales: Nadine x Cara

Maduración: Tardía

Descripción:

Variedad con alto rendimiento, y excelentes resultados en diferentes lugares y climatologías, para el mercado en fresco. Posee una muy buena resistencia a la sarna común y al mildiu en el tubérculo. Produce tubérculos con un gran tamaño, muchos por encima de los 80 mm.



Características del tubérculo:

Forma: Oval a oval alargado

Color piel: Amarillo

Color carne: Crema pálido

Profundidad ojo: Superficial

Dormancia: 8

Materia seca: 19%

Calidad conservación: Alta

Resistencia daño mecánico: Alto

Resistencia golpeo: Alto

Rendimiento: Alto

Resistencia a Enfermedades y Plagas:

Sarna común: 8

Sarna pulverulenta: 7

Mildiu en hoja: 7

Mildiu en tubérculo: 7

Pie negro: N/A

Sarna verrugosa: Inmune

Nematodo PCN Ro1: Resistente

Nematodo PCN Pallida: Sensible

Escala del 1 al 9, siendo el 9 el valor más deseable. R: Resistente. S: Susceptible. I: Inmune. N/A: No aporta.

Catálogo Europeo de Variedades de Patata (<https://www.europotato.org/>)

Catálogo Británico de Variedades de Patata (<https://potatoes.agricrops.org/>)

IMP potato group (https://ipmpotato.com/varieties/?show_1=28&order_1=ASC&orderby_1=name)



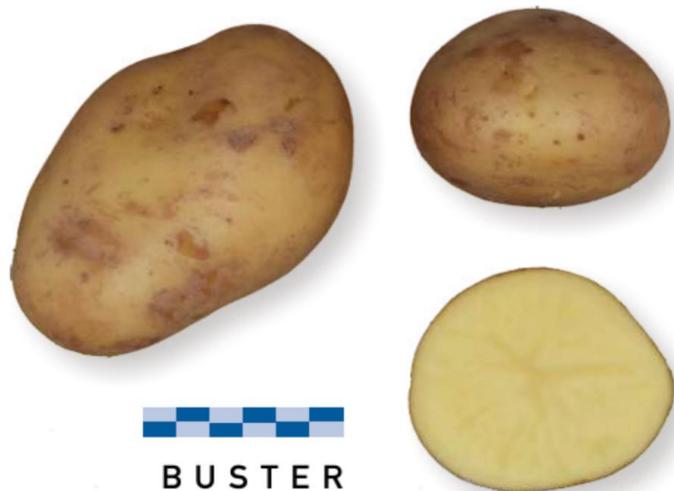
9.5.5 Buster

Parentales: ET5838/8 x Innovator

Maduración: Ciclo tardío

Descripción:

Variedad para el mercado en fresco con excelente resistencia a PCN Ro1 y PCN Pallida. Produce tubérculos de formato oval de gran tamaño, por lo que destacan sus rendimientos. Es adecuada para todo uso de preparación (cocción, frito, asado, etc). Resiste muy bien las condiciones de sequía, además de mencionar su resistencia a la sarna común y mildiu. Por último, es una papa de baja demanda en nitrógeno y necesidad hídrica.



Características del tubérculo:

Forma: Oval a oval alargado

Color piel: Crema

Color carne: Crema

Profundidad ojo: Superficial

Dormancia: 9

Materia seca: 19%

Calidad conservación: Muy buena

Resistencia daño mecánico: Alto

Resistencia golpeo: Alto

Rendimiento: Alto

Resistencia a Enfermedades y Plagas:

Sarna común: 7

Sarna pulverulenta: 4

Mildiu en hoja: 6

Mildiu en tubérculo: 8

Pie negro: N/A

Sarna verrugosa: Inmune

Nematodo PCN Ro1: Resistente

Nematodo PCN Pallida: Resistente

Escala del 1 al 9, siendo el 9 el valor más deseable. R: Resistente. S: Susceptible. I: Inmune. N/A: No aporta.

Catálogo Europeo de Variedades de Patata (<https://www.europotato.org/>)

Catálogo Británico de Variedades de Patata (<https://potatoes.agricrops.org/>)

Potato business. (<https://www.potatobusiness.com/agro-news/teagasc-and-ipm-develop-pcn-resistant-potato-variety>)



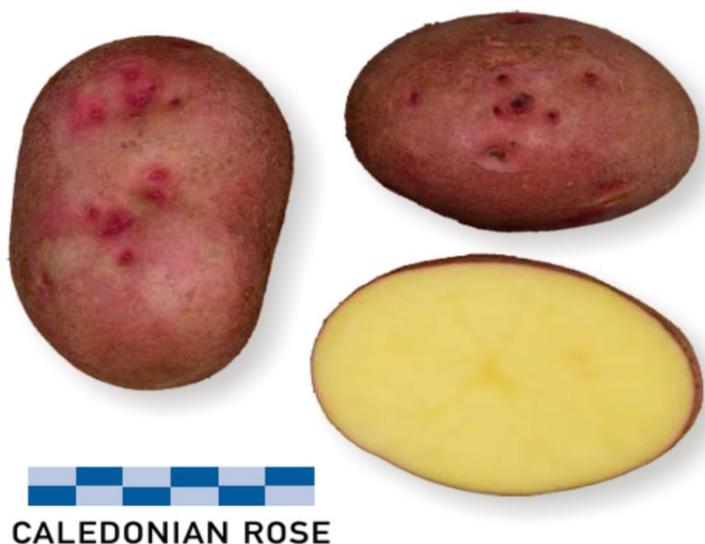
9.5.6 Caledonian Rose

Parentales: Romanze x Celine

Maduración: Medio tiempo temprano.

Descripción:

Esta variedad de papa presenta tubérculos resistentes al virus A e Y^N así como al enrollado de la hoja y al Fusarium. Sin embargo, es un cultivar muy vulnerable al nematodo *Globodera padilla* y al mildiu.



Características del tubérculo:

Forma: Oval

Color piel: Roja

Color carne: Amarillenta

Profundidad ojo: Poco profundo

Dormancia: N/A

Materia seca: N/A

Calidad conservación: N/A

Resistencia daño mecánico: 5

Resistencia golpeo: 6

Rendimiento: N/A

Resistencia a Enfermedades y Plagas:

Sarna común: N/A

Sarna pulverulenta: 6

Mildiu en hoja: 2

Mildiu en tubérculo: 5

Pie negro: 7

Sarna verrugosa: N/A

Nematodo PCN Ro1: 9

Nematodo PCN Pallida: 2

Escala del 1 al 9, siendo el 9 el valor más deseable. R: Resistente. S: Susceptible. I: Immune. N/A: No aporta.

Catálogo Europeo de Variedades de Patata (<https://www.europotato.org/>)

Catálogo Británico de Variedades de Patata (<https://potatoes.agricrops.org/>)



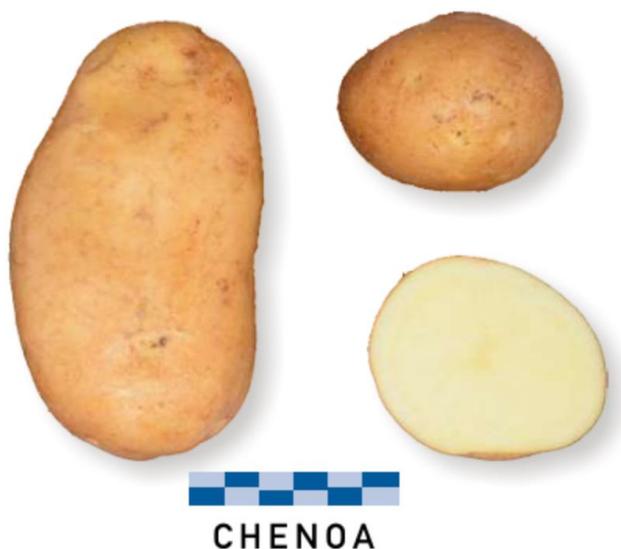
9.5.7 Chenoa

Parentales: Miss Bianka x ISP17-1-01

Maduración: Medio tiempo -Temprana

Descripción:

Chenoa es una variedad de papa semiprecoz, que debido a su forma alargada y uniforme, es muy adecuada para el procesamiento para papas fritas. Posee buenas características de almacenamiento, lo que le permite aguantar en cámara por largos periodos de tiempo. Su uso se destina mayoritariamente a la producción de papas fritas. Presenta un buen comportamiento frente a la sequía, a climas cálidos con respecto a otros cultivares.



Características del tubérculo:

Forma: Alargado - ovalado

Color piel: Amarillo

Color carne: Crema

Profundidad ojo: Superficiales

Dormancia: N/A

Materia seca: N/A

Calidad conservación: Alta

Resistencia daño mecánico: Alta

Resistencia golpeo: Alto

Rendimiento: Alto

Resistencia a Enfermedades y Plagas:

Sarna común: N/A

Sarna pulverulenta: N/A

Mildiu en hoja: N/A

Mildiu en tubérculo: N/A

Pie negro: N/A

Sarna verrugosa: Alta

Nematodo PCN Ro1: Resistente

Nematodo PCN Pallida: Sensible

Escala del 1 al 9, siendo el 9 el valor más deseable. R: Resistente. S: Susceptible. I: Immune. N/A: No aporta.

Catálogo Europeo de Variedades de Patata (<https://www.europotato.org/>)

Catálogo Británico de Variedades de Patata (<https://potatoes.agricrops.org/>)

Potatopro.com(<https://www.potatopro.com/potato-varieties/chenoa>)



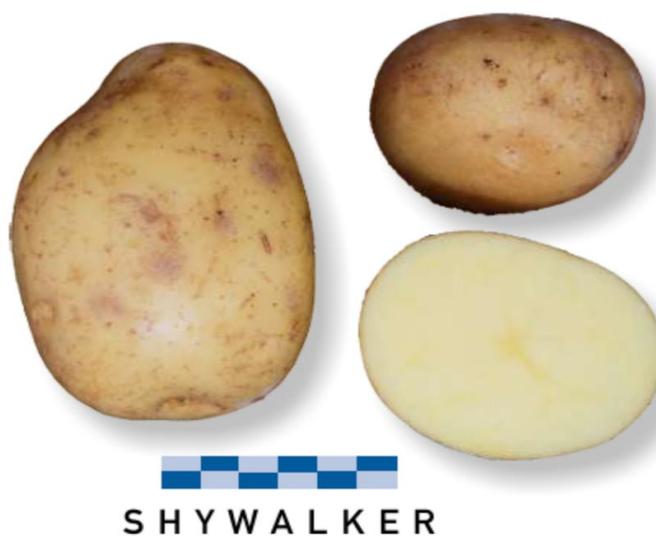
9.5.8 Skywalker

Parentales: Casablanca x Victoria

Maduración: Medio tiempo /temprano

Descripción:

Tubérculo con buena resistencia a los golpes, a la sarna común y al nematodo *G. pallida*. Presenta resistencia parcial a la sarna pulverulenta, y al mildiu y resistencia muy alta a *G. rostochensis* y a la sarna común.



Características del tubérculo:

Forma: Redondo ovalado - ovalado

Color piel: Blanco

Color carne: Crema

Profundidad ojo: N/A

Dormancia: N/A

Materia seca: 19 – 21%

Calidad conservación: N/A

Resistencia daño mecánico: 4

Resistencia golpeo: 7

Rendimiento: N/A

Resistencia a Enfermedades y Plagas:

Sarna común: 8

Sarna pulverulenta: 5

Mildiu en hoja: 3

Mildiu en tubérculo: 5

Pie negro: 5

Sarna verrugosa: 5

Nematodo PCN Ro1: 9

Nematodo PCN Pallida: 3

Escala del 1 al 9, siendo el 9 el valor más deseable. R: Resistente. S: Susceptible. I: Immune. N/A: No aporta.

Catálogo Europeo de Variedades de Patata (<https://www.europotato.org/>)

Catálogo Británico de Variedades de Patata (<https://potatoes.agricrops.org/>)

CygnetsPB (<https://cygnetspb.com/varieties/skywalker/>)



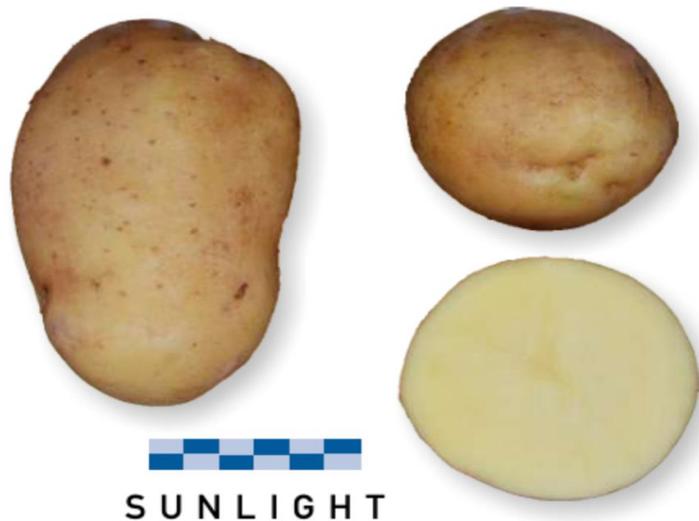
9.5.9 Sunlight

Parentales: Maris Peer x Orla

Maduración: Medio tiempo-temprano

Descripción:

Sunshine es una variedad de crecimiento rápido con altos rendimientos muy tempranos. Es de destacar el curado de su piel muy rápido temprano. Muestra resistencia al pie negro y sarna común.. Es además resistente a PCN Ro 1. Presenta un buen comportamiento en sequía.



Características del tubérculo:

Forma: Oval a oval alargado

Color piel: Amarilla

Color carne: Amarillo

Profundidad ojo: Superficial

Dormancia: Media

Materia seca: Bajo - medio

Calidad conservación: N/A

Resistencia daño mecánico: Alto

Resistencia golpeo: Alto

Rendimiento: Alto

Resistencia a Enfermedades y Plagas:

Sarna común: Muy alta

Sarna pulverulenta: N/A

Mildiu en hoja: Alta

Mildiu en tubérculo: Alta

Pie negro: Alta

Sarna verrugosa: N/A

Nematodo PCN Ro1: Resistente

Nematodo PCN Pallida: N/A

Escala del 1 al 9, siendo el 9 el valor más deseable. R: Resistente. S: Susceptible. I: Immune. N/A: No aporta.

Catálogo Europeo de Variedades de Patata (<https://www.europotato.org/>)

Catálogo Británico de Variedades de Patata (<https://potatoes.agricrops.org/>)

Solana Deutschland ([https://www.solana.de/kartoffelsorten-](https://www.solana.de/kartoffelsorten-detail_en/items/sunshine.html#:~:text=Sunshine%20is%20a%20very%20early,and%20achieves%20early%20high%20yields)

[detail_en/items/sunshine.html#:~:text=Sunshine%20is%20a%20very%20early,and%20achieves%20early%20high%20yields](https://www.solana.de/kartoffelsorten-detail_en/items/sunshine.html#:~:text=Sunshine%20is%20a%20very%20early,and%20achieves%20early%20high%20yields))



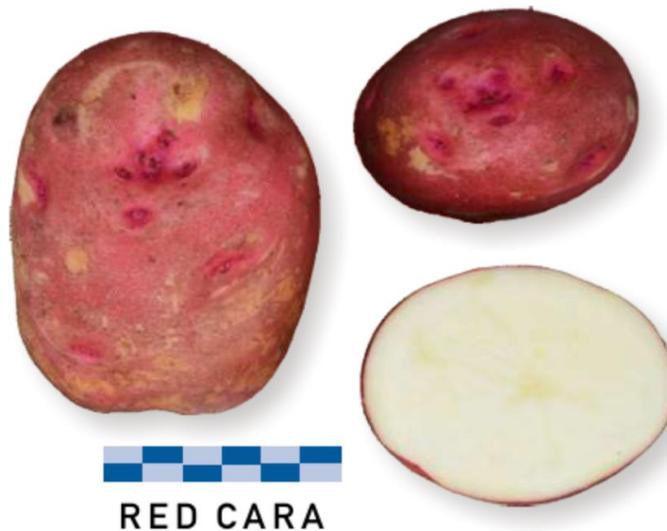
9.5.10 Red cara

Parentales: Ulster Glade x A25/19

Maduración: Tardía

Descripción:

Posee tubérculos uniformes y están destinados para una variedad de usos culinarios, incluidas las papas fritas y guisadas. Es de alto rendimiento y se conserva bien en almacenamiento. Red Cara emerge y se desarrolla rápidamente, aunque presenta ciclo tardío. Genera plantas semindeterminadas muy vigorosas que son muy resistentes a una amplia variedad de plagas, enfermedades y virus.



Características del tubérculo:

Forma: Ovalada

Color piel: Roja

Color carne: Crema

Profundidad ojo: Poco profundo

Dormancia: N/A

Materia seca: 19%

Calidad conservación: Buena

Resistencia daño mecánico: 7

Resistencia golpeo: A8

Rendimiento: Alto

Resistencia a Enfermedades y Plagas:

Sarna común: 6

Sarna pulverulenta: 3

Mildiu en hoja: 7

Mildiu en tubérculo: 7

Pie negro: 6

Sarna verrugosa: 1

Nematodo PCN Ro1: Resistente

Nematodo PCN Pallida: N/A

Escala del 1 al 9, siendo el 9 el valor más deseable. R: Resistente. S: Susceptible. I: Immune. N/A: No aporta.

Catálogo Europeo de Variedades de Patata (<https://www.europotato.org/>)

Catálogo Británico de Variedades de Patata (<https://potatoes.agricrops.org/>)

IMP potato group (https://ipmpotato.com/varieties/?show_1=25&order_1=ASC&orderby_1=name)