



**Universidad
de La Laguna**

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
SECCIÓN DE INGENIERÍA AGRARIA
GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO
RURAL

**ENSAYO AGRONÓMICO DE ONCE
VARIETADES DE PAPAS COMERCIALES
(*Solanum tuberosum* L.) EN EL TÉRMINO
MUNICIPAL DE SAN CRISTÓBAL DE LA
LAGUNA**

Sergio González Padrón

La Laguna, Junio de 2019

**AUTORIZACIÓN DEL TRABAJO FIN DE GRADO
POR SUS DIRECTORES
CURSO 2018/2019**

DIRECTOR – COORDINADOR: Domingo J. Ríos Mesa
como Director/es del alumno/a Sergio González Padrón en el TFG titulado:

Ensayo agronómico de once variedades de papas comerciales (*Solanum tuberosum* L.) en el término municipal de San Cristóbal de La Laguna.

nº de Ref: 3, doy/damos mi/nuestra autorización para la presentación y defensa de dicho TFG, a la vez que confirmo/confirmamos que el alumno ha cumplido con los objetivos generales y particulares que lleva consigo la elaboración del mismo y las normas del Reglamento de Trabajo Fin de Grado de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería.

La Laguna, a 16 de Mayo de 2019

Fdo: Domingo J. Ríos Mesa.

(Firma de los directores)

SR. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE TRABAJO FIN DE GRADO

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer, en primer lugar, a mi profesor y director Domingo J. Ríos Mesa, Jefe del Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Excelentísimo Cabildo Insular de Tenerife por su inestimable ayuda, ya que sus conocimientos y experiencia han sido fundamentales en la realización de este ensayo.

Así mismo, quisiera agradecer especialmente a Miguel Santos por su dedicación y ayuda durante el desarrollo del cultivo, al igual que al resto del personal de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Sección de Ingeniería Agraria y a su Directora Ángeles Camacho Pérez.

En especial quisiera dar las gracias a Jenirett Díaz García, Yanet González Padrón y Lucas Rodríguez González, así como a Rubén Mesa, Roberto Díaz, Iván Castellano y Patricia González por su apoyo y ayuda.

Por último, quisiera agradecer a mis padres y familia por su apoyo incondicional y por enseñarme el valor del campo desde muy pequeño.

¡A todos muchas gracias!

Titulo: ENSAYO AGRONÓMICO DE ONCE VARIEDADES DE PAPAS COMERCIALES
(*Solanum tuberosum* L.) EN EL TERMINO MUNICIPAL DE SAN CRISTÓBAL DE LA
LAGUNA

Autores: González Padrón, S.; Ríos Mesa, D.J.

Palabras Clave: *Solanum tuberosum*, producción comercial, calibre, destrío, materia
seca.

RESUMEN

El cultivo de la papa en Tenerife sigue teniendo una gran importancia ya que en el año 2010 fue el tercer cultivo más importante en términos de superficie, detrás del plátano y la viña, siendo la principal actividad agraria de las zonas altas de la Isla, especialmente en la vertiente norte, y en San Miguel, Granadilla y Vilaflor en la vertiente sur. En el sector de la papa se ha producido, en los últimos años, una ligera mejora de su situación económica, lo que ha provocado un pequeño aumento de la superficie de producción. Aunque siguen existiendo importantes problemas como la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*), los bajos precios de venta y la falta de relevo generacional.

Se llevo a cabo un ensayo de 11 cultivares comerciales de papa “blanca”, en el término municipal de San Cristóbal de La Laguna en la isla de Tenerife. En una parcela experimental de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Sección de Ingeniería Agraria de la Universidad de La Laguna. La experiencia se realizó entre el 19 de febrero y el 26 de junio de 2017, la variedad utilizada como testigo fue Druid, pues se trata de una variedad comercial ampliamente distribuida en el territorio insular.

En el ensayo se utilizó a un diseño estadístico en bloques al azar con tres repeticiones y 11 tratamientos, correspondientes a los 11 cultivares. El tamaño de la parcela experimental fue de 10,8 m². Las 33 parcelas experimentales y los 3 bloques se separaron por pasillos de 0,75 m de ancho, para facilitar la toma de datos y evitar el efecto borde.

Los parámetros analizados fueron: la emergencia de las plántulas, altura media de floración, duración del ciclo de cultivo de cada cultivar, producción total y comercial, destrío, calibre, porcentaje de materia seca, incidencia en plagas y enfermedades, y valoración organoléptica.

Las variedades más productivas fueron Druid, seguida por Libertie y Sagitta con más de 49.000kg/ha. Las variedades mejor valoradas por sus cualidades organolépticas tanto para frito como para guisado, fueron Sagitta, Manitou y Vanilla. En general, se obtuvieron calibres de tamaño grande, predominando aquellos entre los 60 y 80 mm, y muy poca cantidad de tubérculos con calibres en el entorno o por debajo de 40 mm.

Durante el ensayo, no se observaron daños significativos de plagas y enfermedades. Libertie y Sagitta, entre los cultivares de piel blanca, y Manitou entre los de piel roja, tuvieron un buen comportamiento productivo, con valores similares a los del testigo, un ciclo más corto y resultados en la prueba de cata similares.

Title: ENSAYO AGRONÓMICO DE ONCE VARIEDADES DE PAPAS COMERCIALES (*Solanum tuberosum* L.) EN EL TERMINO MUNICIPAL DE SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA

Authors: González Padrón, S.; Ríos Mesa, D.J.

Keywords: *Solanum tuberosum*, comercial production, caliber, waste, dry matter.

ABSTRACT

The potato crop in Tenerife still has a great importance since in 2010 it was the third most important crop in terms of area, behind the banana and the vineyard, in the case of the main agricultural activity in the highlands of the island, especially in the whole north slope and in San Miguel, Granadilla and Vilaflor in the south slope. The potato sector has had a slight improvement in its economic situation in recent years, which has led to a small increase in the production area has been affected in recent years by the social situation in the rural world, which has led to a small tendency to incorporate new plantations. Although there are still important problems such as the Guatemalan moth (*Tecia solanivora*), low sales prices and the lack of generational relief.

A trial of 11 commercial cultivars of “white potatoes” was carried out in the municipality of San Cristóbal de La Laguna on the island of Tenerife. In an experimental plot of the Section of Agrarian Engineering of the Advanced Polytechnic Engineering School of the University of La Laguna. The experience was carried out between February 19 and June 26, 2017, the variety of testing was Druid, since it is a commercial variety widely distributed in the island territory.

In the trial, we used a randomized block design with three replications and 11 treatments, corresponding to the 11 cultivars. The size of the experimental plot was 10.8 m². The 33 experimental plots and the 3 blocks were separated by corridors of 0.75 m width, to facilitate data collection and avoid the edge effect.

The analyzed parameters were: the emergence of the seedlings, average height of flowering, duration of the cycle of cultivation of each cultivar, total and commercial production, waste, calibrating, percentage of dry matter, incidence in pests and diseases, and organoleptic evaluation.

The most productive varieties were Druid, followed by Libertie and Sagitta with more than 49,000kg / ha. The varieties best valued for their organoleptic qualities for both fried and stewed, were Sagitta, Manitou and Vanilla. In general, calibers of large size were obtained, predominantly those between 60 and 80 mm, and very few tubers with calibers in the environment or below 40 mm.

During the trial, no significant damage of pests and diseases were observed. Libertie and Sagitta, among the white-skin cultivars, and Manitou among the red-skin cultivars had a good productive performance, with production values similar to those of the control, a shorter cycle and similar tasting test results.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	16
1.1. INTRODUCCIÓN	16
1.2. OBJETIVOS	18
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	20
2.1. Generalidades	20
2.1.1. El origen e historia de la papa	20
2.1.2. Introducción de la papa en canarias	23
2.1.3. Procedencia del nombre de la “papa”	27
2.1.4 Usos e importancia económica a nivel mundial	28
2.1.5. Importancia económica en España	31
2.1.6. Importancia económica en Canarias	32
2.1.7. Distribución en Tenerife	33
– Medianías del Norte	35
– Medianías del Sur	36
2.2. Taxonomía y morfología	37
2.2.1. Taxonomía	37
2.2.2. Morfología	39
– Parte aérea	39
– Parte subterránea	43
2.3. Condiciones edafoclimáticas	49
2.3.1. Temperatura	49
2.3.2. Luminosidad	50
2.3.3. Respiración	51
2.3.4. Suelo	51
2.4. Técnicas de cultivo. Especial referencia a Tenerife	52
2.4.1. Características y cuidado del tubérculo de siembra	52

2.4.2.	Preparación y abonado del terreno	52
2.4.3.	Preparación del tubérculo antes de la siembra	54
2.4.4.	Fertilización del terreno	56
2.4.5.	Asurcado	57
2.4.6.	Plantación	57
2.4.7.	Arrendado	58
2.4.8.	Sachado o aporcado	59
2.4.9.	Riego	59
2.4.10.	Cosecha	60
2.4.11.	Postcosecha	62
2.4.12.	Variedades comerciales cultivadas en canarias	63
2.5.	Plagas y Enfermedades	65
2.5.1.	Plagas	65
2.5.1.1.	Nematodos	65
2.5.1.2.	Insectos	67
2.5.2.	Enfermedades bacterianas	70
2.5.3.	Enfermedades fúngicas	73
2.5.4.	Enfermedades víricas	77
3.	MATERIAL Y MÉTODOS	81
3.1.	Introducción	81
3.2.	Localización de la parcela	81
3.3.	Datos edafoclimáticos	81
3.3.1.	Suelo de la parcela experimental	81
3.4.	Agua de riego	84
3.5.	Datos climáticos	86
3.6.	Material vegetal	89
3.7.	Diseño experimental	90

3.8. Labores culturales	91
3.8.1. Preparación del terreno	91
3.8.2. Siembra	92
3.8.3. Riegos	93
3.8.4. Aporcado	93
3.8.5. Aplicación de productos fitosanitarios	93
3.8.6. Recolección	94
3.9. Parámetros analizados	95
3.9.1. Emergencia	96
3.9.2. Altura media de floración	96
3.9.3. Duración del ciclo de cultivo de cada cultivar	96
3.9.4. Producción total y comercial	96
3.9.5. Destrío	97
3.9.6. Calibrado	97
3.9.7. Porcentaje de materia seca	98
3.9.8. Incidencia en plagas y enfermedades	98
3.9.9. Valoración organoléptica	98
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	102
4.1. Introducción	102
4.2. Estados fenológicos y fases del cultivo	102
4.2.1. Emergencia	102
4.2.2. Altura media de la floración	105
4.2.3. Duración del ciclo de cultivo	106
4.3. Componentes del rendimiento de la cosecha	107
4.3.1. Producción total	107
4.3.2. Producción comercial	109
4.3.3. Porcentaje de destríos y causas	109

4.3.4. Calibrado de tubérculos	111
4.3.5. Porcentaje de materia seca.....	112
4.4. Incidencia en plagas y enfermedades	113
4.5. Valoración organoléptica	115
4.6. Fichas varietales.....	118
5. CONCLUSIONES.....	135
5. CONCLUSIONS	137
6. Bibliografía.....	140
7. Apéndices.....	146
Apéndice 1.....	147
Apéndice 2.....	148
Apéndice 3.....	149
Apéndice 4.....	151

I. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. INTRODUCCIÓN

En Canarias, a lo largo de la historia ha existido una tradición muy arraigada del cultivo de la papa, siendo esta un alimento emblemático de la cultura canaria, pese a que en las últimas décadas la actividad agrícola ha sido desplazada por otras actividades económicas, como es el caso de la actividad turística.

En nuestro Archipiélago, la producción de papas ha estado marcada por cultivares comerciales cuya semilla es importada, principalmente de Reino Unido e Irlanda, además de las variedades tradicionales que se han mantenido en cada isla. La relación de nuestras Islas, principalmente de Gran Canaria y Tenerife, con el mercado británico, originó este cultivo, de modo que se creó una dependencia mutua, ya que Reino Unido suministraba la semilla de las papas más demandadas por el consumidor inglés, mientras que en las Islas la cultivaban y exportaban a ese mercado. Las condiciones climatológicas del Archipiélago Canario, favorecían que las cosechas se obtuvieran antes que el resto de los países que suministraban papas al mercado británico. De este modo, se favoreció en nuestras islas el desarrollo de los cultivos de papas extratempranas y tempranas.

El comercio entre las Islas y el Reino Unido se desarrolló desde finales del siglo XIX hasta la década de los 80 del siglo pasado. Sin embargo, la integración del Reino Unido en la Comunidad Económica Europea (C.E.E.) en 1978, hizo que las papas canarias tuvieran que pagar aranceles en el mercado inglés por no pertenecer España a la C.E.E., situación que se agravó por la competencia con otros países productores como Egipto y Chipre.

Esto disminuyó la rentabilidad y dificultó la comercialización, a partir de los años 80 del siglo pasado, lo que hizo que la producción de papa comenzara a descender paulatinamente quedando limitada, finalmente, al mercado interno de las Islas. De este modo, el agricultor canario empezó a cultivar en los periodos del año en los que las condiciones climatológicas fueran más estables para obtener máximos rendimientos (entre los meses de enero a junio).

Son varios los factores responsables de que el sector se encuentre inmerso en una grave crisis, llegando a situaciones en las que el agricultor es incapaz de vender la producción obtenida de papas. Estos factores han sido:

- La apertura de los mercados internacionales.
- La suspensión desde el año 1989, entre los meses de abril y octubre, del periodo sensible, que protegía la papa canaria en el mercado local frente a las importaciones de otros países, por lo que el mercado de las Islas puede verse sorprendido por producciones foráneas en cualquier momento del año, disminuyendo la competitividad de la producción local.
- El protagonismo que han tenido y siguen teniendo, en la comercialización de este producto, los pequeños intermediarios (gangocheros o paperos) especializados en la papa y los grandes mayoristas, en detrimento de un sector cooperativo poco organizado.
- La incidencia de nuevas plagas introducidas como la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*).
- La prohibición de exportación de papa.
- La poca modernización del sector en cuanto a la mecanización del cultivo.
- La falta de relevo generacional.

En la actualidad, en Canarias se cultivan los cultivares comerciales de papa conocidos comercialmente como papas blancas, independientemente del color de su piel y carne, conjuntamente con los cultivares locales o papas de color, bonitas o antiguas, que han sido conservadas por los agricultores desde hace siglos.

Desde principios de la década de los 90 del siglo pasado, se ha producido una disminución de la superficie total dedicada al cultivo de papas en las Islas.

Ante los diferentes problemas que sufre el sector, se establecen diversos caminos como la diversificación de variedades, que posibilitan la comercialización de la papa en momentos en que el mercado requiera una mayor demanda, y la producción de variedades extratempranas y tempranas tanto para el mercado local, como para la exportación de mercados extranjeros.

Con este ensayo se intenta que los agricultores de la Isla puedan obtener información experimental de variedades procedentes de Reino Unido, determinando las producciones obtenidas, así como la calidad, los calibres, los destríos, etc.

1.2. OBJETIVOS.

Los objetivos de este ensayo son los siguientes:

1. Evaluación de las distintas variedades comerciales de papas para determinar el comportamiento de las mismas bajo las condiciones climatológicas de la zona norte de la isla.
2. Estudio agronómico de las variedades ensayadas.
3. Evaluación de las características organolépticas de las variedades ensayadas.
4. Divulgación de los resultados obtenidos en el ensayo por medio de la creación de hojas divulgativas y charlas en colaboración del Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo de Tenerife.

II. Revisión bibliográfica

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Generalidades

2.1.1. El origen e historia de la papa

Los centros de origen de una especie cultivada se encuentran donde se localiza una mayor variación de sus formas cultivadas y de las especies silvestres. El encontrar una mayor diversidad genética en un lugar, parece indicar que el cultivo es originario de allí (Vavilov, 1926).

Hoy en día se puede afirmar que las primeras variedades silvestres de papa crecieron en las costas de Chile, hace aproximadamente 13.000 años, mucho antes del desarrollo de la Agricultura; en torno a 9.000 a.C. En Los Andes abundan especies nativas que apuntan a la rápida propagación de la planta por estas tierras.

El centro de máxima variabilidad de especies está situado en el corazón de Los Andes (Perú, Bolivia) donde más de 100 especies silvestres han sido detectadas y donde se conocen más de 4.000 cultivares de papas indígenas (Rouselle, 1999). Diferentes investigadores opinan que es en la región andina entre Cuzco y el Lago Titicaca donde se encuentra el origen de la papa cultivada, a razón de que es en esa zona donde mayor número de variedades se encuentran y el número de especies es especialmente mayor que es ningún otro lugar (Horton, 1987; Hawkes, 1990; Spire y Rouselle, 1999; Alonso, 2002). Se ha podido identificar que es en esta zona donde se encuentra el centro de origen la papa, a una altitud de 3.500 y 4.000 m.s.n.m., y donde al ser humano utilizó por primera vez la papa como alimento (Salaman, 1949).

Se han encontrado restos de tubérculos en excavaciones y cerámicas con representaciones de plantas y tubérculos de papas. Las papas representadas en culturas prehispánicas desarrolladas en la costa de Perú datan del siglo II d.C. Además, han sido recuperadas papas momificadas e incluso, un tubérculo datado entre 1500 y 1800, con indicios de sarna común (López Linage, 2008).

En cuanto a la fecha de la domesticación, se han planteado distintas opiniones. Hawkes (1990) afirma que el primer lugar donde se domestica el cultivo de papas fue en Valle de Chilca, cerca de Lima, fechada 5.000 a.C. por Martins (1976). Hawkes (1992) testifica que la papa se comenzó a cultivar hace 7.000 años, probablemente de la especie silvestre *S. leptophyes*. Tanto para Enegel (1970) como para Ugent (1968), los habitantes de Sudamérica, encontraron una gran variedad de papas silvestres que seleccionaron y cultivaron hace 5.000 a.C. aproximadamente.

A su vez, Spire y Rouselle (1999) concluyen que la papa se domestica, hace al menos 9.000 años, y la conservación ha sido posible gracias al clima extremadamente seco existente de la costa peruana.

En el año 1530, cuando los conquistadores españoles se adentraron en el sur de América se cree, con mucha probabilidad, que es donde se descubre la papa (Sire y Rouselle 1999). Hawkes y Francisco de Ortega (1993), consideran que las papas fueron vistas por primera vez por los europeos antes de 1532.

Posteriormente al descubrimiento del Continente Americano por los españoles en 1537, en un pueblo de la cordillera de Los Andes llamado Sorocota, se conservan relatos que datan de principios de siglo XVI de cronistas del momento, en los que se dice que la papa se cultivaba en latitudes actualmente conocidas como Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile.

Baltasar Ramírez (1597) describe de una manera muy detallada la papa; *“En algunas provincias de la sierra por ser tierra muy fría no se coge trigo ni maíz pero cógese cierta semilla que se llama papas por su mantenimiento general e importante a todos los indios y en todo el reino alargaré diciendo las particularidades dello. Las papas son como las turmas de tierra de Castilla mayores o menores según la disposición y fertilidad de la tierra; deste género ay diferentes especies como diferentes nombres pero todas se llama papas y se comen cozidas/ o asadas pero nunca crudas. Labrando la tierra con particular beneficio tarda en crecer y madurar seis meses. Y echa el fruto debaxo de la tierra y encima de la tierra haze una matade un palmo o mas en alto de una hojas anchas y verdes que cuando el fruto está alfo grueso debaxo de la tierra estas hojas echan unas florezuelas azules...”*

Durante la primera mitad del siglo XVI, algunos de los autores de la época se refieren al cultivo de la papa. Cabe destacar a Guamán Poma de Ayala, quien publicó su “Nueva crónica y buen gobierno” escrita entre 1603 y 1613, donde describe la siembra, cuidados y cosecha de la papa en Perú durante los primeros años tras la conquista (Hawkes, 1990, 1998, Luján 1996).

Cronistas de mediados de siglo XVI, aluden a las descripciones llevadas a cabo por José de Acosta (1590), autor de la obra “Historia natural y moral de Las Indias” en la que se escribe *“Los indios usan una clase de raíces que llaman papas. Estas son como nueces subterráneas; son pequeñas que producen muchas hojas. Una vez que se han juntado estas papas, las ponen a secar al sol, después las baten y las preparan a lo que llaman chuño”*.

Se conoce que la papa se introdujo en el continente europeo debido al aprovisionamiento de los barcos que hacían el trayecto desde Europa a América, cargados con granos, harina y otros víveres, para a su regreso a Europa traer de América maíz y papas, de las cuales se abastecía la tripulación durante el viaje. Gracias al alto contenido en vitamina C, el consumo de la papa durante la navegación previno a los marineros de padecer escorbuto (avitaminosis debida a la carencia de vitamina C, muy común en los marineros de la época que no incorporaban fruta fresca ni verdura a su dieta en los viajes de larga travesía).

A finales del siglo XVI, la principal vía de comunicación comercial con América era el puerto de Sevilla, debido a la situación geográfica y a la seguridad que presentaba este puerto para la entrada y salida de mercancías de valor. El consumo de papas en esta ciudad se hizo común debido al exceso de tubérculos que llegaban a puerto provenientes del Continente Americano.

El primer registro escrito existente sobre consumo de papa en Europa data del año 1573, en el Hospital de la Sangre, de Sevilla donde aparecen en partidas de compras correspondientes a dicho año (Ruíz de Gordo, 1981). Sin embargo, la industria española de la época no desarrolló método alguno para el aprovechamiento industrial de la papa que se importaba de América, y únicamente se consumían cocidas y en guisos.

Por el contrario, en las regiones del altiplano de Perú, los indios si desarrollaron un sistema de industrialización, basado en técnicas de congelación-descongelación-deshidratación, dando lugar a las papas deshidratadas (“chuños” en quechua), que permiten ser almacenadas durante largo tiempo sin alterarse ni perder sus valores nutricionales.

En cuanto a las especies de papas, en el año 1900 se publicó un listado de 187 especies en el Continente Americano, tanto silvestres como cultivadas. John Gregory Hawkes (1915-2007) y Carlos Ochoa Nieves (1920-2008), afirmaron que solamente ocho de estas especies eran cultivadas. En 1990, Hawkes cambia de pensamiento y reconoce a solo siete especies cultivadas, aunque los taxonomistas del Centro Internacional de la Papa (C.I.P.) basándose únicamente en criterios taxonómicos mantienen el reconocimiento de las ocho especies cultivadas. Sin embargo, en base a recientes investigaciones (años 90 del siglo XX), Ochoa propone, añadir dos especies más a las existentes; la diploide *Solanum rybiini* (con 24 cromosomas), originaria de Colombia y Ecuador ubicada a una altitud entre los 1.500 y 3.000 m.s.n.m. y la tetraploide *Solanum hygrothermicum* (con 48 cromosomas), originaria de Perú, cultivada entre los 700 y 1.100 m.s.n.m.

La especie más cultivada en Los Andes es la tetraploide *Solanum tuberosum* spp. *andigena* (Brush et al. 1981).

Algunos investigadores consideran que los progenitores de *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*, se adaptaron al fotoperiodo largo en el sur de Chile (Grun et al. 1977).

En contra, otros científicos, ubican la procedencia de los antecesores de *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum* en el sur de Chile o zonas próximas, a partir de la especie silvestre *Solanum tarijense*, Ríos et al. (2007).

2.1.2. Introducción de la papa en Canarias

A igual manera que ocurre en la Península Ibérica, no existen datos definitorios sobre la fecha en la que se introducen en las Islas Canarias los primeros tubérculos de papas (Zubeldia et. al 1955). Según el taxónomo peruano D. Carlos Ochoa es muy probable que la introducción en Canarias fuera con anterioridad a 1562, en concreto entre 1550 y 1560 (Ríos, 2012).

Hasta fechas recientes la única noticia sobre la llegada de las papas a Canarias era la referida por Viera y Clavijo en su “Diccionario de historia natural” (1866), indicando que fue plantada por primera vez en Icod el Alto hacia 1622. No obstante, se sabe que la papa llegó en primer lugar a Canarias y luego a Europa en el siglo XVI, así se pone de manifiesto como en el Archivo Histórico Provincial de Las Palmas existían datos sobre el envío de mercancías de papas desde Puerto de La Isleta en Gran Canaria a Amberes (Flandes) en 1567: “... y así mismo recibo tres barriles medianos que decís lleven patata y naranjas e lemones berdes.” (Lobo, 1988). Otra cita similar encontrada, data del mes de abril de 1574, en este caso hace referencia a un envío esta vez realizado desde Tenerife a Rouen (Francia). “... Así mismo vinieron de Teneriffe dos barriles de patatas y ocho (...) llenes de agua ardiente” (Hawkes y Francisco-Ortega, 1993).

Es muy probable que el cultivo de papas en la isla de Gran Canaria se iniciara desde décadas anteriores y que esta misma isla sirviera de puente para su introducción en España y Europa, tal y como comenta Lobo Cabrera, de referirse estas citas a la solanácea y no a la batata, puesto que el uso de la palabra patata y batata fueron simultaneadas para la convolvulácea hasta el siglo XVII (Régulo, 1973). Por lo tanto, como concluyen Hawkes y Francisco-Ortega, las papas se conocieron en Canarias antes que en el resto de Europa. Las fechas del primer envío de papas sugiere que debieron ser producidas en Canarias, puesto que las papas cosechadas en marzo o abril en América no podían ser embarcadas en noviembre en un puerto canario (Hawkes y Francisco-Ortega, 1993).

El primer texto impreso en Canarias en el que se mencionan al cultivo de la papa en Las Islas es la obra “Lecciones elementales de agricultura teórica, práctica y económica” del Dr. D. Juan Bautista Bandini, publicado en la imprenta Bazzani, en San Cristóbal de La Laguna en el año 1816 y redactado entre 1808 y 1813. Bandini hizo referencia a las numerosas variedades de papas cultivadas como: “*Hai de ellas muchas variedades tempranas y tardías: de flor blanca, rosada, cenicienta o azul; de un epidermis blanco, pardo, amarillo, roxo o morado; de figura redonda, larga, ovalada, esquinada, con excrecencias...*”

En referencia a la llegada de la papa a Canarias, Bandini coincide con la opinión de su amigo Viera y Clavijo, quien en su “Diccionario de historia natural”, escrito en 1799 y publicado en 1866 por la Sociedad de Amigos del País de Las Palmas, dice: “... tenemos en Tenerife la tradición constante depositada en la familia de los señores de Bethencourt y Castro de que las primeras papas las trajo del Perú don Juan Bautista de Castro por el año 1622. Este señor las hizo plantar en sus tierras de Icod el Alto desde donde felizmente se han difundido por toda Canarias” (Viera y Clavijo, 1866).

De modo que la presencia de papas en Canarias a partir de 1560, confirma, con mucha certeza que su cultivo se llevo a cabo, de forma esporádica. Ante este planteamiento cabe pensar como lógico que fuese la introducción en 1622, citada por don José Viera y Clavijo, y realizada en un suelo y un clima propicio para su correcto desarrollo, la que tuvo un efecto impactante y contribuyó a difundir el cultivo en las Islas.

En Icod el Alto, en la zona de la isla de Tenerife, es donde la papa goza de mayor arraigo, con una presencia de variedades primitivas que prácticamente han desaparecido en otros puntos de la isla (Gil, 1997).

En algunas zonas de la isla de Tenerife como en Icod el Alto aún se conservan palabras que se adoptaron del quechua, que además conservan el significado originario como es el caso de “troja” para designar el almacén de papas o “bonitas” que se utiliza para distinguir a las variedades de papas de procedencia andina (Ríos, 2012).

A partir del siglo XVIII, la papa se vuelve un elemento imprescindible en la dieta de los canarios, de manera que si la cosecha era buena o mala podía afectar al precio del otro alimento básico por excelencia, el trigo (Sánchez-Manzano, 1984).

En el año 1781, Lope Antonio de la Guerra i Peña refleja en sus memorias: “La papa es otra de las cosechas que abunda y que ha aumentado mucho de unos años a esta parte. Hay dos cosechas: la una invernera que por lo común se recoge en los meses de enero y febrero y la veranera en los de mayo y junio. La invernera se ha quedado menuda porque los tiempos tempestuosos no la dexaron aumentarse y su común valor ha sido a 6 de plata. La veranera fue escasa y como ésta es la mejor para semilla ha valido mucha a dos pesos. La gente pobre se alimenta mucho de este fruto.”

(Cuaderno III. p. 20). Que dando así demostrado que las papas llegaron a ser muy apreciadas por las clases más populares de las islas.

Como muestran las estadísticas existentes de finales de siglo XVIII, donde aparecen registradas como consecuencia del pago de impuestos, la producción en el Archipiélago de unos 540.532 quintales de Castilla, equivalentes a 27.000t aproximadamente. Después de la producción de cereales, el segundo producto más cultivado y producido era la papa.

No se han encontrado datos de la llegada a Canarias de papas procedentes de Europa anteriores al siglo XIX. Es a partir de entonces cuando comienza a funcionar el mercado de la papa desde Irlanda, Inglaterra y Holanda. Sin embargo, en siglos anteriores es posible que se diera un canje de material con el Continente Europeo, así como la llegada de nuevos cultivares desde el Continente Americano. Según Lobo Cabrera, una vez conquistadas las Islas Canarias, el Archipiélago se introduce de lleno en la actividad mercantil, convirtiéndose el puerto de Las Palmas en una de las escalas más importantes para buques mercantiles hacia Europa, África y América (Marrero, 2007).

A mediados del siglo XIX José A. Álvares Rixo, en sus memorias sobre el cultivo de las papas, determina la convivencia de cultivares antiguos como lo son las Borrallas, Negras Yema de Huevo y Bonitas, junto con otros de posible origen europeo: Londres y Noruega.

La posición geográfica de Canarias, su favorable meteorología de carácter subtropical y la geografía de grandes desniveles (factor decisivo en el aislamiento campesino), ha hecho de las Islas un punto estratégico fundamental para el desarrollo comercial entre Europa y América. Así mismo, el campesino canario supo conservar los cultivares antiguos, a pesar de la llegada de otros productos con una mayor rentabilidad, con el resultado de que actualmente se atesoran un elevado número de cultivares autóctonos.

La isla de Tenerife cuenta con la mayoría de los cultivares antiguos que se cultivan en las Islas Canarias, algunos con gran importancia en producción y comercio, especialmente las Negras Yema de Huevo, las del grupo de Bonitas y las Coloradas de Baga (Ríos *et al.*, 1999).

2.1.3. Procedencia del nombre de la “papa”

En 1552, Francisco López de Gómara en su “Historia General de las Indias” menciona por vez primera el vocablo “papa”, donde describe las regiones montañosas del sur de Perú; *“Los hombres viven en este valle desde hace cientos de años y comen maíz y raíces parecidas a las turmas de tierra a las que llaman papas”*.

Los nombre nativos de la papa indican un cultivo antiguo y ampliamente extendido ya que varían completamente en los principales idiomas indios que se hablaban, y que actualmente se continúan usando en la zona andina (Ríos *et al.* 1999). Así mismo, en el lenguaje chibcha se usaron los nombres “iouza”, iomui”, etc. Así mismo en quechua, el idioma del imperio Inca, el nombre más comúnmente utilizado fue el de “papa” que fue sustituyendo al nombre de las tribus conquistadas; en Bolivia, los indios Aymara usaron las palabras “amka” y “choque”, mientras que en Chile, los Araucanos la denominaban con el nombre de “poñi” (Alonso, 2002).

Los españoles adoptaron el nombre de “papa” para la patata, a lo largo de las colonias del oeste del continente americano. En Europa, la palabra “papa” únicamente se adoptó en el sur de la Península Ibérica y las Islas Canarias. En cambio, el vocablo patata deriva de “batata” ya que de esta forma denominaban los indios Arawac de la zona del Caribe, a la patata dulce o batata. Se ha de tener en cuenta que la fluctuación entre los fonemas iniciales “b” y “p” son debidos a un fenómeno propio de la dialectología hispánica. Este hecho es debido a que los españoles descubrieron en primer lugar la batata, y al no tener nombre para un tubérculo de esta clase, utilizaron la palabra “batata” y ese nombre se lo dieron a otras plantas tuberosas que se conocieron en las Colonias de América. “Patata” es obviamente una forma semejante y derivada de “batata” (Alonso, 2002).

En cuanto a la clasificación botánica, se produjeron errores como los cometidos por Clusius y Bauhin. Estos fueron unos de los primeros en clasificar la papa erróneamente en la familia de los cacahuetes. Además, se llega a confundir con una leguminosa (Fabaceae, antiguamente conocida como Leguminoceae), el apio tuberoso (*Apios americana*). Los europeos se encontraron sorprendidos por la introducción de tubérculos subterráneos comestibles obtenidos de muchas de las plantas traídas de América. A finales del siglo XVI Gerard (1597) utilizó el término “common potato” para diferenciar la batata (*Ipomoea batatas*) de la patata “Potato of Virginia”.

2.1.4. Usos e importancia económica a nivel mundial

En la actualidad, la papa constituye un alimento fundamental en la dieta de la población mundial, además de su uso como planta forrajera e industrial, suministradora de alimento para el ganado y de materia prima para la industria del almidón y del alcohol.

La mayor parte de la producción mundial se consume en fresco, sin embargo, en algunos países desarrollados, es más frecuente la transformación del producto de una u otra manera para su aprovechamiento posterior en función de los diferentes usos que se le quieran dar (Alonso, 2002).

En la industria farmacéutica es muy demandada la fécula que sirve como excipiente para los comprimidos. Otros usos que se le otorgan es su utilización para la producción de energía por fermentación y digestión bacteriana como ocurre con la empresa British Biogen en el Reino Unido o para la producción de bioetanol en Babilafuente (Salamanca) y en Aranda de Duero (Burgos) (Alonso, 2002).

El mercado mundial de la papa ha experimentado importantes cambios en los últimos años. Hasta inicios de la década de 1990, casi la totalidad de las papas se producían y consumían en Europa, América y en los países de la antigua Unión Soviética. Desde entonces, se ha producido un espectacular aumento de la producción y demanda de papa en Asia y África. En 2005, por primera vez, la producción de papas en las naciones en desarrollo (en torno a 161 millones de toneladas) excedió a la de los países desarrollados (155,9 millones de toneladas). Mientras que los países en desarrollo (PEDs), liderados por China, presentaron una tasa de crecimiento anual de casi un 5%, los países desarrollados (PDs) han reducido su nivel de producción entre 1993 y 2012 (FAO, 2014). Desde 2005, los países en desarrollo, encabezan la producción mundial de papas, convirtiéndose China en el primer productor mundial de papa, y poco menos de una tercera parte de todas las papas que se producen se cosechan actualmente en China y en la India.

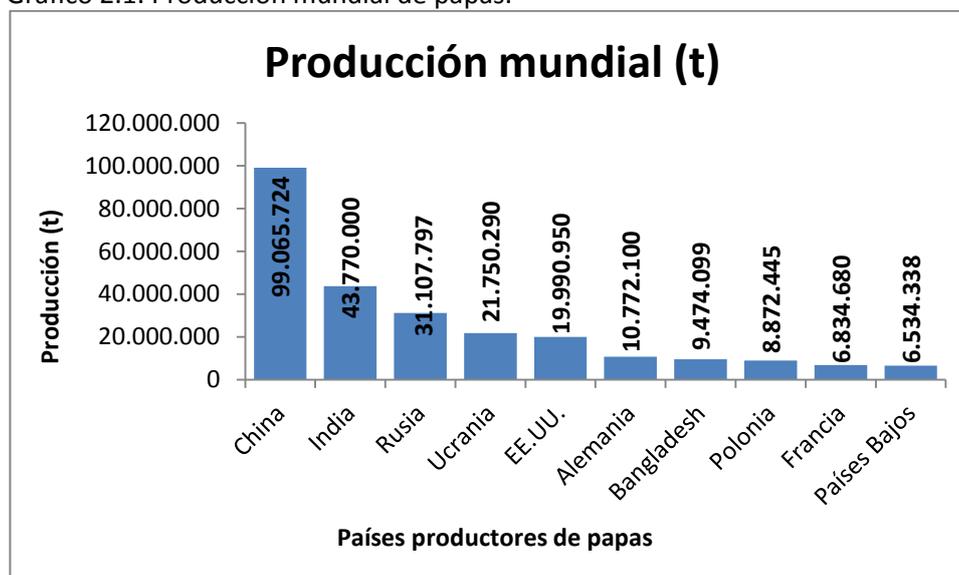
Asia y Europa son las principales regiones productoras de papa del mundo y en 2012 obtuvieron el 82% de la producción mundial. Asia consume casi la mitad del suministro mundial de papa, principalmente por su enorme población, aunque el consumo por persona fue de apenas 25 kg en 2005. Los mayores consumidores de

papa son los europeos. El consumo per cápita más bajo es el de África y el de América Latina, aunque en los últimos años ha aumentado.

A nivel mundial, cabe mencionar que los datos de los gráficos 2.1, 2.2, y 2.3 han sido extraídos de la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés). La FAO contiene información de alrededor de 194 países desde 1961 hasta la fecha. Así, la mayor parte de datos presentados son exactos pues son proporcionados por las oficinas nacionales de estadística.

En el gráfico 2.1 se representan los 10 países con mayor producción obtenida de papa a nivel mundial durante el año 2016, en toneladas. De forma muy destacada, China fue el país con la mayor producción de papa en el mundo, con 99.065.724 t, lo que representa el 26% del total. Le siguieron muy por debajo, India con 43.770.000 t que representa el 11,6%, Rusia con 31.107.797 t que constituye 8,3 % y en quinto lugar encontramos a Estados Unidos con 19.990.950 t, siendo el 5,3% de la producción.

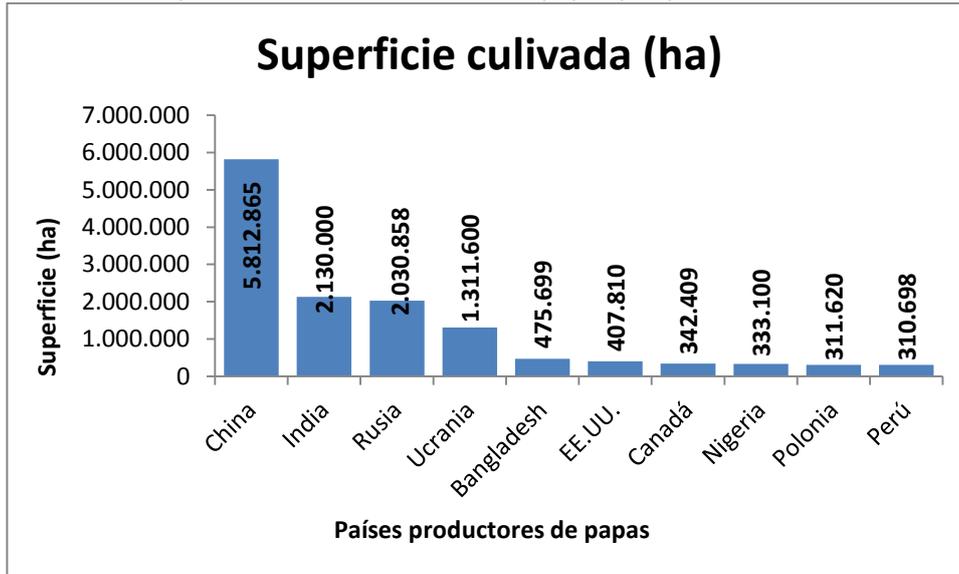
Gráfico 2.1: Producción mundial de papas.



Fuente: FAOSTAT (2017).

En el gráfico 2.2 se observa la superficie cultivada de papa a nivel mundial en hectáreas durante el 2016. China es el país que más superficie dedica al cultivo de papa con 5.812.865 ha, y representa el 30,2 % de la superficie a nivel mundial. Le sigue la India con una superficie de 2.130.000 ha, y en tercer lugar Rusia con 2.030.858 ha.

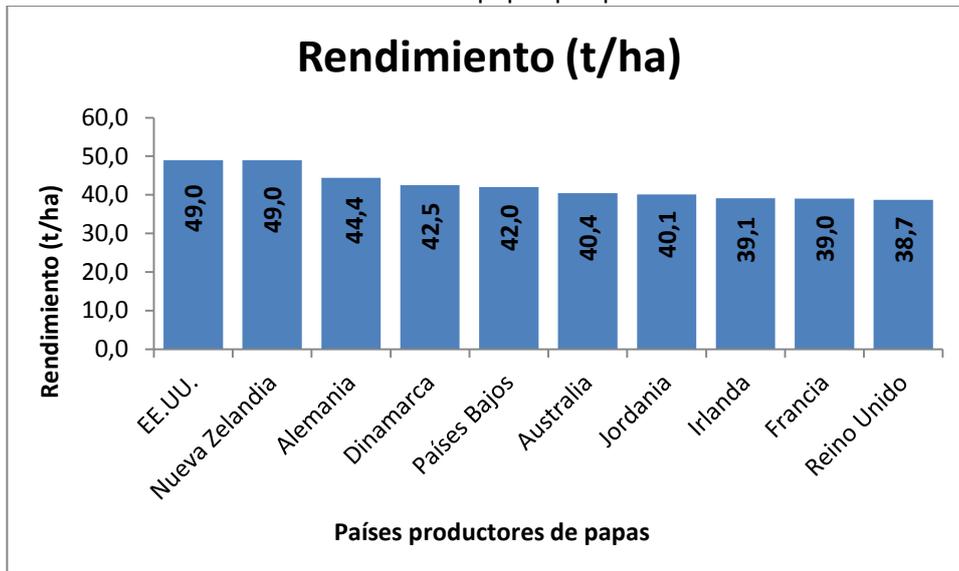
Gráfico 2.2: Superficie dedicada al cultivo de papas por países.



Fuente: FAOSTAT (2017).

A continuación, se expresa en el gráfico 2.3 los mayores rendimientos alcanzados a nivel mundial en los principales países productores, en toneladas por hectárea. Estados Unidos y Nueva Zelanda fueron los países con el mayor rendimiento promedio de papa en el mundo, con 49 t/ha, además de representar 2,5 puntos por encima de la media mundial. Le sigue Alemania con 44,4 t/ha y en cuarto lugar Dinamarca con 42 t/ha.

Gráfico 2.3: Rendimiento del cultivo de papas por países.



Fuente: FAOSTAT (2017).

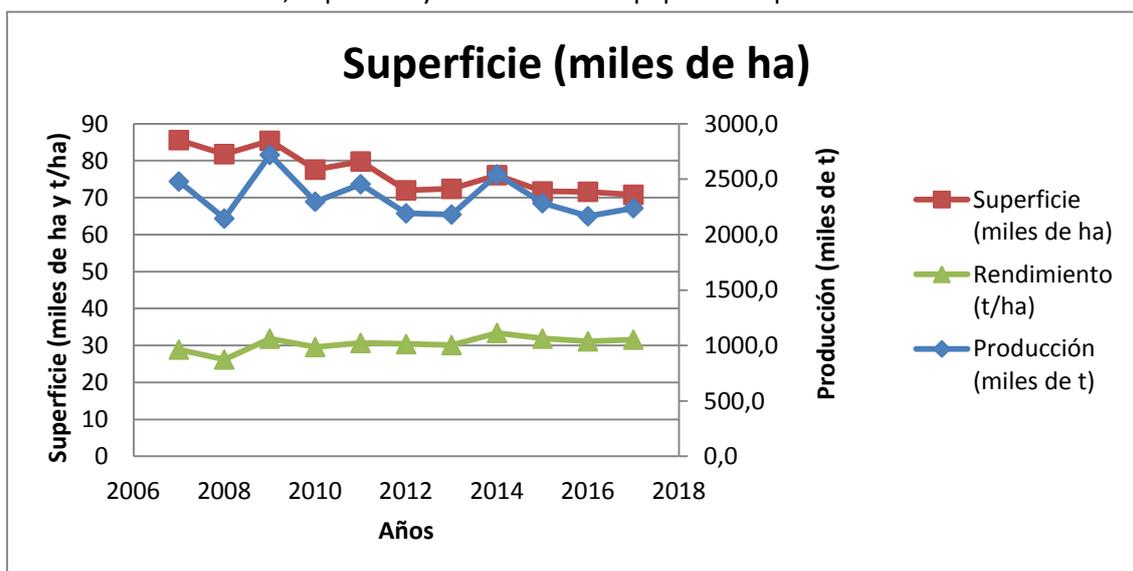
2.1.5. Importancia económica en España

A nivel mundial, España ocupa un lugar de importancia relativamente baja, debido a que con 2.239.500 t de producción, se sitúa muy por debajo de las principales potencias productoras China, India y Rusia con 99.065.724 t, 43.770.000 t y 31.107.797 t de producción, respectivamente.

En España, la producción anual durante casi todo el siglo XX, superó los 5 millones de toneladas hasta los años noventa. Actualmente, al igual que el resto de Europa, España ha experimentado una disminución de la producción. En el año 2007, se produjeron 2,5 millones de toneladas de papas, mientras que la superficie cultivada se redujo de 270.000 ha en 1990 a menos de 90.000 ha (FAO, 2016).

Durante el año 2012 se alcanzó una producción de 2,2 millones de toneladas, lo que supone un descenso del 6,7% respecto a 2011 (2,36 millones de toneladas). Actualmente, la producción ha disminuido un 60% respecto al año 1977, año en el que la producción alcanzó los 5,57 millones de toneladas (FAO, 2016).

Gráfico 2.4: Producción, superficie y rendimiento de papas en España.



Fuente: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (2018).

En cuanto a la producción en España, se muestra en el gráfico 2.4, como en este periodo de tiempo ha habido un claro descenso en la producción de papas a nivel nacional. En concreto, 2,4 millones de toneladas menos respecto al año 2007. Puntualmente se producen dos aumentos de la producción, uno durante 2009 con 2,7 millones de toneladas y el otro en 2014 con 2,5 millones de toneladas.

La superficie dedicada al cultivo de la papa, se ha visto reducida al igual que la producción, de forma muy similar, tal y como se muestra el gráfico 2.4. En este periodo la superficie de cultivo se ha visto reducida un 17,3%. Así mismo, cabe destacar el aumento del rendimiento por hectárea, sobrepasando los 120 t/ha.

2.1.6. Importancia económica en Canarias

En Canarias, la papa es uno de los cultivos con más arraigo e importancia económica. Actualmente, el consumo de la papa se ha disminuido. Según Redondo (2007) el consumo medio de la población en Canarias llegó a estar en los 90 Kg por persona y año, muy superior a la media nacional. Sin embargo, en el año 2017 el consumo medio de la población en Canarias se aproximó a los 30,21 kg por persona y año, prácticamente igual a la media española, que es de 30,19 kg por persona y año (Instituto Canario de Estadística (ISTAC), 2018).

Por otra parte, la superficie cultivada de papas en las Islas se ha visto seriamente reducida en las últimas décadas, pasando de las 11.364 ha en el año 1985 a las 4.066 ha en el año 2012, aunque parece que entre los años 2013 y 2017 se ha producido un ligero repunte de la superficie. Canarias ha pasado de ser un importante exportador de papas, con más de 40.000 t exportadas anualmente al exterior, principalmente al Reino Unido, en los años 70, a importar más de 100.000 t en la actualidad.

Tabla 2.1: Evolución de la superficie de papas en Canarias.

Año	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Superficie (ha)	4.262	4.134	4.029	3.858	4.224	4.066	5.287	5.461	5.509	4.781	4.585

Fuente: Instituto Canario de Estadística (ISTAC) a partir de datos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas (2018).

En la siguiente tabla 2.2 se muestra la comparación de las papas entre la provincia de Las Palmas de Gran Canaria y Santa Cruz de Tenerife correspondientes a la campaña del año 2017.

Tabla 2.2: Superficie (Secano y Regadío), producción y rendimiento de papas en Gran Canaria y Tenerife año 2017.

	Secano (ha)	Regadío (ha)	Total (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
GRAN CANARIA					
Papa extratemprana	140,3	345,6	485,9	9.048	18,62
Papa temprana	34,5	282,8	317,3	7.413	23,36
Papa media estación	29,9	194,4	224,3	5.166	23,03
Papa tardía	20,3	142,4	162,7	3.097	19,04
TENERIFE					
Papa extratemprana	276,5	473,9	750,4	10.698	14,26
Papa temprana	1.021,3	461,9	1483,2	18.060	12,18
Papa media estación	24,0	15,5	39,5	558	14,13
Papa tardía	48,0	350,9	398,9	6.168	15,46

Fuente: Instituto Canario de Estadística (ISTAC) a partir de datos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas (2018).

Por islas, las mayores producciones de papas se obtienen en Gran Canaria y Tenerife. Del resto de las Islas, podemos destacar a la Palma y la Gomera (tabla 2.3).

Tabla 2.3: Producción de papas por isla y año (t).

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2010	2009	2011
Lanzarote	554	815	3.060	4.700	6.725	6.483	4.059	3.707	3.255	1.998	3.671	3.125
Fuerteventura	208	269	739	757	1.033	1.051	1.247	1.045	1.079	650	1.312	1.351
Gran Canaria	14.972	12.215	29.203	28.806	34.600	38.263	34.716	31.990	24.955	25.437	26.217	27.408
Tenerife	52.444	36.835	44.446	50.981	57.800	41.811	40.741	38.853	30.330	27.118	39.134	41.637
La Gomera	3.005	2.266	2.024	2.920	3.001	2.599	2.597	2.445	2.237	2.216	2.780	3.336
La Palma	7.428	6.746	6.613	5.344	7.443	7.055	6.835	6.557	4.996	3.854	5.049	6.206
El Hierro	1.164	768	677	1.030	1.170	1.096	1.058	1.008	906	721	1.069	849
Canarias	79.775	59.914	86.762	94.538	111.772	98.358	91.253	85.605	67.758	61.994	79.232	83.912

Fuente: Instituto Canario de Estadística (ISTAC) a partir de datos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas (2018).

2.1.7. Distribución en Tenerife

En la actualidad, el cultivo de la papa en la isla de Tenerife se distribuye desde las tierras de la costa hasta zonas que sobrepasan los 1.000 m.s.n.m. (Rodríguez Cañadas, 1999).

A partir de los años sesenta del siglo pasado, la ausencia de riego y la coexistencia con otros cultivos, condicionó una mayor distribución del cultivo de la papa, quedando limitado a las medianías del norte de la isla, a las montañas de Anaga y a las zonas altas del sur de la isla. Es decir, a las zonas más frescas y húmedas, donde se daban las condiciones climáticas requeridas por el cultivo.

En las medianías del norte, se aclimataron las primeras variedades llegadas del continente americano, al reunir éstas condiciones similares a las que poseían las papas en sus zonas de origen (Gil, 1997; Rodríguez Brito, 1986).

La llegada desde Europa de variedades que ofrecían un mayor rendimiento que las variedades locales, originó la dispersión del cultivo que hoy en día encontramos, debido en gran medida, a que estas variedades ofrecieron la posibilidad de producir cosechas más tempranas durante el invierno, con un escaso periodo de reposo y corto ciclo vegetativo (Rodríguez, 1986).

En la tabla 2.4 se detalla el número de explotaciones y la superficie en secano y regadío dedicada al cultivo de la papa en los diferentes municipios de Tenerife en el año 2017.

Tabla 2.4: Explotaciones y superficie de dicada al cultivo de papas en la isla de Tenerife.

	Nº de explotaciones			Superficie (ha)		
	Total	Secano	Regadío	Secano	Regadío	Total
Tenerife	8.097	4.545	4.254	2.108	1.709	3.817
Adeje	51	4	49	2	41	43
Arafo	233	1	232	0	38	38
Arico	242	9	238	2	61	62
Arona	72	14	68	7	31	37
Buenavista del Norte	240	164	80	55	21	76
Candelaria	115	16	107	2	21	23
Fasnia	264	4	261	1	77	78
Garachico	132	101	44	46	14	60
Granadilla de Abona	224	3	221	6	180	186
Guancha (La)	328	223	203	70	50	119
Guía de Isora	79	2	77	0	24	25
Güimar	400	12	393	2	111	113
Icod de Los Vinos	488	231	318	86	73	158
Laguna (La)	553	334	230	96	65	161
Matanza de Acentejo (La)	178	169	23	62	4	66
Orotava (La)	1.035	705	375	500	160	661
Puerto de La Cruz	21	8	15	3	3	6
Realejos (Los)	1.003	793	291	542	121	663
Rosario (El)	303	265	41	75	18	93
San Juan de La Rambla	454	360	324	165	122	287
San Miguel	135	2	134	0	183	184
Santa Cruz de Tenerife	126	51	85	23	18	40
Santa Úrsula	172	160	27	46	15	61
Santiago del Teide	19	7	12	55	53	2
Sauzal (El)	181	155	37	68	42	26
Silos (Los)	46	39	8	26	21	4
Tacoronte	235	197	43	66	52	14
Tanque (El)	229	224	15	94	92	2
Tegueste	209	122	96	57	24	33
Victoria de Acentejo (La)	190	166	69	40	34	6
Vilaflor	140	4	138	172	1	171

Fuente: Instituto Canario de Estadística (ISTAC) a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) 2017.

– Medianías del Norte

En las medianías del norte se ha de distinguir una zona de secano húmeda, beneficiada por la influencia del alisio, y una franja más árida, susceptible de regadío. Así pues, la viabilidad del cultivo de secano se debe a que el nivel pluviométrico es, en principio, adecuado para el cultivo (Rodríguez, 1986).

Las tierras costeras, más cálidas, eran las idóneas, con el uso del riego, para llevar a cabo el cultivo destinado a los mercados exteriores. Durante el mes de enero se iniciaban las plantaciones, para a finales de mayo, principios de junio proceder a la

recolección. A medida que se ascendía hacia latitudes más altas la época de siembra y, por tanto, la de recolección se iba retrasando.

Hasta una altura de 500 m.s.n.m. se solía hacer una segunda cosecha de papas en invierno. Estas se plantaban desde mediados de noviembre hasta finales de diciembre, bajo el amparo de las temperaturas frescas del otoño.

Durante el verano, en las tierras que abarcan entre los 400 y los 1000 m.s.n.m., se llevaba a cabo una cosecha veraniega, generalmente de secano, con algunas de estas variedades de papas locales, que se dedicaban básicamente al autoconsumo o al mercado de interior. En ocasiones, algunas de estas variedades se plantaban, avanzado el verano en cotas altas, obteniéndose una cosecha invernal, bajo condiciones de cultivo de secano en fechas próximas a las Navidades (Gil, 1997).

– **Medianías del Sur**

En Las medianías del sur, el cultivo de desarrollaba en secano, pero por sus condiciones climáticas y por la creciente importancia de la exportación, a partir de los últimos años de la década de los años cincuenta, comienza la instalación de sistemas de riego (Rodríguez, 1999).

Durante los meses de octubre a diciembre, tenía lugar la plantación con destino a la exportación, cosechándose entre los meses de febrero a mayo. De igual forma que en las medianías del norte, las zonas altas, se destinaba a variedades locales. Así, entre los 400 y 700 m.s.n.m. con variedades europeas, se cultivaban las papas de “medio tiempo”, destinadas al consumo local. La siembra se realizaba en los meses de diciembre y enero, y la recolección entre junio y julio. Entre los 800 y 1700 m.s.n.m., se cultivaban las variedades locales, realizándose siembras de papas tardías. Se plantaban desde finales de julio hasta mediados de agosto y se cosechaban entre enero y abril.

Hoy en día, la distribución, no se ha visto muy modificada de forma que el cultivo es muy similar y en algunas zonas idéntica. Cabe destacar que la superficie cultivada es menor y las cosechas están dedicadas únicamente al mercado interno, las épocas de plantación han variado sensiblemente, adaptándose a esta situación, intentando con ello rentabilizar el cultivo (Gil, 1997).

2.2. Taxonomía y morfología

2.2.1. Taxonomía

La papa (*Solanum tuberosum* L.) pertenece a una amplia familia denominada Solanáceas. Esta familia está formada por una amplia variedad de géneros que tienen una gran importancia agrícola, como lo son los géneros, *Capsicum*, *Lycopersicum*, *Nicotiana*, *Physalis* o *Petunia* (Hawkes, 1990), además de otros como *Atropa*, *Datura*, *Mandragora* o la misma *Nicotiana*. Son géneros tóxicos ya que presentan un alto contenido en alcaloides. No obstante, casi todos los géneros de la familia de las Solanáceas, posee algún tipo de alcaloide, aunque sea en cantidades poco significativas (Casañas *et al.*, 2003).

Los taxónomos han incluido dentro de la familia Solanáceas tanto las papas cultivadas como las silvestres dentro del mismo género; *Solanum*, que agrupa alrededor de unas 1.000 especies, de las cuales más de 200 son tuberosas. Las demás especies están comprendidas como no tuberosas, es el caso de *Solanum nigrum* o *Solanum melongena*, y algunas otros son espinosas y arbustivas. Todas las especies tuberosas del género tienen su origen en el Continente Americano y muchas de ellas, son de gran interés debido a su resistencia frente a las plagas y diferentes patógenos o por su gran adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas. Muchos taxónomos se han postulado a favor de la creación de un género que agrupe únicamente a las especies tuberosas. Sin embargo, esta iniciativa no ha recibido el apoyo esperado entre la comunidad científica, debido a que el valor primario en la clasificación genérica es la estructura floral y no existen en ella, distinciones esenciales entre las distintas especies del género *Solanum*.

En la clasificación de las subespecies se tiene en cuenta criterios clásicamente utilizados. En concreto, la clasificación se lleva a cabo por la estructura floral. Hawkes (1990) determina dos superseries en función de la forma de la corola: Stellata, con forma de estrella y, Rotata, con forma redondeada, existiendo así grupos intermedios. Dentro de la última superserie, esta la serie tuberosa, y en ella están clasificadas tanto las papas cultivadas como un importante número de especies silvestres.

El número de especies cultivadas varía según la fuente consultada (Ríos, 2002). Originalmente, Hawkes (1963 y 1978) y Ochoa (1972) señalan ocho, para más tarde Hawkes (1990) rectificar su afirmación original y reconocer únicamente siete especies.

Sin embargo, los taxonómicos siguen reconociendo como ocho las especies cultivadas. Todos los sistemas utilizados en la clasificación coinciden en dividir las papas cultivadas en cuatro niveles de ploidía, desde papas diploides ($2n=24$) hasta pentaploides ($2n=56$).

Este desacuerdo es debido a que Hawkes (1990) considera que *S. goniocalyx* Juz. y Buck., no es más que una subespecie de *S. stenotomum* Juz y Buck, mientras que los taxónomos del C.I.P. la han considerado una especie aparte.

Considerando el criterio del C.I.P. las ocho especies cultivadas son:

- *Solanum x ajanhuiri* Juz. y buck.
- *Solanum phureja* Juz. y buck.
- *Solanum stenotomum* Juz. y buck.
- *Solanum x chaucha* Juz. y buck.
- *Solanum x juzepczukii* Juz. y buck.
- *Solanum x curtilobum* Juz. y buck.
- *Solanum goniocalyx* Juz. y buck.
- *Solanum tuberosum* L.: Se reconoce dos subespecies *ssp tuberosum* y *ssp andigena*.

Según su dotación cromosómica la clasificación de todas ellas es: cuatro son diploides (*Solanum phureja*; *Solanum stenotomum*; *Solanum goniocalyx*; *Solanum x ajanhuiri*), dos son triploides (*Solanum x chaucha*; *Solanum x juzepczukii*), una tetraploide (*Solanum tuberosum*) y una pentaploide (*Solanum x curtilobum*).

Se han postulado diferentes orígenes para la *ssp. andigena* (Ríos, 2002), entre ellos un origen autotetraploide por un cruce de gametos no reducidos de *S. stenotomum*, con la especie diploide no cultivada, *S. sparcipilum* (Hawkes, 1998).

Una gran mayoría de las papas cultivadas son tetraploides, en otras palabras, poseen cuatro juegos de cromosomas. Cada juego tiene doce cromosomas, no obstante, como ya se ha expuesto, se conoce la existencia de especies del género *Solanum* que son diploides, triploides, tetraploides, pentaploides pero también hexaploides. Los genetistas conocen la gran variedad de diploides y tetraploides en las papas, y por ello el posible cruce genético sin dificultad. De esta manera se obtuvieron

los triploides o pentaploides como resultado de cruzar diploides con tetraploides o tetraploides, con hexaploide respectivamente.

El C.I.P., situado en Perú, conserva y mantiene en la actualidad unos 4.000 entradas de papas, además de aproximadamente 200 especies silvestres que poseen características de interés agrícola, tales como resistencia a plagas y enfermedades, así como a condiciones ambientales que provocan estrés a los cultivos de papas. Así mismo, posee ocho especies cultivadas poseedoras de una serie de características agronómicas y morfológicas tales como la calidad y su precocidad para un uso industrial.

Las primeras papas introducidas en Europa en el siglo XVI, eran variedades mal adaptadas a las condiciones climáticas. Pertenecientes a la especie *Solanum tuberosum*, spp *andigena* y no eran originarias de Chile, pero sí de las altas mesetas de Los Andes (Salaman, 1949 y Hawkes, 1963). Únicamente formaban tubérculos bajo condiciones de día corto y el resultado eran papas de variada uniformidad.

2.2.2. Morfología

La planta de la papa, es dicotiledónea herbácea y anual, que pertenece a la familia de las solanáceas. Se puede considerar perenne debido a que es capaz de reproducirse por tubérculos (Alonso, 2002).

Se compone de una parte aérea (formada por tallos, hojas, flores y frutos), y de otra parte subterránea (constituida por raíces, tubérculos y brotes).

– Parte aérea

- **Tallos:** Son gruesos, fuertes, de forma y consistencia cilíndrica o con mayor frecuencia angulosa, alcanzan una altura media comprendida entre 0,6 y 1 m, originándose las yemas del tubérculo madre. El tallo es de color verde, en algunos cultivares los tallos alcanzan tonalidades parduzcas, debido a la presencia o ausencia de antocianinas.

Los tallos son herbáceos, aunque en las etapas avanzadas del desarrollo vegetativo la parte inferior puede ser relativamente leñosa, debido a una cierta lignificación del mismo.

Los tallos en general suelen ramificarse, el corte de la sección transversal, es hueco en el espacio entrenudos y de forma triangular. La parte baja del tallo es redonda y solida.

Los tallos secundarios pueden brotar muy cerca del tubérculo "semilla", en cuyo caso su formación o la producción de estolones y tubérculos será similar a la del tallo principal o bien pueden desarrollarse ramas sucesivamente, varias veces durante el crecimiento de la planta (Alonso, 2002).

Los tallos principales crecen erguidos, pero con el paso del tiempo pueden transformarse en rastreros. Los estolones de la papa son tallos laterales, normalmente subterráneos.

Las yemas que se forman en el tallo a la altura de la axila de las hojas, pueden dar lugar a tallos laterales, estolones, inflorescencias y, en ocasiones, tubérculos aéreos.

- **Hojas:** Son imparipinnadas, formadas por nueve o más foliolos, cuyo tamaño es tanto mayor cuanto más alejados se encuentran del nudo de la inserción al tallo. A su vez, están distribuidas en espiral sobre el tallo.

Las hojas maduras son compuestas, es decir, con un raquis ventral y varios foliolos laterales, secundarios y en algunos casos presentan foliolos terciarios. Después de desarrollar de seis a nueve hojas, pueden aparecer botones florales en toda o alguna de las ramas apicales.

Las hojas están provistas de vellosidades de diversos tipos, los cuales también se encuentran presentes en las demás partes aéreas de la planta. En cuanto a la distribución de los estomas, estos suelen ser más numerosos en la superficie inferior de las hojas que en la superior.

Se denomina el primer nivel, a la zona que comprendida desde la parte baja del tallo, incluidas sus hojas, y hasta la primera flor. La sección comprendida entre las flores de primera y segunda generación se denomina segundo nivel y el tercer nivel, va desde la sección comprendida entre las flores de segunda y tercera generación. El número de niveles y la longitud del tallo de cada nivel dependen de la variedad, horas de luz diaria, abonado, etc. Las variedades desde ciclo

largo tienen más niveles y los tallos más cortos, mientras que las variedades de ciclo largo tienen más niveles y la longitud de los tallos en cada nivel es mayor.

Hay diferencias varietales en la forma, número, tamaño y color de los folíolos. La forma de la hoja puede verse modificada de manera muy sustancial por la temperatura y el número de horas de luz.

Generalmente, en la axila de cada hoja hay una yema axilar latente, pudiendo observarse, excepcionalmente, dos o tres yemas. Dichas yemas, y de forma especial las situadas en la axila de las últimas hojas formadas, se desarrollan en ejes después del paso del meristemo terminal al estado reproductor y la pérdida de la dominancia apical.

- **Flores y frutos:** Las flores son pentámeras, y los colores son diversos variando desde el blanco al morado. Las flores tienen estilo y estigma simples, con un ovario bilocular. La dispersión del polen es llevada a cabo por el viento. La polinización cruzada en los tetraploides es rara, realizándose de forma natural una autopolinización. Las flores están agrupadas en una inflorescencia cimosa, situada siempre en la extremidad de un tallo y sostenida por un escapo inflorescencia, denominado inadecuadamente como péndulo.

El número de flores es variable y depende de cada variedad, lo mismo se puede decir de los frutos originados a partir de esas flores.

La flor, muy característica de las Solanáceas; es actinomorfa y pentámera. Está sostenida por un pedicelo y presenta:

- Cinco sépalos soldados en la base de un cáliz gamosépalo.
- Cinco pétalos, iguales soldados en una corola gamopétala de diversos colores.
- Cinco estambres, alternando con pétalos y fijados sobre el tubo de la corola. Las anteras están unidas entre sí, formando un manguito en cuyo centro se destaca un estilo único. Su dehiscencia es poricida (en cada una de ellas se encuentran 2 poros en su extremidad), lo que es una característica particular que presenta el género *Solanum*.

- Dos carpelos soldados en un ovario súpero, con dos cavidades, con placentación axilar, conteniendo numerosos óvulos y coronado por el estilo y el estigma. Los carpelos están orientados de forma oblicua en relación con el plano medio de la flor (Jones, 1939).

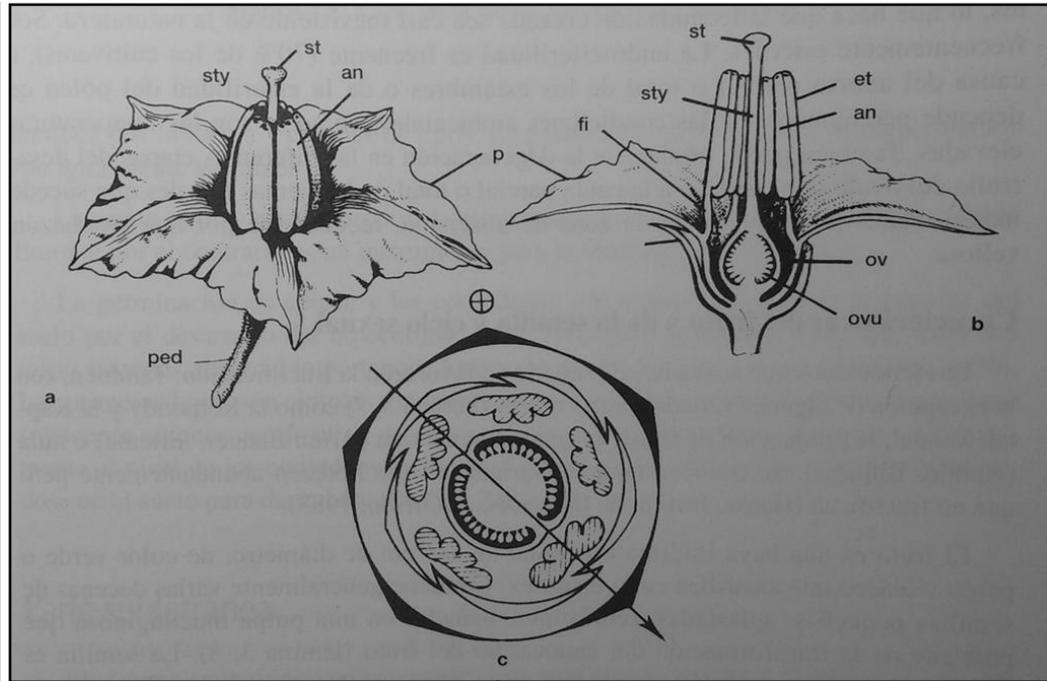


Imagen 2.1. Estructura de la flor de la papa: vista general (a), corte longitudinal (b) y diagrama floral (c) (Rousselle et al., 1999).

El fruto maduro es una baya de forma redondeada u oval, variando de color desde el verde al amarillo y en algunos casos violeta; su tamaño es variable pudiendo medir entre 1 y 3 cm de diámetro, y consta de dos cavidades o lóbulos en los que se alojan las semillas, siendo el número de semillas de cada fruto muy variable y pudiendo ir desde ninguna hasta más de trescientas.

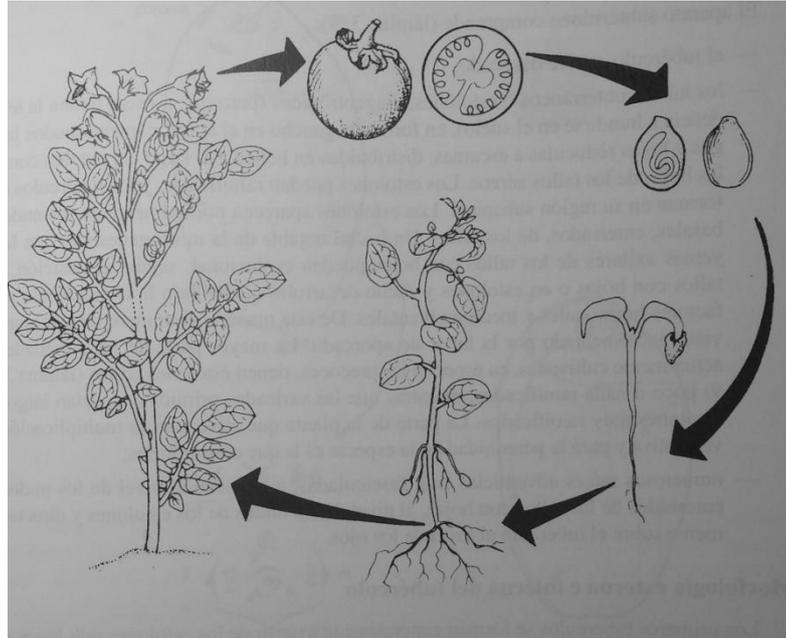


Imagen 2.2. Ciclo de la papa por reproducción sexual (Rousselle et al., 1999).

Generalmente, no se cultiva la papa a partir de la semilla verdadera, a excepción de fines genéticos, con el objetivo de obtener nuevas variedades. La germinación de la semilla verdadera de la papa es epigea, ya que los cotiledones emergen del suelo por alargamiento del hipocótilo. La radícula aparece en la zona micropilar de la semilla y enseguida se forman raíces laterales. Las primeras hojas son ovaladas y con pelos. Cuando la plantilla tiene únicamente unos pocos centímetros de altura, aparecen los estolones en las axilas de los cotiledones y después de introducirse en el suelo forman pequeños tubérculos. El sistema radicular es fibroso y está muy ramificado.

– **Parte subterránea**

Está constituida por las raíces y los tubérculos.

- **Raíces:** Las plantas que se desarrollan a partir de tubérculos producen raíces adventicias en los nudos de los tallos subterráneos y en los estolones. Son muy ramificadas, finas y largas, dependiendo su desarrollo de que el suelo esté más o menos mullido.

Normalmente, la planta de la papa comienza a desarrollar su sistema radicular bastante cerca de la superficie, no llega a profundizar más de 40-50 cm, aunque se han encontrado raíces en suelos homogéneos y relativamente sueltos, a la profundidad de un metro.

Las raíces y estolones se desarrollan a partir del tallo subterráneo, entre el tubérculo “semilla” y la superficie del suelo, por lo tanto el tubérculo debe ser plantado a una profundidad tal que le permita una adecuada formación de raíces y estolones.

El sistema radicular está formado por raíces adventicias. En las primeras etapas del cultivo el sistema radicular se limita a la zona superficial del suelo, para continuar su crecimiento hacia zonas más profundas, después de haberse extendido horizontalmente hasta una cierta distancia. Esto deja el suelo que está justo debajo de las plantas, casi libre de sus propias raíces.

- **Tubérculos:** Se considera tubérculo a una parte del tallo que se ha adaptado para el almacenamiento de sustancias de reservas y para la reproducción asexual de la planta. En ocasiones, se desarrollan tubérculos aéreos en la inserción de las hojas en el tallo. Esto ocurre cuando la parte aérea continua produciendo reservas y ha sido bloqueado el transporte de productos de asimilación a los tubérculos. Este bloqueo puede estar debido a daños mecánicos o por el ataque de un hongo a la planta (por ejemplo *Rhizoctonia solani*) en la parte más baja del tallo.

El tubérculo se forma en el extremo del estolón como consecuencia de la acumulación de reservas que se producen por el rápido desarrollo y división celular. Por lo general, la unión del estolón con el tubérculo muere cuando la planta alcanza la madurez o bien se rompe durante la recolección.

El tipo y la cantidad de sustancias que se forman en el tubérculo son variables y están muy relacionadas con la variedad y con las condiciones de crecimiento.

Como valores medios de la composición de un tubérculo fresco podemos considerar los siguientes:

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

- Cenizas: 0,5-1,5%.

Otros constituyentes en la composición del tubérculo fresco, en menor proporción, son los siguientes: azúcares, polisacáridos, enzimas, ácido ascórbico, otras vitaminas, sustancias fenólicas, ácidos nucleicos, etc.

Por el contenido la materia seca de los tubérculos (constituida esencialmente por almidón), es uno de los parámetros cuantificados que nos revela la calidad de la papa, junto a la cantidad de azúcares reductores. Depende de la variedad, de las condiciones agroclimáticas y de las técnicas de cultivo que se efectúen. Según Münster (1971), las papas que se cultivan en suelos de tipo arcilloso o limo-arcilloso obtienen valores más altos de materia seca que en los suelos tipo arenosos. En el interior del tubérculo aumenta en sentido transversal a la periferia, hacia los parénquimas perivasculares y luego disminuye hasta el centro. En el sentido longitudinal, aumenta desde la corona hacia el talón (Imagen 2.3). El contenido en materia seca se eleva paralelamente al aumento en calibre de los tubérculos, aunque los tubérculos más gruesos no presenten el contenido más alto. Este contenido es mayor en el córtex que en la médula (Rousselle *et al.*, 1999).

En la tabla 2.5 se presentan los diferentes valores medios de los parámetros nutricionales de la papa más utilizados a nivel internacional para la caracterización de la calidad fisicoquímica.

La calidad organoléptica de las papas viene condicionada por los azúcares reductores, la textura y la materia seca.

Tabla 2.5: valores nutricionales de la papa.

Componente	% mat. fresca	% mat. seca	mg/100 g mat. fresca
Valor energético			80 kcal.
Agua	77,5		
Materia seca	22,5		
Proteínas	2		
Lípidos	0,1		
Cenizas	1		
Glúcidos totales (azúcares)*	19,4		
Almidón	15,7	70	
Sacarosa	0,1 – 0,2	0,5 – 0,1	
Glucosa, fructosa	0,07 – 0,45	0,5 – 0,2	
Celulosa		2 – 4	
Pectinas		2,5	
Ácido cítrico		1	
Vitaminas			
Tiamina (B1)			0,11
Riboflavina (B2)			0,04
Nicotianimida (B3 o PP)			1,2
Ác. pantoténico			0,3
Piridoxina (B6)			0,2
Ác. ascórbico (C)			
Papa nueva			40
Papa 3 meses			15
Papa 6 meses			5
Minerales			
Azufre			29
Calcio			14
Cloro			35
Cobalto			0,01
Cobre			0,16
Fósforo			53
Hierro			0,8
Yodo			0,03
Magnesio			27
Manganeso			0,17
Potasio			410
Sodio			3

*Azúcares reductores. Estos azúcares corresponden a papas recolectadas en plena madurez y no almacenadas. El contenido en azúcares solubles depende mucho del grado de madurez y de las condiciones de conservación de los tubérculos. Elaboración propia a partir de: Talburt y Smith (1987); Burton (1966) y Grison (1981), citados por Gravouille (1999).

Entre las características físicas del tubérculo cabe destacar: la forma del tubérculo, la profundidad de las yemas, el color y la textura de la piel y el color de la carne. Todas estas características están ligadas genéticamente a la variedad de la papa.

La forma de los tubérculos varía desde completamente alargada como es la variedad Spunta hasta la redonda como la variedad

Con respecto a la textura de la piel, según la variedad, van desde lisa a áspera, jaspeada o rugosa.

En cuanto al color de la carne, presenta una amplia gama de coloraciones desde el blanco presente en la variedad Kennebec al violeta oscuro que muestra la variedad Vitelotte Noire, pasando por amarillo más o menos intenso.

- **Brotos:** El número de brotes de los tubérculos varía mucho, debido a que depende de diversos factores, como pueden ser: variedad, calibre del tubérculo, condiciones de crecimiento del cultivo, etc. En las yemas surgen los brotes que darán lugar a la nueva planta.

Las yemas se distribuyen por la superficie de los tubérculos, de forma helicoidal, sobre todo en la parte opuesta al punto de inserción con el estolón.

El brote principal o dominante da lugar al tallo principal, a partir del cual, pueden crecer tallos laterales o estolones.

Generalmente, el brote surge a partir de la yema principal, aunque en ocasiones esta puede ser eliminada, por un golpe, un corte, etc., en este caso es muy probable que las yemas laterales, que normalmente forman los estolones, originen uno o más tallos.

En presencia de la luz, los brotes tienden a ser más cortos y más gruesos, habiendo variabilidad en su coloración, pudiendo ser esta verde a púrpura, por el contrario los brotes que se desarrollan en ausencia de luz son más largos, más débiles y de coloración blanquecina, debido a la ausencia de clorofila.

Ha quedado demostrado en diferentes estudios que el vigor del crecimiento de la planta está estrechamente relacionado con el de los brotes de los cuales provienen. Por esta razón, es conveniente utilizar el tubérculo para la plantación, una vez ha alcanzado una fase de crecimiento activo. Y de esta manera asegurar una nacencia más rápida y vigorosa (Alonso, 2002).

2.3. Condiciones edafoclimáticas

2.3.1. Temperatura

La papa es un cultivo de clima templado-frío, el cero vegetativo del cultivo se encuentra entre los 6 y 8°C, aunque los brotes pueden desarrollarse de forma muy ralentizada a partir de los 2°C. La integral térmica necesaria para cubrir su ciclo de cultivo en las variedades tempranas es de 1.600°C, sin embargo para las variedades tardías se necesita 3.000°C (Maroto, 2002).

A partir del momento en que las temperaturas medias diarias giran en torno a los 21°C, los rendimientos aumentan de forma favorable. Durante la noche, bajan las temperaturas, y pueden afectar a la acumulación de carbohidratos y materia seca. De esta manera, con temperaturas nocturnas muy bajas, el proceso de respiración, se ralentiza, se quema menos materia seca, y esta se acumula en forma de almidón fuente. El desarrollo de los brotes de la papa de siembra, se produce con mayor rapidez cuando se produce un incremento en las temperaturas. Por otra parte, el desarrollo se ve optimizado cuando las temperaturas alcanzan los 18°C (Alonso, 2002).

Le benefician temperaturas nocturnas relativamente frescas. Una temperatura elevada repercute positivamente en el desarrollo de la parte aérea, perjudicando la tuberización (Maroto, 2002).

El proceso de la fotosíntesis también de ve influenciado por las variaciones de la temperatura. La temperatura óptima para realizar la fotosíntesis depende de la intensidad de luz, además, no siempre se corresponde con la temperatura óptima para la producción de tubérculos. La causa de ello, puede estar justificada en la gran influencia que tiene la temperatura sobre la distribución de la materia seca y sobre el modelo de crecimiento de la planta. Los carbohidratos, pueden destinarse al crecimiento del tubérculo o al crecimiento vegetativo. La iniciación de la tuberización, se ve retardada cuando las partes aéreas de la planta, están sometidas a temperaturas elevadas. La transformación de los estolones en el tubérculo lleva consigo el alargamiento de las células y acumulación de almidón.

La influencia que ejercen las elevadas temperaturas, se traduce en una disminución de la materia seca de los tubérculos (Ben Khedher y Ewing, 1985). En estas condiciones de temperaturas elevadas, el follaje de la planta continua extendiéndose,

y como consecuencia, la migración de asimilados desde las partes aéreas a los tubérculos se ve reducida. Las temperaturas altas del suelo, pueden lograr tuberización, pero no el transporte de estimuladores de la tuberización. Las papas que se desarrollan en un suelo cálido, pero bajo aire frío, pueden desarrollar tubérculos bajo el suelo. Tan pronto como los estolones se exponen al aire frío comienza la tuberización (Bello *et al.*, 2008).

2.3.2. Luminosidad

Tanto la intensidad como la duración de la luz, afectan al desarrollo del cultivo. Entre los 400 y 700 nanómetros de longitud de onda, están los valores adecuados en los que el cultivo desarrolla sus funciones fotosintéticas. Parte de la energía de radiación que proviene del sol, es interceptada por las partes verdes de la planta, esta es la energía que la planta utiliza para la fotosíntesis, el resto de la energía, es reflejada por las hojas. Por otro lado, la luz utilizada para la fotoasimilación, depende de la luz disponible, de su intensidad y de las horas de la luz diaria (Alonso, 2002). Cuando el periodo de iluminación es largo, se favorece el crecimiento vegetativo, concretamente la longitud de los tallos, pero cuando los periodos de iluminación son cortos, los estolones son más cortos y aumenta el número de tubérculos por planta. El proceso de la tuberización, es inducido por un fotoperiodo corto, las temperaturas bajas y una alta cantidad de radiación. Además, se favorece por una baja fertilización nitrogenada, intensidad de la luz, un aumento de la superficie foliar y de la edad fisiológica de los tubérculos (Bello *et al.*, 2008).

Un grupo de investigadores dirigidos por Salome Prat, del Instituto Biológico Molecular de Barcelona del CSIC han descubierto la proteína que indica a la planta de la papa, cuando es el momento adecuado para comenzar la formación de tubérculos. Se trata de la proteína armadillo. El fitocromo de las hojas de la papa, pone en funcionamiento una serie de proteínas, que en última instancia, activan la proteína armadillo. Esta última proteína, desencadena la formación de los tubérculos, ya que determina un cambio en los niveles de expresión de otros factores como las hormonas giberelinas, que participan en el proceso. La producción de tubérculos, es inversamente proporcional a la concentración de giberelinas en los tallos subterráneos de la planta. A menor concentración de giberelinas, mayor producción de tubérculos. Es aquí donde la proteína armadillo, juega un papel fundamental, ya que evita que las

giberelinas se transporten y se concentren en los tallos subterráneos de la planta (Prat *et al.*, 2002).

Si la intensidad de la luz es alta, tanto el inicio de la tuberización como el engrosamiento de los tubérculos, comienzan antes, y se alcanza antes el crecimiento máximo de los tallos, los rendimientos son mayores y los tubérculos contienen más materia seca que cuando la intensidad de la luz es baja. Sin embargo, con intensidades de la luz muy alta, la planta puede morir prematuramente y el tamaño de los tubérculos puede verse limitado por esta muerte temprana (Alonso, 2002).

2.3.3. Respiración

Los tubérculos dañados o empezando a brotar, tienen mayores niveles de respiración que un tubérculo sano. Todas las partes vivas de la papa, las hojas, tallos, estolones, tubérculos y raíces, respiran carbohidratos. En un clima templado y durante el periodo de cultivo, los carbohidratos quemados en la respiración, como media suponen al menos el 25% de los producidos por la fotosíntesis (Alonso, 2002).

Durante el almacenamiento, algunos autores recomiendan no apilar los tubérculos en espesores superiores a 1,8m de altura a 25°C o 3,5m a 20°C para evitar sobrecalentamientos en su interior. Cuando se produce un aumento de la temperatura, la respiración aumenta significativamente. Superando en casos extremos los 45°C, el efecto provoca la muerte de las células y, por lo tanto, la disminución en la respiración (Alonso, 2002).

2.3.4. Suelo

Las condiciones óptimas que debe reunir un suelo para el desarrollo del cultivo de la papa determinan en gran medida el rendimiento y la calidad de la cosecha.

La papa requiere suelos con una buena aireación, con un buen drenaje, profundos y con un alto contenido en materia orgánica. Prefiere los suelos ligeros o semiligeros, tolera pH ácidos del orden de 5,5 a 6. Admite los suelos salinos, por ello se considera una especie medianamente tolerante. En suelos alcalinos se producen más intensamente los ataques de sarna (Maroto, 2002).

Estudios llevados a cabo por Levy (1992) demostraron que, en cualquier circunstancia, la utilización de aguas de riego de distinta conductividad (1,2, 4,1, 6,5 dS/m) afectaban de forma negativa al cultivo de la papa, retrasando la emergencia de las plántulas y reduciendo el crecimiento de hojas y tubérculos. Disminuyendo, en definitiva, el rendimiento del cultivo entre un 21-79% al utilizar agua salina desde la plantación y entre un 22-31% si el agua de riego salina es aplicada después del establecimiento del cultivo.

2.4. Técnicas de cultivo. Especial referencia a Tenerife

2.4.1. Características y cuidado del tubérculo de siembra

En el momento de la siembra el estado fisiológico de la “semilla” debe ser el adecuado, para garantizar la óptima emergencia del tubérculo. El espacio de tiempo comprendido entre la siembra y la emergencia es el periodo más delicado en el cultivo de la papa.

La “semilla” debe estar libre de plagas y enfermedades, prestando especial atención a las enfermedades peligrosas que se mantienen y transmiten por el suelo, para evitar la contaminación del terreno a través de la “semilla”.

El calibre de las “semillas” debe ser más o menos uniforme para que tanto la emergencia de las plantas como el cultivo en si sean los más uniforme posible. Siempre que sea posible se debe utilizar semilla certificada ya que la etiqueta oficial o el precinto son una garantía de que esa semilla ha sido controlada (Alonso 2002).

En Tenerife, los tubérculos-semilla comerciales utilizados varían entre 28 y 45 mm para la conocida como semilla “de a una”, y entre 45 y 65 mm para la semilla de partir (Ríos, comunicación personal).

2.4.2. Preparación y abonado del terreno

La preparación del terreno para la siembra de papas debe hacerse de tal manera que sólo permita una rápida emergencia de los brotes del tubérculo, sino que también aseguren un buen drenaje y que las raíces se introduzcan en el suelo a una profundidad adecuada. El trabajo del suelo debe consistir en un mullido del horizonte tratado, evitando la formación de terrones compactos, en profundidad, considerada como ideal de 20 a 25 cm. Ello permitirá que los terrones que pueden producirse sean

mínimos, y proporcionar las condiciones óptimas para la recolección con una menor tasa de daños mecánicos en los tubérculos (Rousselle, 1999).

En el norte de Tenerife, los agricultores consideraban indispensable realizar dos pases cruzados de arado a la tierra que se iba a dedicar al cultivo; el primero se hacía en el mes de octubre, para facilitar la captación de las lluvias venideras, y el segundo pase a finales de noviembre, más cercano a la siembra, para facilitar la eliminación de malas hierbas que se hubieran desarrollado hasta ese momento (Gil, 1997). Hoy en día, se suele realizar un único pase de arado, ya sea en noviembre o justo antes de la siembra (Ríos comunicación personal).

En las zonas próximas a las montañas se producía poca cantidad de estiércol y, si se empleaba para el cultivo de papas, se solía colocar en el interior de los surcos en el momento de la siembra. Este era el abono de la papa invernera (la que se cosecha en invierno) (Gil, 1997).

Entre el asurcado y la siembra no era necesario el transcurso de mucho tiempo, en algunas ocasiones, ambas labores se realizaban a la vez. Si no se sembraba inmediatamente, con el paso de los días, la tierra podía aumentar su temperatura, siendo conveniente esperar que se refrescara nuevamente (Gil, 1997).

Actualmente, en el norte, para el cultivo de la papa blanca, la preparación del terreno se reduce a un pase de arado o la utilización del motocultor, que abre los surcos, para la posterior siembra. En cotas más bajas, en los terrenos que unos meses más tarde van a albergar el cultivo de papas, se sembraban con habas y chochos; su incorporación al suelo, además de abonar la tierra, mejoraba su estructura, aspecto clave para el desarrollo del cultivo en estas zonas de secano (Ríos comunicación personal).

En el sur, por lo general, se aplica un abonado de fondo cada uno o dos años, con estiércol de algún animal. Esta técnica, por lo general esta mecanizada, utilizando un motocultor o tractor (Rodríguez, 1999).

2.4.3. Preparación del tubérculo antes de la siembra

Es importante que los tubérculos de papa no sean sembrados directamente recién sacados de una cámara frigorífica, en la que se han conservado alrededor de 4°C, sino que sus yemas deben estar activas mostrando una coloración amarillo verdosa (Alonso, 2002).

Un tubérculo sembrado sin que previamente haya promovido la activación de las yemas, tardará mucho en emerger y el brote que se desarrolle será de esta manera fácilmente atacado por microorganismos. En muchos países la “semilla” esta prebrotada en el momento de la siembra y los brotes tienen entre 1 y 2 cm de longitud (Alonso, 2002).

Una práctica realizada particularmente con las variedades de importación, fue el partido o picado de la papa de “semilla”. Se llegó a creer que esta práctica era llevada a cabo únicamente en la vertiente sur de la isla de Tenerife, debido probablemente al temprano y fuerte arraigo de las variedades foráneas en esta comarca. Pero fueron muy variados los factores que determinaron que la “semilla” se picara o no (Gil, 1997).

Los principales fines que se pretenden alcanzar con el troceado del tubérculo son:

- Utilizar menor cantidad de “semilla”, con el consiguiente ahorro económico.
- Con el troceado se estimula la brotación y el crecimiento del brote.
- Mejora de la distribución de los tallos.
- Aumento del número de tallos por tubérculos.
- Mejora de la tasa de multiplicación.

La principal desventaja que posee la técnica del troceado es la transmisión de enfermedades a través de los elementos de corte: cuchillos, navajas o las cuchillas de la máquina de troceadora. Enfermedades como los virus X, S, Y, la podredumbre anular (*Clavibacter michiganensis* spp. *sepedonicum*), la marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) y el pie negro (*Pectobacterium carotovorum* var. *Atrosepticum*), son de fácil transmisión por los instrumentos de corte antes mencionados, esta transmisividad se puede prevenir con la conveniente desinfección de los mismos.

Cuando la “semilla” se compraba a terceros, cosa que ocurría con frecuencia con las variedades importadas, el partido del tubérculo respondía más a la idea de rentabilizar la inversión que otra cosa, dado el considerable tamaño de las papas de siembra. La “semilla” se solía partir el mismo día de la siembra o el día anterior. En caso de que esta no pudiera realizarse, se solía embadurnar los cortes con cemento o cal para su cicatrización (Gil, 1997).

Normalmente, el abanico de calibres o tamaños de semilla certificada está comprendido entre los 28 y 65 mm en las variedades normales y entre 25 y 60 mm para aquellas variedades en que su longitud es más del doble que su anchura (Alonso, 2002).

En la actualidad, el procedimiento es prácticamente el mismo. En el sur, la papa de siembra se pica, de manera general, en dos o más partes, y se le aplica algún tratamiento químico, tal como tiabendazol, para evitar la deshidratación e incidencia de enfermedades, que puedan influir durante el cultivo (Rodríguez, 1999).

En el caso de tener tubérculos de siembra demasiado grandes, se procede a trocear solamente en sentido longitudinal si su tamaño es medio, obteniendo así, dos golpes de siembra por tubérculo de siembra, y en el caso de que el tamaño sea muy grande se pueden realizar dos cortes, uno longitudinal y otro transversal, procurando que en cada sector haya un número similar de yemas, con este procedimiento se obtienen cuatro trozos (Maroto, 2002).

En el norte, las papas también se dividen en dos o más partes, a excepción de aquellas variedades que sean muy pequeñas (Rodríguez, 1999). En ensayos llevados a cabo por el Servicio Técnico de Agricultura del Cabildo de Tenerife, se estudió el comportamiento de una serie de variedades ante tres tipos de partición de la papa de siembra (a) papas enteras, “de a una”; (b) papas partidas en dos mitades y (c) papas partidas en tres o más trozos (según la costumbre del agricultor) (Ríos *et. al.*, 1999).

La partición de la papa es dos mitades o el uso de “semilla” “de a una” dió resultados algo mejores que la plantación de “semilla” partida en más de dos trozos. La “semilla” partida en más de dos mitades produce plantas más débiles frente a condiciones climáticas adversas y a problemas fitosanitarios, bien en la nascencia o posteriormente en el cultivo que las “de a una” y que las partidas en dos mitades. La

planta procedente de “semilla” “de a una” presentó una mayor incidencia de ataques de “serenada” o mildiu que la papa partida en fragmentos, al tener más tallos por pie, y consiguientemente, una mayor densidad de follaje, lo que crea unas condiciones de alta humedad favorables para el desarrollo del hongo. Además, el coste de la “semilla de a una” es más alto. En conclusión, se recomienda la utilización de papa de siembra “de a una” cuando sea pequeñas, y partidas en dos cuando el tamaño sea grande (Ríos *et. al.*, 1999).

2.4.4. Fertilización del terreno

El objetivo de la fertilización es conseguir rendimientos óptimos del cultivo pero sin dejar de tener en cuenta las exigencias de calidad de los tubérculos en relación con cada tipo de producción. Aunque la aplicación de fertilizantes se debe hacer en base a los datos que nos dé un análisis de tierra, los datos de extracción de elementos minerales en función de la producción obtenida nos da una idea de las cantidades de nutrientes que requiere el cultivo.

Es necesario un equilibrado suministro de los nutrientes a la planta, tales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, hierro, cobre, zinc, manganeso, boro y molibdeno, ya que cumplen funciones específicas para el adecuado crecimiento de la planta. La falta de algún nutriente origina un retardo del crecimiento y una disminución del rendimiento. La papa es sensible a la carencia de magnesio, que se manifiesta por un amarilleamiento entre las nervaduras de las hojas y, en casos graves, por la muerte de la planta.

Como norma general para suelos la relación N:P:K (Nitrógeno:Fósforo:Potasio) recomendada es 1:1:2, adaptándose a cada caso ya que la proporción deberá ser diferente en condiciones especiales; por ejemplo en aquellos suelos con mucha materia orgánica, la dosis de nitrógeno debe ser baja; en suelos que fijen P y K, estos nutrientes deben ser aplicados en mayor cantidad y en suelos muy ricos el K, la cantidad aportada de ese elemento se debe reducir.

El cultivo de papa extrae los nutrientes del suelo y por ello es necesario reemplazarlos para mantener la fertilidad del mismo.

En 1997, Tomás Suárez, Carmen Calzadilla y Domingo Ríos, elaboraron una tabla 2.6 de recomendaciones de abonado por saco de 50 Kg de semilla.

Tabla 2.6: Cantidades de abono recomendadas por saco de semilla de 50 Kilogramos.

Abonos	En siembra	En arrienda
Nitrato amónico cálcico	12 kg/saco de semilla	6 kg/saco de semilla
Superfosfato de cal	12 kg/saco de semilla	-
Sulfato de potasa	6 kg/saco de semilla	7 kg/saco de semilla

Fuente: Tomás Suarez, Carmen Calzadilla y Domingo Ríos, 1997.

2.4.5. Asurcado

Se realiza en el terreno con el arado y que se destina la colocación de la “semilla” en el terreno. La formación de surcos, tiene la ventaja de que la plantación no se debe hacer demasiado profunda, pues posteriormente se puede aumentar el lomo del surco, labor que recibe el nombre de aporcado o “sachado”.

Una vez colocadas las papas en el fondo del surco, se cubren con tierra, esta labor que tiene distintos fines:

- Proteger los tubérculos que se forman de la luz directa del sol, que produce verdeo.
- Las altas temperaturas que producen segundos crecimientos.
- Evitar los daños por insectos.

El lugar donde se formen los estolones depende de la posición que ocupe en el suelo el tubérculo madre. A partir de dichos estolones se forman los nuevos tubérculos, cuya situación dependerá de la posición de los estolones y su longitud. La longitud de los estolones no solo depende de las condiciones de la planta o del cultivo (variedad, temperatura, horas de luz, etc.) sino también del tamaño del surco. Cuanto más superficial se coloque la “semilla”, más alto y ancho debemos realizar el surco. El surco no solo deberá ser alto, sino que debe ser ancho en su parte exterior.

2.4.6. Plantación

Existen importantes diferencias entre el norte y sur de la isla, en cuanto al modo de realizar la plantación, no solo por las condiciones físicas particulares de cada vertiente, sino por la diferente evolución que ha experimentado el cultivo entre las diferentes zonas. En el sur de la isla, el cultivo se ha ido encaminando hacia la exportación, la mecanización de las labores culturales es general. Mientras que en la

zona norte, el cultivo a tenido una tradición de destino al mercado interno, la importación de adelantos técnicos en casi nula (Rodríguez, 1986).

En el sur, la siembra se realiza de forma mecánica con sembradoras. La sembradora al mismo tiempo que abre el surco coloca la papa y la tapa, todo con una sola pasada. Unos días antes de la plantación se realiza el “minado”, un riego con manguera de la parcela en que se va a llevar a cabo el cultivo, aplicando unas 25-30 pipas/200 m² (12.000-14.000 litros m²), es decir, unos 60 a 70 mm de agua.

En la parte norte, la siembra es algo mas rudimentaria; aunque se usa mucho el motocultor, es común seguir realizándola con mulo, sobre todo en las zonas de medianía alta. En primer lugar, se abre el surco con arado y mulo. Seguidamente, se coloca a mano las “semillas” en el fondo del surco, se pone estiércol y pinocha junto con algún abono químico y se tapa con una pasada de arado (Rodríguez, 1999). En los últimos años se ha generalizado el uso de sembradoras.

La profundidad de siembra no debe ser excesiva ya que retarda la emergencia y aumenta la afección por rizoctonia, ni tampoco muy superficial debido a que aumenta el riesgo de verdeo en aquellos cultivares cuyos tubérculos hijos brotan por encima de la planta madre (Alonso, 2002). Sin embargo, para el control de la polilla guatemalteca de la papa se recomienda plantaciones profundas de, al menos 20cm (Ríos, 2012).

2.4.7. Arrendado

El arrendado es el primer aporcado que se hace al cultivo. Se hace un poco después de que afloren las plantas sobre la superficie del terreno, aproximadamente a las tres semanas o al mes de la siembra, siendo preciso efectuarlo con cuidado para evitar dañar las raíces (Gil, 1997).

Por las características físicas del suelo, solo se realiza en el norte. El suelo del norte es más arcilloso que el del sur, y con esta labor se afloja en torno a las plantas y se eliminan las hierbas que hubieran podido nacer. Se busca ante todo evitar la más mínima pérdida de humedad del suelo, teniendo en cuenta que se trata de zonas de cultivo de papas de secano.

Antiguamente, el arrendado se realizaba con animales o de forma manual, con azada casi de la misma manera en que se sigue realizando hoy día. En los últimos años, con el empleo de herbicidas, esta labor está desapareciendo (Gil, 1997).

2.4.8. Sachado o aporcado

Esta técnica consiste en realizar caballones para facilitar la recolección de las papas, bien sea manual o mecanizada. Con esta labor se logra favorecer el engrosamiento regular de los tubérculos, al abrigo de la luz en una tierra mullida.

Se realiza en el momento en el que la planta tiene aproximadamente 30 cm de altura; consiste en colmar de tierra el tallo de la papa, arrimándola por los lados, quedando así la rama abrigada del viento y la tierra limpia de hierbas, conformándose un camellón de gran volumen, capaz de aprovechar el mayor número de estolones para la formación de tubérculos y de canalizar las lluvias (Gil, 1997).

A la hora de realizar el aporcado hay que ser muy cuidadoso para no cubrir con tierra las hojas, sobre todo las más altas de la planta. El alomado o acaballonamiento de la tierra tiene gran influencia sobre las posibilidades de implantación y desarrollo de la alternariosis y del mildiu. La parte superior del lomo deberá quedar bien redondeada y no cóncava, para evitar cualquier concentración de esporas y de agua libre alrededor de la base del tallo.

El momento del aporcado depende de la humedad y la temperatura del suelo, para decidir el momento en el que se ha de aporcar, hay que tener en cuenta también el método de control de las malas hierbas que se va a utilizar.

2.4.9. Riego

Es muy importante en el cultivo de la papa, ya que tiene una gran incidencia sobre el rendimiento del cultivo. De igual manera, también influye directamente sobre el estado sanitario del cultivo, especialmente durante el ataque de agentes bacterianos o fúngicos, teniendo consecuencias sobre el ataque a los tallos, follaje y tubérculos, sobre las posibilidades de dispersión de los gérmenes y, de manera eventual, sobre la supervivencia de formas de resistencia.

En las condiciones locales, la papa produce bien en seco, aprovechando el clima de primavera, fin de verano y otoño. Los riegos se consideran un complemento para algunos momentos en primavera-verano y para dar seguridad a la cosecha.

El inicio de la formación de los tubérculos y el crecimiento de ellos, son los periodos críticos para las necesidades hídricas del cultivo. La falta de agua al inicio de los tubérculos disminuye los rendimientos y aumenta los daños provocados por sarna

común. El déficit durante el crecimiento del tubérculo reduce el tamaño de los mismos. La alternancia de los periodos de escasez de agua y suministro posterior provocan deformaciones por crecimiento secundario. Pueden necesitarse suplementos de agua con riego al final de los cultivos de primavera cuando los tubérculos están creciendo intensamente y en las siembras tempranas de verano para lograr una emergencia rápida y uniforme de los cultivos.

El riego es una labor que se realiza de manera casi exclusiva en el sur de la isla, aunque ante la escasez de precipitaciones se recomienda su utilización en el norte como riego de apoyo y para completar los requerimientos de agua del cultivo (Rodríguez, 1999). También se riega en las cotas bajas y medias del norte de Tenerife (Ríos, comunicación personal).

En el sur, de manera general, se emplea un sistema de riego por aspersión (aspersores aproximadamente de 1 m de altura sobre el suelo). No se trata de riegos de apoyo, sino que es una labor más del cultivo. La frecuencia y dosis de riego depende de la climatología, de la zona, de los requerimientos de la variedad cultivada y de las costumbres de agricultor.

2.4.10. Cosecha

Cosechar papas, como se dice en el sur, o cavar papas, como se dice en el norte, es el momento culminante del cultivo. Esta labor tenía y en cierta manera aún se conserva, un componente familiar, social, y festivo importante. Igual que en la siembra, todo el peso del trabajo recaía sobre el núcleo familiar.

Antes como ahora, cuando las huertas eran de cierta consideración se solía acudir a vecinos y amigos, y solo en grandes fincas se contrataban a hombres y mujeres a jornal (Gil, 1997).

El primer signo que advierte al agricultor de la proximidad de la cosecha es el amarilleamiento y tumbado de la rama, pero el estado óptimo de madurez del tubérculo es el que determina el momento adecuado. Para captar ese estado es preciso frotar la piel del tubérculo, cuando aún está bajo la tierra y comprobar que no se desprende, si lo hace será preciso esperar, pues aún la papa está “raspona” (Gil, 1997; Rodríguez, 1999).

La calidad de la cosecha se ve afectada por el arranque del cultivo, cuando este todavía no está maduro. La piel del tubérculo es inmadura, débil, poco suberificada y las paredes de las células que están justo debajo de la epidermis son mucho más delgadas que en un tubérculo maduro. Esta es la razón por la que las papas se “pelan” cuando se recogen tempranamente, además de tener una cierta tendencia a desprenderse de los estolones. Por lo general, un arranque temprano suele provocar más daños en la piel y una mayor disposición a un ataque de patógenos, tales como hongos y bacterias. En producciones de primor, con relativa frecuencia se cosechan antes de que los tubérculos estén totalmente maduros (Maroto, 2002).

El siguiente paso es proceder al corte de la rama y retirarla del terreno. Es una práctica corriente en algunas zonas el cortar, arrancar o quemar la parte aérea de la planta, bien sea de forma mecánica o a través de métodos químicos (mediante herbicidas autorizados para el cultivo), siempre antes de la recolección. Entre esta operación y extracción de los tubérculos del terreno por una o dos semanas, durante las cuales los tubérculos, aparte de ir “sazonándose” en la tierra, se irán separando de los estolones. En la actualidad, esta labor casi no se realiza, lo que se hace es dejar que la rama, sin cortar, se seque en el terreno hasta el momento óptimo de madurez y luego se coseche (Gil, 1997).

La cosecha se realiza, en la mayoría de los casos, de forma manual, con la azada, aunque en ocasiones era común llevarla a cabo con arado tirado por bestias; todo dependía de la accesibilidad y el tamaño del terreno. Hoy en día se tiende a la recogida mecánica, aunque, en algunos lugares puntuales en el norte de la isla, se sigue realizando manualmente (Gil, 1997). Esta era lo normal hasta principios del siglo XXI, lo que se ha ido modificando al ir adaptándose las cosechadoras. En el sur, el uso de cosechadoras adaptadas es generalizado, mientras que en el norte buena parte de la producción es cosechada mecanizadamente. Sin embargo, para evitar daños a los tubérculos, al ser suelos con enormes cantidades de piedra, es necesario adecuar las zarandas, protegiéndolas con cauchos o materiales similares, así como limitar la velocidad de trabajo (Ríos, comunicación personal).

2.4.11. Postcosecha

Una vez cosechada, la producción se lleva a un almacén. El almacenamiento de los tubérculos no implica una mejora en la calidad del producto recolectado en campo, pero se puede hacer mucho para minimizar las pérdidas en el almacén.

EL objetivo del manejo en el almacén es el de mantener al tubérculo en las mejores condiciones posibles y evitar, en todo lo posible, las pérdidas en cantidad y calidad.

El tubérculo de la papa es una parte viva del tallo que contiene gran cantidad de agua. Como ser vivo que es, precisa una serie de necesidades ambientales para mantener los procesos vitales. A temperatura entre los 3 y 5°C la respiración del tubérculo es muy débil y además el desarrollo de hongos y bacterias es mínimo, por lo que la papa se conserva bien y durante mucho tiempo a estas temperaturas. Para un almacenaje de larga duración la temperatura debe estar entre los 3 y 5°C, y a una humedad relativa alrededor de 90-93%. Para la conservación de papa para el consumo se deben tener en cuenta estos factores, y para frenar la brotación se puede aplicar un producto inhibidor de la misma, y por tanto se puede conservar la papa de consumo durante 7-8 meses (Alonso, 2002).

Las condiciones más idóneas para un buen almacenaje son muchas y variadas. A continuación se exponen aquellas con mayor importancia:

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

La temperatura óptima para que no se produzca la brotación, debe estar entre los 4 y 6°C, la cual se produce a partir de los 8 y hasta los 31°C, donde se interrumpe la brotación, mientras que a los 40°C, el tubérculo muere. Los tubérculos que se

conservan a alta humedad, brotan entre los 18 y 22°C, pero no lo hacen cuando están sometidos a temperaturas por debajo de los 4°C o a muy altas, más de 30°C. La brotación del tubérculo en el almacén, esta también influida por la concentración del aire. Tal es así, que una concentración baja de oxígeno, acelera la brotación, y es necesaria una ventilación adecuada para el almacenaje. Por otro lado, la aplicación de productos antigerminantes, pueden dar buenos resultados, a excepción de cuando se utilizan a temperaturas en torno a los 18 y 20°C (Bello *et al.*, 2008).

El periodo de almacenaje de la papa, influye en su composición química, aunque el contenido de materia seca puede variar escasamente. Sin embargo, el contenido de nitrógeno cambia ligeramente. Para Rastovki y Van Es (1987), el almacenamiento, lo podemos dividir en cuatro periodos. En las dos primeras semanas, el tubérculo después de recolectarse, cicatriza los posibles daños ocasionados en la recolección; tales como raspaduras, cotes, etc. En este periodo, el tubérculo alcanza la madurez. La temperatura debe estar entre 15 y 18°C, y una humedad entre el 90 y 95%. Se debe ventilar lo menos posible con el fin de conseguir acelerar la cicatrización del tubérculo. Un segundo periodo, denominado “periodo de frío”, donde la temperatura debe decrecer, a razón de $\frac{1}{2}$ -1°C por día, y la humedad relativa debe ser del 90 -95%. Para un tercer periodo, la temperatura óptima, es variable en función del destino de la cosecha: de 2 - 4°C para papa de semilla, de 4 - 5°C para papa de consumo fresco, y 8 - 10°C para prefrito y congelado. En este tercer periodo la humedad relativa debe estar entre el 85 y 90%. Un cuarto periodo, donde la papa de prepara para su utilización, la temperatura debe ser de 10 - 18°C durante 1 a 3 semanas (Bello *et al.*, 2008).

2.4.12. Variedades comerciales cultivadas en Canarias

La entrada en el Archipiélago de las variedades de papas nuevas introducidas desde el siglo XVII, adaptadas a las condiciones de las Islas y ofreciendo mayores rendimientos, provocó en cierta medida el desplazamiento de las variedades locales. La utilización de estas cosechas era casi exclusivamente para la exportación.

Las características climáticas de las Islas permiten producir papas que requieran días largos para su desarrollo y tuberización, razón por la cual los ingleses introdujeron y potenciaron en Canarias nuevas variedades (C).

Estas nuevas variedades comenzaron a cultivarse a cotas de medianías entre los 300 y 1.000 m.s.n.m. (Rodríguez, 1999).

Las variedades llegadas a Canarias desde Reino Unido en las que, tanto por su adaptación, como por la inclinación del agricultor y del mercado exterior dominaron durante años la tendencia de este cultivo en el archipiélago son: King Edward (una variedad de referencia en la exportación de papas de Canarias), Up to date, Kerr Pink y Arran Banner, siendo King Edward la más solicitada. La cantidad de papas exportadas era muy pequeña salvo en ocasiones puntuales (Rodríguez, 1999).

Poco a poco, comenzaron a ser consumidas por la propia población canaria, entrando a formar parte de las tendencias gastronómicas de las Islas (Rodríguez, 1986; Rodríguez, 1992). En el sur de Tenerife, consta la dedicación a la exportación de papas hasta los años ochenta llegando a conseguirse cosechas de papas extra-tempranas, de medio tiempo y tardías en un mismo año. Estas podrían definirse como (Rodríguez, 1999):

- Extra-tempranas: Abarca el cultivo de papas que se realiza en las cotas comprendidas entre los 200 y 600 m.s.n.m., efectuándose la siembra entre los meses de octubre y noviembre para cosecharse entre febrero y mayo.
- De medio tiempo: La siembra se lleva a cabo entre los 400 y 700 m.s.n.m., dedicadas al consumo local. La siembra se practica entre diciembre y enero, para recolectarse durante los meses de junio y julio. Hasta los años ochenta, se empleaban las variedades Kerrs Pink, Arran Banner y Up to date, aunque en los últimos años han sido desplazadas por las variedades Cara, Red Cara, Picasso, Spunta y otras variedades como la Druid.
- Tardías: La siembra se realiza en una franja que abarca las alturas entre los 800 y 1.700 m.s.n.m., teniendo lugar la siembra a finales de julio y mediados de agosto, para recolectarlas entre los meses de enero y abril. Se utilizaba la variedad King Edward para la exportación, dominando actualmente las siembras comerciales más modernas como Cara, Red Cara y Druid.

2.5. Plagas y Enfermedades

Las plagas, enfermedades y condiciones ambientales desfavorables pueden producir pérdidas económicas en el cultivo de la papa. El prevenir la aparición de una enfermedad o posible plaga así como evitar su aparición y desarrollo se hace sumamente importante para garantizar el éxito de la cosecha (Alonso, 2002).

Actualmente, las pérdidas económicas se han ido reduciendo debido al uso de semilla certificada, variedades resistentes y pesticidas. El uso de semilla sana es un factor muy importante a tener en cuenta en la producción de papa. Las enfermedades pueden ser controladas o acotadas si se utiliza una semilla sana en un suelo limpio de malas hierbas, que actúan como hospederas de insectos transmisores de los organismos causantes de la enfermedad. En Canarias, y más en los últimos años, la incidencia de las plagas y enfermedades en el cultivo de la papa ha dado lugar a una tendencia hacia el abandono de este cultivo (Redondo, 2007).

Por razones comerciales se ha extendido la práctica de lavar los tubérculos para su comercialización, y esta práctica descubre al consumidor los efectos y algunas enfermedades que anteriormente pasaban desapercibidas con lo que se hace necesario el uso de nuevos tratamientos para evitar esta problemática (Alonso, 2002).

Existen una cantidad de plagas y enfermedades de características y origen, que pueden darse en el cultivo de la papa. Seguidamente se exponen las más comunes según Rousselle *et al.*, (1999) y Alonso (2002).

2.5.1. Plagas

2.5.1.1 Nematodos

- **Nematodo del quiste (*Globodera rostochensis* Wollenweber y *Globodera pallida* Stone)**

Estos nematodos se caracterizan por que al final de su ciclo de vida producen quistes o estructuras de resistencia que les permiten sobrevivir durante largos periodos en los que su hospedero está ausente.

Esta especie de nematodos se caracteriza por la formación de quistes, que en realidad es el cuerpo de la hembra lleno de huevos que se convierten en cápsula protectora de color oscuro y con una cierta resistencia a su destrucción. Al salir las larvas de los quistes, se desplazan

en el suelo hasta llegar a las raíces de la planta hospedera, penetran en la misma, se fijan en el cilindro central y comienzan a alimentarse y a desarrollarse. Ahí permanece hasta realizar la cuarta muda, las hembras salen al exterior, quedando unidas a la planta por el cuello. Los machos también salen en busca de hembras para su reproducción (Alonso, 2002).

El nematodo se encuentra más frecuentemente en suelos frescos, en zonas bajas del terreno y en suelos que no perjudiquen el crecimiento y desarrollo de las larvas. Los nematodos del quiste no producen síntomas en la parte aérea de la planta. Centran su actividad en las raíces, de tal manera que la planta afectada puede presentar marchitez y decaimiento, lo que inicialmente puede confundirse con una deficiencia de agua o minerales (Alonso, 2002).

Ante altas infecciones se puede producir la detección del crecimiento de la planta y la muerte prematura de la misma. Los efectos sobre el rendimiento dependen de la severidad del ataque. Las medidas preventivas a utilizar son el uso de semilla certificada, la eliminación de restos de cosecha anteriores, rotación de cultivos y la aplicación de nematicidas (Alonso, 2002).

– **Nematodo formador de nódulos (Género *Meloidogyne*)**

Se trata de un nematodo formador de nódulos o agallas de distintas formas y tamaños en las raíces de la planta. Bajo condiciones ambientales adecuadas para el buen desarrollo de los nematodos, los tubérculos también pueden ser afectados por la presencia de estos nódulos (Alonso, 2002).

El género *Meloidogyne* no produce síntomas aéreos específicos, pero ante el grado de afección en las raíces de las plantas afectadas puede presentar diferentes grados de enanismo (Alonso, 2002).

Dado que este género realiza la puesta de huevos en el exterior de la raíz en una masa relativamente desprotegida, la aplicación de fumigantes al suelo o nematicidas granulados parece un buen método de control del patógeno. La rotación de cultivos se ve dificultada debido a la

amplia gama de cultivos a los que ataca esta plaga, siendo hospederos de la misma. Por todo ello es evidente que la primera medida a llevar a cabo en la prevención es utilizar semilla no contaminada (Alonso, 2002).

2.5.1.2 Insectos

– **Áfidos (*Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aulacortum solani*, *Aphis nasturtii*)**

Los áfidos o pulgones son una de las formas más corrientes de propagación de virus, además pueden ser alados o ápteros. Los pulgones succionan la savia de las plantas para alimentarse, aunque, este no es el daño más grave que ocasionan. El daño se produce al actuar los pulgones como vectores para la transmisión de virus de las plantas afectadas de los mismos, mientras se alimentan penetran con su estilete en los tejidos de las plantas sanas, transmitiendo virus circulares (persistentes o no en su aparato bucal) (Alonso, 2002).

La lucha contra los pulgones se realiza mediante el uso de insecticidas sistémicos, aplicados tanto al tubérculo madre como al suelo, o bien por medio de insecticidas de choque aplicados en la parte aérea de la planta (Alonso, 2002).

– **Gusano de alambre (*Agriotes* spp.)**

Son coleópteros de la familia de los Elatéridos, del género *Agriotes* y se pueden localizar en cualquier zona.

Las larvas se alimentan de los brotes de las semillas, disminuyendo el porcentaje de germinación. Los daños que causa el gusano del alambre son notorios en las etapas de germinación, emergencia y desarrollo de la pequeña plántula.

El daño producido por las larvas de este insecto es evidente cuando realiza galerías generalmente rectilíneas en los tubérculos de la papa. Aunque, el mayor daño suele recaer sobre los tubérculos, los cuales presentan oquedades de 2-3 mm, que penetran a distinta profundidad. En ataques tempranos el tejido cicatriza alrededor del agujero de entrada, lo que genera una depreciación comercial de la cosecha (Alonso, 2002).

En cuanto a medidas de control cultural, la rotación de cultivos y labores frecuentes que dejen expuestas al aire y los elementos atmosféricos a las larvas, es importante tener en cuenta evitar cultivos hospederos de la plaga. En cuanto al control por medio de químicos su aplicación se debe realizar en el momento de la siembra (Alonso, 2002).

– **Gusanos grises (*Agrotis* spp.)**

Son polillas pertenecientes a la familia Noctuidae, genero *Agrotis* spp. Los daños causados por el gusano gris los produce tanto en los tubérculos como en las plantas jóvenes.

Las larvas atacan a las plantas más jóvenes, cortándolas por la zona del cuello. Estas plantas atacadas pueden volver a brotar, pero se atrasan con respecto a las otras no atacadas, además se ve afectado el vigor y su fuerza siendo menor. Los daños causados por las larvas en el tubérculo se manifiestan por las cavidades al ser roídos con la posterior depreciación comercial (Alonso, 2002).

Se hace indispensable tomar medidas para el control de la plaga mediante la aplicación de insecticidas al suelo en el momento de la siembra o bien administrando cebos envenenados para matar las orugas en sus salidas nocturnas. Además de destruir los restos de cosechas con fuego o dar una labor profunda en otoño (Alonso, 2002).

– **Polilla (*Phthorimaea operculella* y *Tecia solanivora*)**

Es considerada una de las plagas más perjudiciales para el cultivo de papas en Centro América, Venezuela, Colombia y las Islas Canarias. Los daños se manifiestan en forma de galerías superficiales o profundas en los tubérculos afectados, a través de las que se desplaza la larva, dando lugar a su depreciación comercial del tubérculo, inhabilitándolo para ser comercializado. Estas galerías son la puerta de entrada para diferentes enfermedades tanto fúngicas como bacterianas en la planta. El ataque continua durante el almacenamiento de los tubérculos. No se han detectado daños en la parte aérea de la planta en el caso de *Tecia solanivora* (Alonso, 2002).

Pueden provocar hasta un 100% de pérdidas de la producción. Como medidas preventivas es fundamental asegurar el uso de la semilla sana. No introducir papas de zonas afectadas por la plaga sin control como zonas de Centro América y Sudamérica, tato para semilla como para consumo. Seleccionar semilla sana y almacenarla inmediatamente después de la cosecha en almacenes o bodegas o cámaras frigoríficas adecuadas (Alonso, 2002).

Como medidas de control, en el caso de terrenos infectados realizar rotaciones de cultivo que rompan el ciclo de la polilla por falta temporal de alimento. Las labores de preparación del suelo exponen las larvas y pupas a enemigos tales como paparos o a las condiciones ambientales no favorables para su desarrollo, con lo que se consigue mermar la población de polilla. Realizar una siembra oportuna, cultivando en épocas en las que coincidan las lluvias con el proceso de formación y desarrollo de los tubérculos. La humedad evita el agrietamiento del suelo. Así como eliminar plantas provenientes de cosechas anteriores, realizar un aporque alto, colocar trampas con feromonas, cortar el follaje al observar el amarilleamiento de la madurez del cultivo, recolectar y destruir los tubérculos dañados, desinfectar y limpiar el almacén como medida de protección de la semilla, aplicar Baculovirus antes de almacenar, colocar trampas de feromonas en el almacén y por ultimo utilizar sacos de polietileno de tejido ralo que permiten la entrada de la luz entre los tubérculos de esta manera se consigue una disminución en el ingreso de la plaga y el daño del producto (Ríos, 2011). El control químico se ha mostrado hasta ahora ineficaz ante *Tecia solanivora* (Trujillo, 2005).

2.5.2. Enfermedades bacterianas

Las bacterias son organismos unicelulares microscópicos que no forman esporas reproductivas, multiplicándose por fisión o división celular. Bajo condiciones de calor y humedad se ve favorecida la proliferación de las bacterias, y bajo estas circunstancias son capaces de multiplicarse rápidamente. Penetran en los vegetales a través de heridas o aperturas naturales y producen marchitez o podredumbres blandas, pudiendo afectar tanto a la planta como al tubérculo (Alonso, 2002).

– **Pie negro (*Pectobacterium carotovorum* sp K –ex *Erwinia carotovora*)**

Se trata de un bacilo Gram negativo, móvil y con flagelos que actúan como propulsores. La especie se subdivide en dos subespecies patógenas para la papa; la *carotovora* y la *atroséptica* (Alonso, 2002).

De forma general, las bacterias que dan lugar al pie negro se encuentran en la superficie del tubérculo, al alcanzar las condiciones óptimas para su desarrollo, se produce una activación de la bacteria dando lugar a una pudrición de la “semilla” antes de la emergencia de la planta. Si las condiciones persisten, el organismo ataca al tallo invadiéndolo completamente y finalmente generando la pudrición del mismo. Esta adquiere un color negro y puede ocupar desde unos pocos milímetros en la base del tallo o invadirlo por completo. Si la infección proviene de la semilla infectada comienza su progreso hacia arriba por el tallo, pero si dicho patógeno penetra a través de alguna herida, la infección progresa hacia arriba o hacia abajo del tallo y los peciolo (Alonso, 2002).

Cabe resaltar que la inoculación en los tubérculos se realiza a través del estolón que une a la planta madre o bien a través de lenticelas o heridas, en cuyo caso los tubérculos presenta áreas circulares húmedas, ligeramente hundidas y de color castaño (Alonso, 2002).

Los síntomas se manifiestan en cualquier estado de desarrollo de la planta. El ataque a los tubérculos se produce en el suelo antes de la recolección o en el almacén. Los tubérculos utilizados como semilla se pudren después de plantarlos.

Una forma de prevención es plantar semilla libre de *Erwinia* y sin trocear. Si se decide trocear la “semilla”, es conveniente tratarla con un fungicida o esperar a que cicatrice el corte. También debemos evitar excederse con algún abono nitrogenado, riegos excesivos y manipular con cuidado a la hora de recolectar los tubérculos (Alonso, 2002).

– **Necrosis bacteriana (*Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*) (ex *Corynebacterim sepedonicum*)**

Enfermedad producida por un bacilo corto, Gram positivo y sin movilidad. No suele manifestarse hasta que llega al final del ciclo de cultivo, sin embargo las plantas pueden estar infectadas sin presentar síntomas. Estos se manifiestan con la presencia de marchitez en hojas y tallos. En general las primeras hojas en marchitarse son las inferiores, enrollándose hacia arriba ligeramente en los márgenes y adquiriendo un color verde pálido. Posteriormente aparecen unas manchas amarillentas en los espacios interneviales (Alonso, 2002).

Si se corta transversalmente un tallo afectado por necrosis bacteriana, los tejidos de la zona vascular son de color marrón y puede dar lugar a la aparición de exudados blanco lechoso. En los tubérculos la infección comienza por el ombligo y avanza por el tejido vascular. El tejido afectado da lugar a una podredumbre en forma de anillo o “podredumbre anular” (Alonso, 2002).

El único medio de control es la utilización de “semilla” desinfectada, así como la utilización de la “semilla” de siembra certificada, no trocear los tubérculos, eliminar las malas hierbas, desinfectar la maquinaria, los almacenes y establecer un periodo de cuarentena, tanto para tubérculos afectados como para las fincas (Alonso, 2002).

– **Marchitez bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) (ex *Pseudomonas solanacearum* y ex *Burkholderia solanacearum*)**

Es una bacteria de suelo Gram negativo con un flagelo polar. La marchitez bacteriana o podredumbre parda, es un patógeno que coloniza el xilema, causando una marchitez, es capaz de invadir a una amplia gama de plantas huésped (Alonso, 2002).

La marchitez bacteriana es una de las enfermedades que puede dar lugar al desarrollo de *Ralstonia solanacearum* y, de hecho, es la enfermedad bacteriana más grave que afecta a la papa en las regiones cálidas del planeta. Con frecuencia restringe la producción de este cultivo. Los síntomas iniciales de amarilleamiento leve se observan primero en un solo lado de la hoja o en una rama y no en la siguiente (Alonso, 2002).

Los síntomas avanzados son la marchitez severa y la sequedad, que precede a la muerte de la planta. Los haces vasculares se oscurecen y si se hace un corte transversal al tallo, se nota la exudación de un mucílago gris-castaño, excepto en casos leves. Esto se puede verificar mediante la observación de un fluido filamentosos de color blanco lechoso que emana de los haces vasculares al cortar y sumergir un pedazo del tallo en agua limpia (Alonso, 2002).

Un mucílago bacteriano grisáceo puede ser exudado por las yemas del tubérculo o por el extremo del estolón, donde se adhieren partículas de suelo. Rebotes de color blanco-grisáceo exudan del anillo vascular oscurecido de los tubérculos. La infección latente del tubérculo ocurre cuando se siembran tubérculos infectados, en lugares fríos o cuando los tubérculos son infectados al final de la temporada. La marchitez bacteriana evoluciona rápidamente bajo altas temperaturas (Alonso, 2002).

Los tubérculos que se dejan en la tierra sin recoger, siguen su proceso de podredumbre. Las bacterias continúan destruyendo los tejidos que rodean el anillo vascular y finalmente se rompe la piel dando lugar a grietas, que serán el punto de entrada para otros organismos que invaden al tubérculo, acelerando la pudrición de manera que solamente queda una masa viscosa de olor desagradable (Alonso, 2002).

La rotación de cultivos es el método más eficaz para su control. La bacteria se transmite por medio del agua que fluye entre los surcos y de un campo a otro, pero también por contacto entre las raíces. Su supervivencia varía de modo considerablemente, en los restos de cosecha o en el suelo: de uno a tres años para la raza 3 y a menudo, se extiende más la raza 1.

2.5.3. Enfermedades fúngicas

Algo que diferencia un vegetal de un hongo y además es característico de estos últimos es un crecimiento vegetativo filamentosos denominado micelio. No todos los hongos que atacan al cultivo de papas se encuentran en el suelo, algunos invernan en restos tanto de tubérculos como de vegetación de las papas.

Estos hongos que atacan al cultivo los infectan tanto en la planta como en el tubérculo a través de heridas, aberturas naturales como lo son las lenticelas o por penetración directa a través de la epidermis (Alonso, 2002).

– Mildiu tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Es una de las enfermedades más importantes de la papa y también una de las que mayores pérdidas económicas provoca a nivel mundial. Los síntomas iniciales comienzan con unas pequeñas manchas de color verde claro o verde oscuro, cerca de los bordes de los folíolos, que aumentan a lesiones necróticas mayores de color castaño a negro y que se dispersan por los peciolo hasta el tallo (Alonso, 2002).

La infección en campo se produce en condiciones de baja temperatura, alta humedad y cielos cubiertos. Posteriormente temperaturas entre los 10 y 25°C acompañadas de lloviznas o alta humedad favorecen la propagación de la enfermedad (Tujillo, 2011), pudiendo invadir todo el cultivo si no se controla con los tratamientos pertinentes.

Los tubérculos en campo, generalmente los que no están bien cubiertos por tierra, o donde se encuentran grietas, pueden infectarse, por las esporas que caen de las hojas como consecuencia del lavado que ejerce

el agua de riego o de la lluvia. La contaminación de las esporas ocurre cuando son atrapadas por gotas de agua que al desplazarse por la hoja o tallos afectados o en la recolección al tener contacto con el follaje afectado (Alonso, 2002).

Las plantas enfermas despiden un olor fétido característico cuando están en proceso de descomposición. En los tubérculos afectados, la enfermedad se manifiesta en forma de manchas irregulares, ligeramente hundidas, de color castaño rojizo o caoba. La podredumbre avanza de fuera hacia dentro (Alonso, 2002).

Como medida preventiva se debe utilizar “semilla” libre de la enfermedad y mantener el terreno limpio de desechos de las cosechas anteriores, además de malas hierbas, que puedan actuar como fuente de agentes patógenos. El uso de fungicidas y las labores de cultivo, como el aporcado, también son herramientas efectivas para su control. Al igual que en el almacén, se debe mantener una circulación de aire adecuada, manteniendo la temperatura tan baja como permita su compatibilidad con otros factores (Alonso, 2002).

– **Alternaria o tizón temprano (*Alternaria solani*)**

La enfermedad es producida por el hongo *Alternaria solani* que suele afectar a los tallos y hojas en menor medida que los tubérculos.

La infección de este hongo se inicia en las hojas más bajas que son las más viejas. Inicialmente, los síntomas se presentan en forma de pequeñas manchas circulares que se van tornando a una macha necrótica a medida que crecen. El tejido foliar que está en torno a las lesiones, generalmente se vuelve clorótico (Alonso, 2002).

En ocasiones, la alternaria ataca al tubérculo. Provocando lesiones oscuras, hundidas y con los bordes ligeramente levantados. La piel que rodea estos bordes está algo arrugada. Por debajo de la lesión, la pulpa es seca, con una textura corchosa y de color amarillo a castaño.

El desarrollo de la enfermedad es mayor cuando se dan condiciones de humedad y sequía alternas. Para la infección de los tubérculos, es

necesaria la presencia de heridas y temperaturas óptimas alrededor de los 15°C. Los tubérculos inmaduros se infectan más fácilmente que los maduros.

Como medida preventiva destaca el uso de fungicidas protectores para el follaje y dejar madurar los tubérculos antes de la recolección, así como evitar heridas durante la cosecha.

– **Sarna pulverulenta (*Spongospora subterranea*)**

La sarna pulverulenta es una enfermedad fúngica que ataca al tubérculo. La infección se inicia en las lenticelas, heridas o a veces por las yemas. El hongo causante de la enfermedad vive en el suelo y el proceso infeccioso se produce durante el crecimiento de los tubérculos.

Los síntomas de esta enfermedad son unas pústulas de color castaño purpúreo que se extienden lateralmente debajo de la piel, forma lesiones con forma de granos. A medida que crece la papa, la piel se rompe formando unas verrugas de color blanco (Alonso, 2002).

La lesión está normalmente rodeada por los bordes levantados de la piel desgarrada, dejando una depresión superficial llena de una masa pulverulenta, que son las esporas aglutinadas. La infección también se puede presentar en las raíces y en estolones con sintomatologías similares. El inóculo se extiende por el viento y por los tubérculos portadores de esporas.

Los métodos de prevención se basan en hacer uso de semilla libre de enfermedad, realizar una rotación de cultivos lo más amplia posible y no sembrar en aquellos terrenos que estén contaminados. Es preferible utilizar suelos porosos y bien drenados (Alonso, 2002).

– **Sarna verrugosa (*Synchytrium endobioticum*)**

Enfermedad que se caracteriza por el crecimiento de verrugas en toda la superficie de la papa, excepto en las raíces. Las verrugas aparecen en la base de los tallos, en los estolones y en los tubérculos, a veces se localizan incluso en hojas y flores.

Los síntomas iniciales son verrugas o tumores de tamaño variable en la base del tallo, de color verde o castaño y que van volviendo cada vez más oscuras. Los tubérculos afectados pueden llenarse por completo de agallas, que al principio son de color claro, pero que se van oscureciendo a medida en que se van deteriorando. Las verrugas que crecen por encima del nivel del suelo son de color verde debido a la presencia de clorofila (Alonso, 2002).

Este hongo puede vivir en el suelo durante mucho tiempo. Si los tubérculos infectados se dejan en el suelo se producirá la liberación de millones de esporas, quedando infestada la finca durante varios años, ya que las zoosporas del hongo pueden permanecer activas durante más de veinte años. No existe medio de lucha contra esta enfermedad. Se evita propagarla mediante medidas legislativas de cuarentena (Alonso, 2002).

– **Rizoctonia (*Rhizoctonia solani*)**

Se trata de una enfermedad fúngica, que se puede encontrar en cualquier zona donde se cultiven papas. Las condiciones que favorecen su desarrollo son: bajas temperaturas, altas humedades relativas, buena fertilidad del suelo y pH neutro o ligeramente ácido.

En los tubérculos maduros aparecen esclerocios (estructuras de resistencia de hongo) de color negro o castaño oscuro de diferentes formas. A veces también aparecen grietas, malformaciones, concavidades y necrosis en el extremo de unión con el estolón. La manera de distinguir los esclerocios de manchas de tierra es que estos no se van al lavarse de tubérculo, mientras que la tierra u otras adherencias que puedan presentar si se van; por esta razón los americanos afirman que la rizoctonia es la suciedad que no se puede lavar (Alonso, 2002).

Los daños más graves surgen en primavera, cuando el hongo ataca los brotes subterráneos retrasando o anulando su emergencia. En aquellos brotes que llegan a emerger se produce la formación de chancros o heridas en la base de la parte emergida de los tallos en desarrollo (podredumbre).

Como método de prevención se recomienda el uso de semilla certificada, aunque si el suelo está muy infectado, el usar semilla sana o hacer un tratamiento de la semilla, no presenta efectividad. Además es aconsejable establecer rotaciones amplias y en este caso meter dentro de la alternativa cereales ya sea la finalidad de este cultivo para grano o forraje (Alonso, 2002).

2.5.4. Enfermedades víricas

Las enfermedades producidas por virus son uno de los grupos más importantes que producen daños en el cultivo de papas, dando lugar a importantes destríos. Los virus están formados por cadenas de ácido nucleico con cubierta proteica y no son visibles sin la utilización de microscopio. La detección de virus se realiza por serología con la utilización de la técnica ELISA (Enzyme-linked immunosorbent assay) (Alonso, 2002), o por técnicas moleculares de PCR.

Según Alonso (2002), los virus en papa reducen el vigor de las plantas y la posibilidad de utilizar los tubérculos como semilla porque con ello se perpetúan en los mismos, y pueden ser portadores sin presentar síntomas. Los virus pueden ser transmitidos de diferentes formas, aunque la semilla constituye la principal vía de propagación. Los principales vectores que transmiten los virus son los áfidos o pulgones. Entre los pulgones transmisores destacan como los más importantes; *Myzus persicae*, *Aulacortum solani*, *Macrosiphum euphorbiae* y *Aphis nasturtii*. Otra forma de propagar los virus es por medios mecánicos.

Las enfermedades víricas consideradas oficialmente por la legislación como graves son las causadas por los virus PRLV y PVY, siendo la disminución de cosechas ocasionadas por estos virus mucho mayor que las ocasionadas por los denominados virus leves (PSV, PVX, PVM, PVA).

– **Virus del enrollado (PLRV)**

Es una de las enfermedades más serias que afectan al cultivo de la papa. Transmitida por áfidos, que al alimentarse de las plantas sanas desencadenan la infección. Provoca una gran disminución en el rendimiento. En ocasiones, la merma puede llegar a alcanzar un valor del 80% de la producción de la planta.

Inicialmente afecta a las hojas jóvenes, las cuales se enrollan en los bordes a la vez que muestran clorosis. En una infección primaria las hojas que muestran el enrollado son las superiores; ahora bien, si la infección se inicia a partir de un tubérculo infectado (infección secundaria) serán los folíolos inferiores los que muestren el enrollamiento. Como método de prevención, se recomienda el empleo de la semilla certificada así como el uso de variedades poco susceptibles a este virus (Alonso, 2002).

– **Virus Y (PVY)**

En la actualidad, este virus se está convirtiendo en un gran problema debido a la aparición de nuevas razas. La sintomatología es variable en función de la raza de virus Y atacante, que puede variar desde una clorosis muy suave hasta una necrosis que derive en la muerte de la planta infectada. Si la infección es tardía no se apreciarán los síntomas en la parte aérea, aunque, los tubérculos serán portadores de la enfermedad. Las razas más comunes son: PVY^o, PVY^c, PVYⁿ (Alonso, 2002).

En las infecciones primarias, se aprecian necrosis, amarilleamiento de los folíolos, decaimiento de las hojas y muerte prematura de las plantas. Las infecciones secundarias dan lugar a plantas de pequeño tamaño, hojas rugosas y acartonadas. En el follaje y tallos aparecen manchas necróticas. La sintomatología que se muestra en la parte verde de la planta recibe el nombre de mosaico (Alonso, 2002).

El único síntoma en los tubérculos producidos por estas plantas es la reducción de su tamaño, como consecuencia de los daños sufridos en la parte aérea de la planta.

– **Virus S de la papa (PVS)**

Este virus prácticamente no muestra sintomatología en las plantas de las variedades cultivadas de papa (Alonso, 2002).

En la planta se denota un ligero hundimiento en las nervaduras de las hojas, así como un moteado suave, o manchas necróticas muy pequeñas. Se transmite mediante áfidos, aunque también por medio de tubérculos afectados o por medios mecánicos (Burrows y Zitter, 2005).

– **Virus X de la papa (PVX)**

Este virus presenta una variabilidad de propiedades biológicas y serológicas así como de sus características biofísicas bastante frecuentemente erróneamente definidas. La diferencia de mayor importancia, es la que estableció a partir de los trabajos realizados por Cockerhan (1955); las cepas se clasificaron en cuatro grupos, según su comportamiento frente a los genes de hipersensibilidad Nx y Nb presentes en algunas variedades y del gen Rx de resistencia extrema. Las cepas del cuarto grupo atacan a todas las variedades, con la excepción de las que poseen el gen de resistencia extrema como la Cara (Rousselle *et al.*, 1999).

Puede presentar síntomas de clorosis, mosaico, reducción del tamaño de la hoja, y lesiones necróticas en los tubérculos. La fuente de transmisión de este virus son los tubérculos afectados o por medios mecánicos, no transmitiéndose por ningún insecto (Burrows y Zitter, 2005). Puede ser transmitido por *Synchytrium endobioticum* (Maroto, 2002)

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Introducción

En este trabajo se ha realizado un ensayo con once variedades de papas, en los que se ha evaluado la producción y otros parámetros agronómicos (emergencia de los brotes, desarrollo vegetativo, tamaño de los tubérculos, etc.). Dicho ensayo tiene como objetivo principal la evaluación de los nuevos cultivares comerciales de papa en nuestras condiciones, habiéndose desarrollado dentro de las actividades experimentales del año 2017 del Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo de Tenerife y del Departamento de Ingeniería, Producción y Economía Agraria de la Universidad de La Laguna.

3.2. Localización de la parcela

El ensayo fue realizado en una parcela de la Universidad de La Laguna, situada en la Sección Agraria de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, en San Miguel de Geneto, termino municipal de San Cristóbal de La Laguna. La parcela está situada en la finca Tahonilla Baja, "Panasca 2", a 554 m.s.n.m. (coordenadas cartesianas: latitud 28°28'41,92" N y longitud 16°19'08,16" O y coordenadas UTM: (370.890, 3.150.897,83)), cuenta con una superficie total de 980m², ocupando el ensayo una superficie de 464,63m². Esta parcela ha sido cultivada habitualmente de papas en un régimen de regadío, una campaña al año, alternando en algunas ocasiones con cereales.

3.3. Datos edafoclimáticos

3.3.1. Suelo de la parcela experimental

Antes de la plantación se realizó un análisis de de suelo. Para ello, se tomó una muestra siguiendo las recomendaciones del manual técnico de muestreo de suelos, aguas y foliares (Consejería de Agricultura y Pesca, Gobierno de Canarias). Con la ayuda de una barrena se recogieron 20 muestras a lo largo de la parcela siguiendo un recorrido en forma de "S", tras mezclarse las muestras tomadas en un cubo se apartó 1kg en una bolsa, la cual se envió al laboratorio de Análisis del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) del IPNA en La Laguna, con el objeto de obtener los resultados analíticos químicos y físicos de la muestra. A continuación se muestran los valores obtenidos en la analítica.

Tabla 3.1: Valores del análisis del suelo de la parcela experimental.

Descripción del análisis de suelo				
Parámetro	Unidad	Resultado	Resultado	Recomendación
pH		7.2		6-7
M.O.	%	2		>2,5%
P ₂ O ₅	ppm.	176		>70
Ca ⁺⁺	meq/100gr.	9.1	40,67%	40-80%
Mg ⁺⁺		4.1	18,32%	10-20%
Na ⁺		1.3	5,81%	<5%
K ⁺		3.4	15,20%	2-12%
Σ Cationes		17,9		
C.I.C.		22,38		
% Sat.		40		
CE (25°)	(mS/cm)	0.58		<2
SAT	(mS/cm)			
41% Arcilla, 29 % Limo, 30% Arena				

De los resultados obtenidos se desprende que la parcela presenta un suelo con textura arcillosa (41% Arcilla, 29 % Limo, 30% Arena) según se comprueba en el triangulo textural de suelo, y se trata de un suelo proveniente de sorriba.

El valor del pH (7,2) es muy ligeramente superior del rango que se considera valores entre 5,5 y 6,5 como pH óptimos para el cultivo de papas (Alonso, 2002).

El contenido de materia orgánica es ligeramente bajo (2%), ya que el valor adecuado según Hernández Abreu *et al.* (1980) es el de 2,5%. Es muy importante mantener los niveles de materia orgánica, pues además de mejorar las propiedades físicas (estructura, aireación, retención de agua) (Alonso, 2002) y químicas (aporte de nitrógeno, fósforo y azufre a las plantas) del suelo, contribuye a la acción beneficiosa de los microorganismos que se encuentran en el suelo. Se recomienda aumentar este valor mediante la incorporación de algún estiércol (de conejo o vaca) o compost.

El contenido de fósforo (P₂O₅) (176 ppm) presenta un valor ligeramente alto, no obstante se encuentra dentro de la cantidad recomendada por Hernández Abreu *et al.* (1980). Una buena disponibilidad de fósforo en el suelo mejora la calidad de los tubérculos, provocando el adelantamiento en la tuberización y dando lugar a una precocidad en el cultivo (Alonso, 2002). Una alta disponibilidad de fósforo, se hace más

necesaria en climas fríos, ya que la capacidad de la planta para utilizarlo decrece a temperaturas bajas según Bello *et al.* (2008).

El contenido en calcio (Ca^{2+}) es adecuado (40.67%), tanto en valor absoluto, pues se encuentra dentro de los parámetros recomendados (entre 9-10,5 meq/100g), como en porcentaje de la CIC. El calcio es un elemento muy importante y debe estar fácilmente disponible en la solución del suelo, aunque puede dar lugar a precipitados de la solución del suelo, pues es bastante demandado por el cultivo. Se recomienda subir el calcio en abonadas futuras, debido a que la relación Ca/Mg es de 2,2 muy por debajo de lo recomendable (entre 4-6). Es recomendable la aplicación de una enmienda de carbonato cálcico o yeso agrícola.

El contenido de magnesio (Mg^{2+}) en el suelo es bueno (18,32%). El magnesio es importante porque es un elemento esencial en la molécula de clorofila, y porque es activador de numerosos sistemas enzimáticos interesados en el mecanismo de los glúcidos y en la síntesis proteica. Al igual que en el caso del K^+ y del Ca^{2+} , los excesos de Mg^{2+} afectan a las relaciones catiónicas, pudiendo haber algún efecto antagónico, por lo que es importante la relación $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$.

El sodio intercambiable (5,81%) se encuentra un poco por encima del valor deseado (valores menores al 5%). Los niveles altos pueden afectar la infiltración y estructura de los suelos (Casas, 1999).

El contenido en potasio (K^+) está por encima (15,20%) de la cantidad recomendada por Hernández Abreu *et al.* (1980). Este elemento en altas concentraciones, influye en la papa de manera negativa en el contenido en materia seca, produciendo un posible oscurecimiento de la carne, susceptible a los daños por golpes, decoloración o azuleamiento después de la cocción. Una elevada disponibilidad de potasio en el suelo, puede reducir el peso específico de los tubérculos (Alonso, 2002), además de reducir la asimilación de magnesio e interferir en la absorción de calcio (Bello *et al.* 2008).

La conductividad eléctrica es de 0.58 mS/cm, siendo inferior a 2mS/cm, a partir de la cual se produce una disminución del rendimiento (Casas, 1999).

En general, este suelo, desde el punto de vista de la fertilidad, es adecuado para el cultivo de la papa.

Se recogió una segunda muestra de suelo para la determinación de la cantidad de nematodos presentes en el suelo y de igual manera se envió la muestra al laboratorio del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) para la determinación. En la tabla 3.2 se muestran los valores obtenidos.

Tabla 3.2: Valores del análisis de nematodos del suelo de la parcela experimental.

<u>Informe de resultados</u>			
Nº de muestras: 1			
Tipo de muestra: Suelo.			
Fecha de inicio: 27/03/2017			
Fecha de finalización: 03/04/2017			
Parámetros analizados: Nematodos.			
Parámetros del análisis			
Muestra	Parámetros	Resultados (Nem/100g)	Método
TF240317-4 (Panasca 2)	Nematodos	<1 (Ausencia)	Tamizado/Flotación

Del análisis de los resultados se desprende que no se detectó en el suelo presencia de nematodos dañinos para el cultivo.

3.4. Agua de riego

El agua que se utiliza para el riego procede de galería (Canal del Norte), y se suministra a la parcela mediante una tubería de acero galvanizado con un diámetro de 114 mm, y una presión de 3 bar.

Se tomó una muestra del agua de riego, la cual se recogió siguiendo las recomendaciones de toma de muestra habituales; después de abrir el grifo y dejar que el agua corra durante 10 minutos se recogió la muestra en una botella plástica de 1 L de capacidad, llenándola hasta su máximo, sin dejar cama de aire. La muestra fue llevada al laboratorio del IPNA del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) para la determinación de los resultados analíticos. A continuación se muestran los valores obtenidos en el análisis en la tabla 3.3.

Tabla 3.3: Valores del análisis de agua.

<u>Descripción del análisis de agua</u>			
	Unidades	Valores óptimos (Ayer y Westcot, 1987)	
Conductividad CE (25 °C)	dS/m	0,95	< 0,7 dS/m
pH		8,5	6,5 – 8,3
CATIONES			
Calcio (Ca ²⁺)		0,78	
Magnesio (Mg ²⁺)	meq/l	3,8	
Sodio (Na ⁺)		4,3	< 3 meq/l
Potasio (K ⁺)		0,55	
ANIONES			
Carbonato (CO ₃ ²⁻)		0,72	< 1,5 meq/l
Bicarbonato (HCO ₃ ⁻)	meq/l	6	< 1,5 meq/l
Sulfato (SO ₄ ²⁻)		1,2	
Cloruro (Cl ⁻)		1,5	< 3 meq/l

Se trata del agua típicamente disponible en la zona para el riego; agua bicarbonada con valores altos de pH, sodio y magnesio, y bajos de calcio. Continuando los criterios de interpretación de análisis de Ayers y Westcot (1987), a continuación se detalla la misma para este análisis de agua:

Del pH del agua de riego se puede decir que es alto debido a la presencia de carbonatos y a la alta cantidad de bicarbonatos 6 meq/l, lo que podría resultar perjudicial para una adecuada nutrición. Asimismo al estar el pH de equilibrio ligeramente menor al del pH del agua, podría dar lugar a problemas leves de precipitación de carbonatos y probablemente de sulfatos.

En cuanto a la salinidad, la conductividad eléctrica es de 0,95 dS/m mayor al valor de 0,7 dS/m indicado como límite, por tanto esta agua se clasifica como de restricción de uso ligera o moderada. Por otra parte para el cultivo de la papa podemos utilizar aguas con conductividad eléctrica de 1,1 dS/m (Maas y Hoffman, 1979) sin presentar disminución en la producción.

Con respecto a la infiltración se ha de proceder a la valoración de la relación de adsorción de sodio (SAR) y la CE del agua de riego. El SAR calculado, teniendo en cuenta la posible precipitación de calcio en la solución del suelo fue de 2,94. Con el

SAR calculado y la CE, aportada por la analítica, se puede afirmar que este agua no originará problemas de infiltración.

No deben presentarse problemas por cloruros ya que el valor analizado es menor de 3 meq/l. Sin embargo, pueden presentar problemas a la larga debido a que el sodio supera el límite recomendado de 3 meq/l. La relación de Ca/Mg es menor que 1, lo que indicaría posibles problemas de deficiencias de calcio. El contenido en sodio mayor de 3 meq/l en el riego por aspersión en la hoja puede presentar problemas moderados de toxicidad (Ayers y Westcot, 1987).

3.5. Datos climáticos

Los datos han sido obtenidos, durante el periodo de cultivo de la estación de meteorología localizada en la misma finca “La Tahonilla”, a la que pertenece la parcela experimental. Los datos que se reflejan en la tabla 3.4 son las medias correspondientes a los meses de duración del cultivo (desde el día 19 de febrero, hasta el día 27 de junio).

Tabla 3.4: Datos meteorológicos registrados durante el ciclo de cultivo en el año 2017.

Fecha	T	TM	Tm	P	HR	HRM	HRm	V _o	V _{Max}	Rad
Febrero	13,15	16,36	10,71	101,7	86,66	96,04	73,81	2,51	4,95	3990,62
Marzo	14,85	19,06	11,57	36,2	73,15	86,35	57,82	2,53	4,86	5420,53
Abril	16,77	21,11	13,25	13,2	76,44	91,51	56,36	2,51	4,69	6583,08
Mayo	16,81	20,63	14,04	15,5	83,17	93,47	66,94	3,14	5,48	6233,35
Junio	18,94	23,40	16,18	2,1	78,53	92,46	61,41	4,05	6,29	7057,59
Total				168,7						29285,17
Media durante el cultivo	16,10	20,11	13,15		79,59	91,97	63,27	2,95	5,25	

T: Temperatura media (°C).

TM: Temperatura media máxima absoluta (°C).

Tm: Temperatura media mínima absoluta (°C).

P: Precipitación (mm/mes).

HR: Humedad relativa media (%).

HRM: Humedad relativa media máxima absoluta (%).

HRm: Humedad relativa media mínima absoluta (%).

V_o: Velocidad media del viento (m/s)

V_{Max}: Velocidad y Dirección máxima media por cada 10 minutos (m/s °sexagesimales).

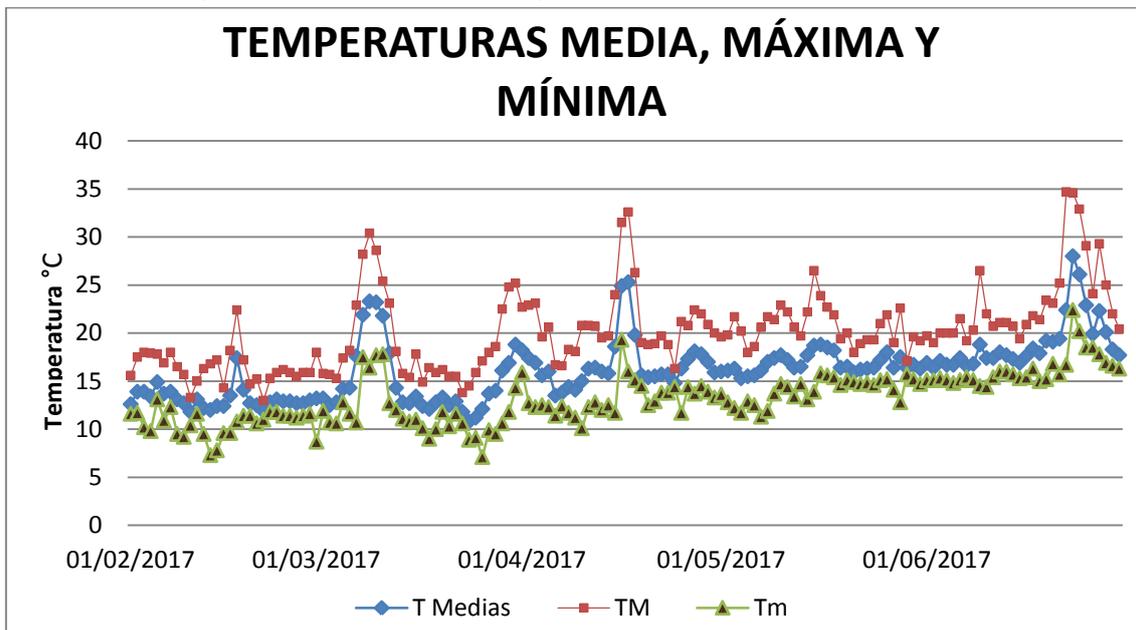
Rad: Radiación Total Diaria (Wh/m²).

La temperatura media a lo largo de todo el ciclo de cultivo varió entre 13 y 19°C, presentando las máximas en el mes de junio con 18,94°C de media, seguida de la obtenida en mayo con 16,81°C de media. La menor temperatura media correspondió al mes de febrero con 13,15°C.

Las temperaturas máximas absolutas mensuales variaron entre los 22,4°C en febrero y los 34,7°C alcanzados en junio. En este punto se debe resaltar las altas temperaturas alcanzadas en los meses de abril con máximas de 32,6°C y en junio con máximas de 34,7°C. Con respecto a las temperaturas mínimas absolutas variaron entre los 7,1°C de marzo y los 14,4 de junio.

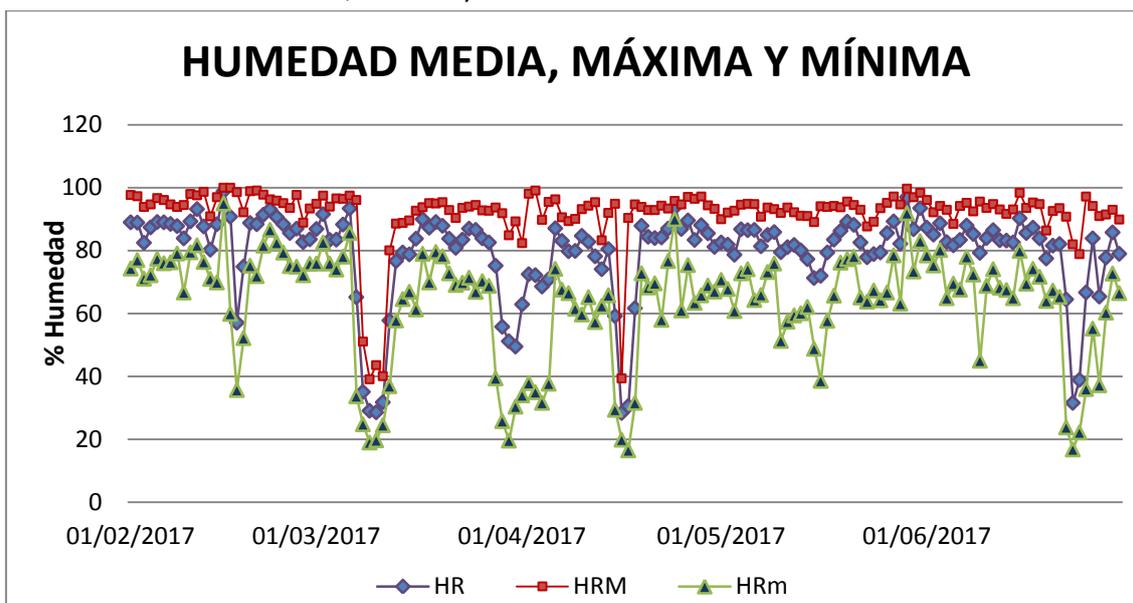
Se puede observar como el mes de febrero fue el más frío ya que presentó la temperatura más baja de las máximas y de las mínimas, siendo el mes de junio el que mostró las temperaturas más altas.

Gráfico 3.1: Temperaturas medias, máximas y mínimas diarias durante el ciclo de cultivo.



La humedad relativa máxima mensual durante el periodo de cultivo varió entre 100% y 39,1% en el mes de febrero y marzo respectivamente. La humedad mínima mensual varía entre valores de 95% y 16,8% correspondientes a los meses de febrero y junio respectivamente. En la gráfica 3.2, se muestra la evolución de la humedad a lo largo del ciclo de cultivo.

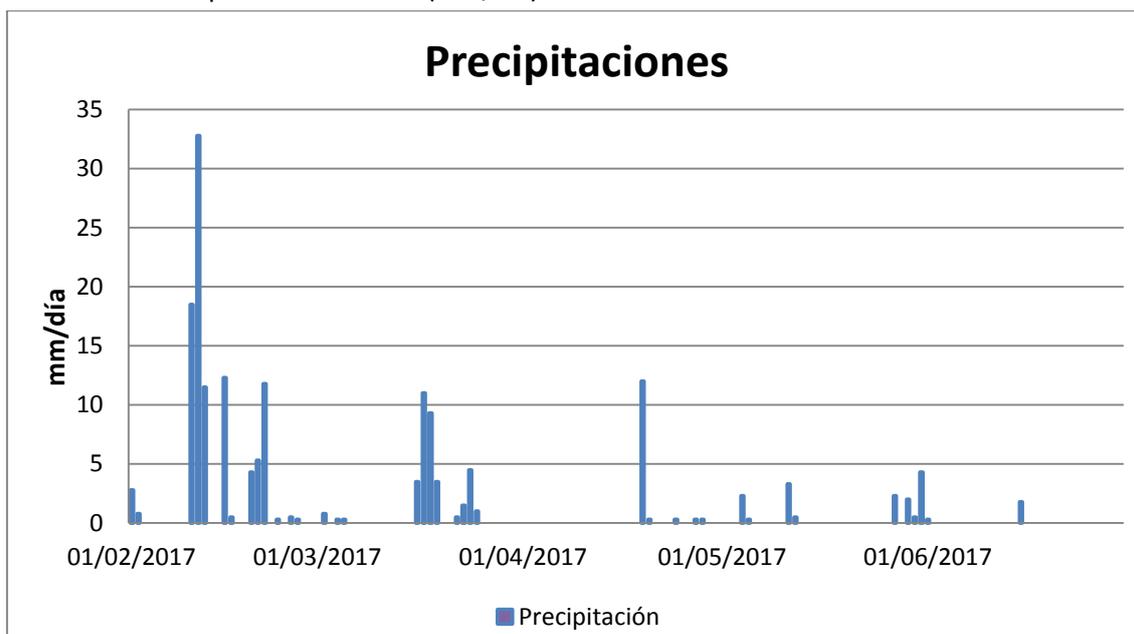
Gráfico 3.2: Humedad media, máxima y mínima mensuales durante el ciclo de cultivo.



Comparando las gráficas anteriores se observa una correspondencia entre el aumento de la temperatura y la disminución de la humedad.

La precipitación acumulada a lo largo de todo el ciclo de cultivo fue de 168,7 mm, registrándose las precipitaciones máximas en el mes de febrero con 101,3. Hasta principios de mayo se fueron produciendo precipitaciones con una cierta regularidad, pero a partir de marzo fueron insuficientes para las necesidades hídricas del cultivo, por lo que fueron necesarios aportes hídricos suplementarios mediante el riego por aspersión.

Gráfico 3.3: Precipitaciones totales (mm/día) durante el ciclo de cultivo.



3.6. Material vegetal

La “semilla” de papa utilizada para el ensayo en campo procedía de Escocia (Reino Unido) y Dinamarca, fue facilitada por las casas comerciales Pan European Potato Enterprise Limited (PEP), Agrolon Sur S.L. y Bejuca S.L. en Tenerife. Las características generales de estos cultivares están recogidas en las correspondientes fichas técnicas de los cultivares que se han ensayados.

En el ensayo se utilizaron 11 variedades comerciales (en la tabla 3.5 se observan las características del tubérculo de cada una de las variedades utilizadas). Como testigo se utilizó la variedad Druid, ya que es una de las variedades que en los últimos años ha tenido una mayor aceptación y distribución en el ámbito regional agrario.

Para la realización de la siembra se utilizaron tubérculos partidos longitudinalmente en dos.

Tabla 3.5: Variedades utilizadas en el ensayo, códigos, fecha envasado, calibre, peso medio y color de la piel del tubérculo.

Variedad	Código	Fecha de envasado	Calibre (mm)	Peso medio/plantón (g)	Color de la piel
Fandango	1	21/10/2016	45/55	43,84	Blanca
Royal	2	14/11/2016	45/55	51,22	Blanca
Libertie	3	15/11/2016	45/55	55,38	Blanca
Valor	4	24/11/2016	45/55	59,88	Blanca
Divaa	5	17/10/2016	45/55	56,52	Blanca
Alibaba-T4906/2	6	03/11/2016	35/55	38,48	Roja
Sagitta	7	31/10/2016	35/55	46,16	Blanca
Vanilla-T5339/12	8	16/11/2016	35/55	40,26	Blanca
Sunset	9	31/10/2016	45/60	79	Roja
Druid	10	01/12/2016	45/65	53,82	Roja
Manitou	11	---	28/55	65,84	Roja

3.7. Diseño experimental

El diseño estadístico del ensayo se ha realizado en bloques al azar con tres repeticiones (A-B-C). La parcela se dividió en 33 unidades o parcelas experimentales. El tamaño de la parcela experimental fue de 10,8m² (5 surcos de 3,6m de largo con una separación por unos pasillos de 0,75m). Las 33 parcelas experimentales y los 3 bloques se separan por unos pasillos de 0,75m de ancho, para facilitar la toma de datos y evitar el efecto borde.

De las 5 líneas de cada parcela, las exteriores fueron designadas como borde, por lo que no se utilizarían para el cálculo de la producción. En la figura 1, se presenta la distribución de los bloques, pasillos y orientación de la parcela.

Repeticiones:

A

B

C

Variedades:

1 Fandango

2 Royal

3 Libertie

4 Valor

5 Divaa

6 Alibaba

7 Sagitta

8 Vanilla

9 Sunset

10 Druid

11 Manitou

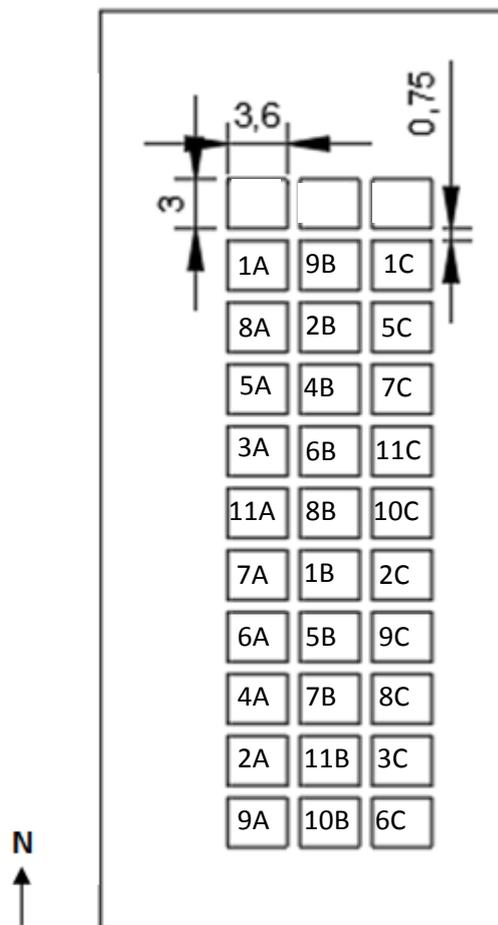


Imagen 3.1: Distribución de los diferentes cultivares en la parcela.

3.8. Labores culturales

3.8.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno, consistió inicialmente en arar el terreno con un rotovator acoplado al tractor de 90 CV de potencia. Posteriormente se replanteo el diseño experimental en la parcela de cultivo. Los surcos se realizaron con un tractor de 7 CV de potencia.

En cada surco se incorporó como abonado de fondo un complejo 20-10-10 (HEROGRA de Fertilizantes, S.A.) a razón de $0,9398\text{kg/m}^2$.

Tabla 3.5: Riqueza de de fertilizante GXNO59 -20+10+10 HEROSOL ROJO.

Abono compuesto NPK (S) 20-10-10
20% p/p Nitrógeno (N) Total
8% p/p Nitrógeno (N) nítrico
12% p/p Nitrógeno (N) amoniacal
10% p/p Pentóxido de fosforo (P_2O_5) Soluble en citrato amónico neutro y agua
9,5% p/p Pentóxido de fosforo (P_2O_5) soluble en agua
10% p/p Oxido de potasio (K₂O₅) soluble en agua
6,1% p/p Trióxido de azufre (SO ₃) total

3.8.2. Siembra

La siembra se realizó manualmente el 19 de febrero de 2017, con un marco de plantación de 0,33m entre papas y 0,75 m entre surcos. Cada surco contenía 55 plantones. Los surcos fueron tapados cuidadosamente con azada (forma tradicional), a una profundidad entre 15 y 20 cm.



Imagen 3.2: Siembra de papas.

3.8.3. Riegos

El 28 de marzo se colocó el sistema de riego. El sistema de riego implantado fue aspersión con emisores de un caudal de 400 l/h colocados en un marco de 2,90x2,90 m. La duración de los riegos varió entre los 20 y 45 minutos, en función de las condiciones meteorológicas y de las condiciones visuales de humedad que presentó el suelo.



Imagen 3.3: Riego por aspersión.

3.8.4. Aporcado

El aporcado o sacha, se realizó el 3 de abril de 2017. Consistió en aporcar a ambos lados de las filas de cultivo con tierra con el fin de eliminar las malas hierbas y permitir que los estolones que se desarrollan en el cultivo queden protegidos de la luz y de las plagas, además de proporcionarle una mejor sujeción a las plantas, ante las posibles condiciones adversas de viento, que son frecuentes en la zona.

3.8.5. Aplicación de productos fitosanitarios

Los tratamientos fitosanitarios se aplicaron con una mochila de 16 litros (con el cultivo poco desarrollado) y con carretilla pulverizadora de 100 litros (con el cultivo desarrollado), realizándose 3 tratamientos a lo largo de todo el ciclo de cultivo.

Tabla 3.6: Tratamientos fitosanitarios aplicados.

Fecha	Caldo	Producto	Dosis	Materia activa
07/03/2017	16 Litros	Krone	7,5 grs/L	Metribuzina 70% p/p
10/04/2017	20 Litros	Karate king	0,6 grs/L	Lambda cihalotrin 2,5 % p/p
		Mikal Plus	3 grs/L	Fosetil-AI 50% + Folpet 25% + Cimoxanilo 4% p/p
09/05/2017	55 Litros	Costar	1 gr/L	18% p/p de Bacillus thuringiensis
		Mikal plus	150 grs/L	Fosetil-AI50%+ Folpet 25% + Cimoxanilo 4% p/p

El herbicida Metribuzina se utilizó para la eliminación de las malas hierbas presentes en la parcela antes de la germinación. La utilización de Lambda cihalotrin junto con Fosetil-AI + Folpet + Cimoxanilo combina la acción insecticida con la acción fungicida. El primero es un piretroide con actividad insecticida por contacto e ingestión utilizado para controlar la presencia de empoasca (*Empoasca* sp.) y lagarta (*Agrotis* sp.), y el segundo resulta efectivo en el control del mildiu (*Phytophthora infestans*). La bacteria *Bacillus thuringiensis* se utiliza como alternativa biológica en la lucha integrada y en agricultura ecológica, en el control de lepidópteros como las polillas de la papa (*Phthorimaea operculella* y *Tecia solanivora*) y lagartas (*Agrotis* sp.).

3.8.6. Recolección

La recolección se llevo a cabo de forma semimecanizada, identificando en cada saco recolectado la parcela experimental donde se cosecho.

La recolección se efectuó de los tres surcos centrales de cada parcela experimental, quedando descartados los surcos laterales, además de los bordes de los surcos centrales, para evitar el efecto borde. Por tanto, se tomaron datos únicamente la producción obtenida de los diez plantones centrales de cada parcela experimental.



Imagen 3.4: Recolección de papas.

La cosecha se realizó de dos veces, debido a que hubo cultivares que alcanzaron la madurez más tarde. Se decidió hacer la primera el día 16 de junio de 2017, recolectándose los cultivares Alibaba, Divaa, Druid, Fandango, Libertie, Manitou, royal, Sagitta, Valor y Vanilla. La segunda recolección se llevo a cabo el día 27 de junio de 2017, recolectándose sólo el cultivar Sunset.

3.9. Parámetros analizados

Los parámetros tomados durante el ensayo fueron:

- La emergencia de las plántulas.
- Altura media de floración.
- Duración del ciclo de cultivo de cada cultivar.
- Producción total y comercial.
- Destrío.
- Calibrado.
- Porcentaje de materia seca.
- Incidencia en plagas y enfermedades.
- Valoración organoléptica.

3.9.1. Emergencia

La emergencia de las plántulas de papa es el momento en el que comienzan a salir de la tierra las primeras hojas rompiendo la superficie del suelo. El momento en el cual se produce la emergencia del 50% de los plantones de una parcela, es considerada la emergencia como tal (Ríos, 2002).

En esta etapa se puede apreciar el buen desarrollo de los brotes, que va a depender en gran medida de la calidad de la semilla en el momento de la plantación, de su edad fisiológica y del estado de la brotación. Además de que cuando un tubérculo es colocado en condiciones de suelo favorables (16-20°C; 60-80% de humedad relativa) inmediatamente después de la finalización de su reposo vegetativo comienza a brotar. Generalmente, es el brote principal la yema situada en el ápice de la corona el que primero entra en crecimiento activo dando nacimiento a un germen. Este germen ejerce entonces durante cierto tiempo, sobre todos los demás brotes, una dominancia apical que impide su brotación (Mateo-Box, 1999).

Se realizó un conteo semanal de la emergencia y de las marras sufridas en cada una de las parcelas experimentales. Se comenzó a realizar el conteo el día 13 de marzo de 2017, realizándose un total de 7 conteos. Se considera un periodo de 15 a 20 días para que se pueda dar el 50% de emergencia de los tubérculos-semilla en la variedad Cara (Ríos 2002).

3.9.2. Altura media de floración

Se llevo a cabo la medición de la planta después de emitir la floración.

3.9.3. Duración del ciclo de cultivo de cada cultivar

La duración del ciclo de cultivo es el tiempo transcurrido desde la fecha de plantación hasta que el follaje presenta el 50% de la senescencia. La medida se toma cuando el 50% de las plantas emergidas comienza a presentar amarilleo de las hojas en casi un 100% de la planta.

3.9.4. Producción total y comercial

En la producción total se ha contabilizado tanto el destrío (daños producidos por verdeo, daños mecánicos y daños causados por la polilla y enfermedades) como la producción comercial. En la recolección se tomo datos de lo que produjo cada parcela experimental.

En cuanto a la producción comercial se obtuvo excluyendo el destrío obtenido. Por tanto en esta clasificación se admiten todas y cada una de las papas que presentaban buenas condiciones para la comercialización independiente mente del calibre.

3.9.5. Destrío

En esta clasificación se incluyen las papas que presentaron daños mecánicos, de plagas y enfermedades rechazada en la cosecha o postcosecha. Una vez rechazada y almacenada la producción, se separó y se pesó los tubérculos afectados, anotando y marcando la causa.

3.9.6. Calibrado

Una vez almacenados y pesados, tras la recolección se procedió al calibrado de los tubérculos obtenidos en el ensayo. Para este fin se utilizaron unos tamices de madera con distintos diámetros cada uno. Se calibró toda la producción por bloques y cultivar. Las papas se pasaron por los tamices, quedando clasificadas en 5 tamaños: menores de 20 mm, entre 20 y 40 mm, entre 40 y 60 mm, entre 60 y 80 mm y mayor de 80 mm.



Imagen 3.5: Tamices de distintas medidas.

La elección de estos diámetros se ha establecido como norma de calidad de la papa (Orden 29 de octubre de 1986, punto 5.2), para papas comercializadas en el territorio español, Considerándose como papa de calidad la papa cuyo diámetro esté comprendido entre 40 y 80mm.

3.9.7. Porcentaje de materia seca

El contenido de materia seca junto con los niveles de azúcares reductores (glucosa y fructosa) es uno de los criterios más importantes a la hora de evaluar la calidad de las papas. En Canarias, un alto contenido de materia seca suele indicar una mayor calidad, siendo el valor mínimo tentativo de un 20%, siempre que se muestre una buena textura interna (Ríos, Comunicación personal). Los porcentajes por encima del 24%, las papas obtenidas presentan una textura demasiado secas y duras desde un punto de vista culinario, para destinarse a su uso en frito (González, 2000).

El porcentaje de materia seca se determinó, secando una muestra de papas de 450 gramos por cultivar. En cada bandeja se colocaron las papas cortadas en finas rodajas. Finalmente se introdujeron las bandejas en una estufa convectiva hasta alcanzar una temperatura 70°C durante 48 horas, hasta peso constante. Trascurrido el tiempo indicado, se sacó cada bandeja de la estufa y se anotó el peso.

3.9.8. Incidencia en plagas y enfermedades

Durante el ensayo se llevó un registro de las observaciones sobre plagas y enfermedades detectadas.

3.9.9. Valoración organoléptica

Se realizó una cata a ciegas con las papas obtenidas en el ensayo, con el objetivo de evaluar la calidad organoléptica y su aptitud tanto para frito como guisado. Se celebró en La Casa de la Miel, El Sauzal, el día 21 de julio de 2017, bajo la organización y colaboración del Dr. Antonio Bentabol Manzanares (director de La Casa de la Miel).



Imagen 3.6: cocción de papas.

Para ello acudieron ocho catadores pertenecientes al papel habitual de cata. Todas las variedades de papas se guisaron en el mismo caldero, separadas en bolsa individuales, para evitar la mezcla de unas variedades con otras, y por lo tanto bajo las mismas condiciones. No se utilizó sal en ningún caso y el tiempo de cocción fue el mismo para todas. La puntuación se realizó sobre 10.

Procedimiento llevado a cabo:

- En guisado.
 - En primer lugar se lavaron bien las papas.
 - Sin pelar se introdujeron en torno a 1Kg por variedad, individualmente en una bolsa para cocinar, identificadas por una tarjeta.
 - Se guisaron en dos calderos.
 - El tiempo de guisado fue de unos 25 minutos.
 - Se utilizó alrededor de 0,4 litros de agua por variedad.
- En frito.
 - Se Pelaron y se trocearon las papas en bastones en una sección de 1cmx1cm.
 - Se utilizó 425 gramos por variedad.

- Se empleó un tipo de aceite de girasol.
- El tiempo de fritura fue de unos 12 minutos.
- La temperatura de fritura estuvo alrededor de 180°C.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Introducción

A continuación se exponen los resultados obtenidos en el ensayo, así como su interpretación en función de los parámetros determinados y analizados durante la realización del ensayo: emergencia, rendimiento, incidencia en plagas y enfermedades, contenido de materia seca, valoración de la cata y presentación del color de la carne del tubérculo.

4.2. Estados fenológicos y fases del cultivo

4.2.1. Emergencia

Se puede observar como a partir de la 2ª semana después de la plantación comienza a producirse la emergencia. La mayor parte de las variedades alcanzan el 50% (E_{50}) de la emergencia en un intervalo de 10 días, entre el 13 y 23 ddp (días después de la plantación), siendo las variedades Valor, Sunset y Manitou las más tardías. Las diferencias entre variedades obedecen probablemente más a los diferentes estados de brotación de la semilla, que a sus características genéticas.

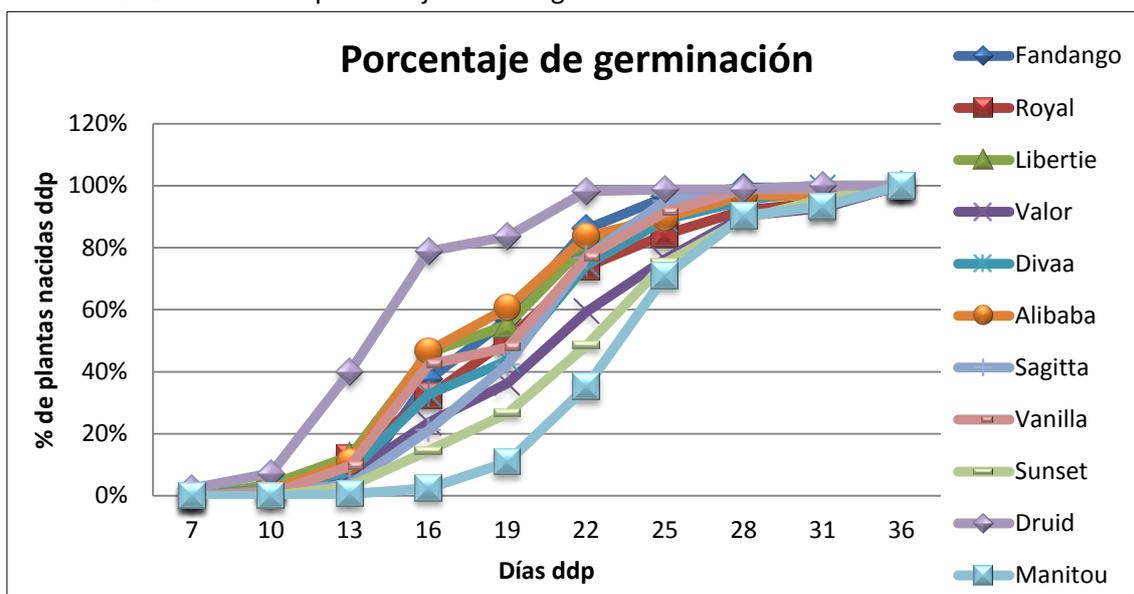


Imagen 4.1: Momento de la emergencia.



Imagen 4.2: Comienzo de la emergencia

Gráfico 4.1: Evolución del porcentaje de emergencia de las diferentes variedades.



En las siguientes imágenes se aprecia el estado de los brotes en el momento de la plantación. Puede observarse las diferencias existentes entre variedades, pudiendo ser debidas a diferencias en la conservación de los tubérculos semilla o a diferencias en las características genéticas de cada variedad.



Imagen 4.3: Variedad Fandango.



Imagen 4.4: Variedad Royal.



Imagen 4.5: Variedad Libertie.

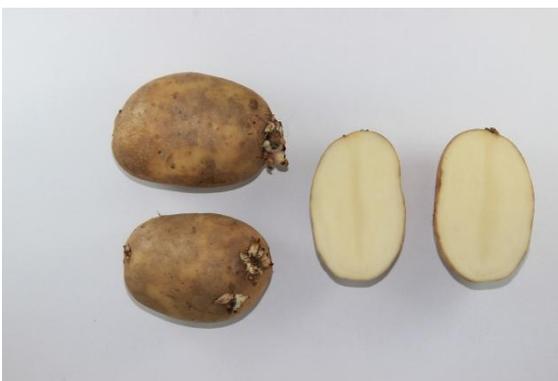


Imagen 4.6: Variedad Valor.



Imagen 4.7: Variedad Divaa.

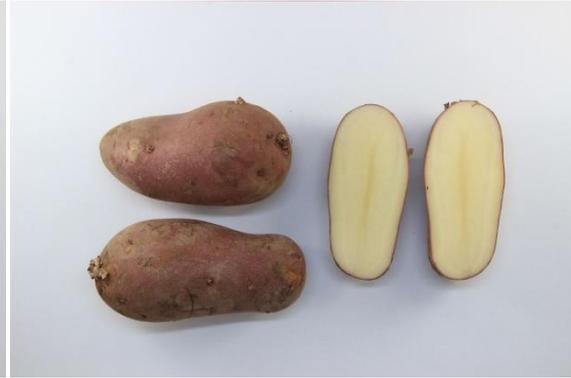


Imagen 4.8: Variedad Alibaba.

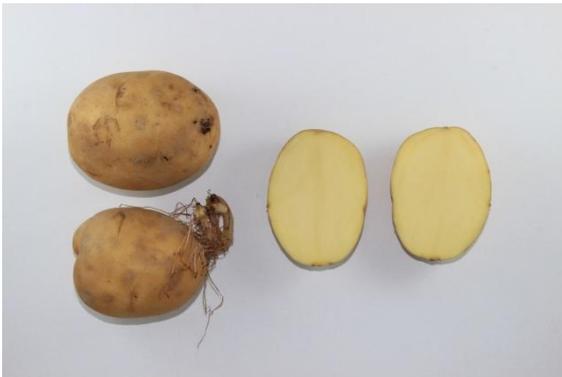


Imagen 4.9: Variedad Sagitta.



Imagen 4.10: Variedad Vanilla.



Imagen 4.11: Variedad Sunset.



Imagen 4.12: Variedad Druid.



Imagen 4.13: Variedad Manitou.

En general, la calidad de la semilla fue muy buena, así como a su estado sanitario. Las buenas condiciones meteorológicas y el buen estado de la semilla, favoreció que el porcentaje de marras fuese muy bajo, como se puede apreciar en la tabla 4.1.

Tabla 4.1: Porcentaje de marras experimentado.

Variedad	Porcentaje de marras
Fandango	0%
Royal	0%
Libertie	1,82%
Valor	2,43%
Divaa	0%
Alibaba	1,21%
Sagitta	0%
Vanilla	0%
Sunset	0%
Druid	0%
Manitou	3,64%

4.2.2. Altura media de floración

En la tabla 4.2 se muestran las alturas medias en el momento de floración de cada variedad. La floración comenzó a los 56 ddp y finalizó a los 76 ddp.

Tabla 4.2: Altura media de floración.

Variedad	Altura media (cm)	Altura máx. (cm)	Altura min. (cm)
Fandango	No floreció	No floreció	No floreció
Royal	55	62	46
Libertie	46	67	37
Valor	62	78	45
Divaa	52	70	37
Alibaba	56	73	41
Sagitta	52	66	35
Vanilla	51	56	46
Sunset	70	91	45
Druid	60	85	40
Manitou	54	69	38

Fandango fue la única variedad que no floreció, presentando un porte medio. Las variedades Libertie y Vanilla presentaron un porte bajo. Royal, Divaa, Alibaba, Sagitta y Manitou un porte medio, y finalmente Valor, Sunset y Druid fueron plantas de porte alto.

Cabe destacar que la variedad Sunset presenta una cubierta vegetal muy desarrollada, siendo una planta muy frondosa y alta, con ejemplares próximas al metro de altura (91 cm). Ninguna de las variedades ensayadas presento un porte rastrero.

4.2.3. Duración del ciclo de cultivo

En la tabla 4.3 se presenta la duración del ciclo de cultivo. Fandango, Royal, Liberte, Divaa, Sagitta y Manitou presentaron un ciclo corto, al recogerse a los 102 días de la siembra. Valor, Alibaba, Vanilla y Druid se recolectaron a los 112 días mientras que Sunset fue la variedad más tardía al recolectarse a los 127 días (4 meses y 7 días).



Imagen 4.14: Variedad Sunset.

Tabla 4.3. Clasificación en función de la duración del ciclo de cultivo.

Ciclo corto 90-110 días	Ciclo intermedio 110-140 días
Fandango (102 días) Royal (102 días) Libertie (102 días) Divaa (102 días) Sagitta (102 días) Manitou (102 días)	Valor (112 días) Alibaba (112 días) Vanilla (112 días) Druid (112 días) Sunset (127 días)

4.3. Componentes del rendimiento de la cosecha

4.3.1. Producción total

La cosecha se realizó en dos tandas de recolección, atendiendo a la duración del ciclo de cultivo y la senescencia presentada por las diferentes variedades. La primera cosecha se llevo a cabo el día 16 de junio del 2017, cosechándose Fandango, Royal, Libertie, Divaa, Sagitta, Manitou, Alibaba, Vanilla y Druid. Mientras Valor y Sunset se cosecharon el día 27 de junio del 2017. Las producciones obtenidas se muestran en la tabla 4.4.

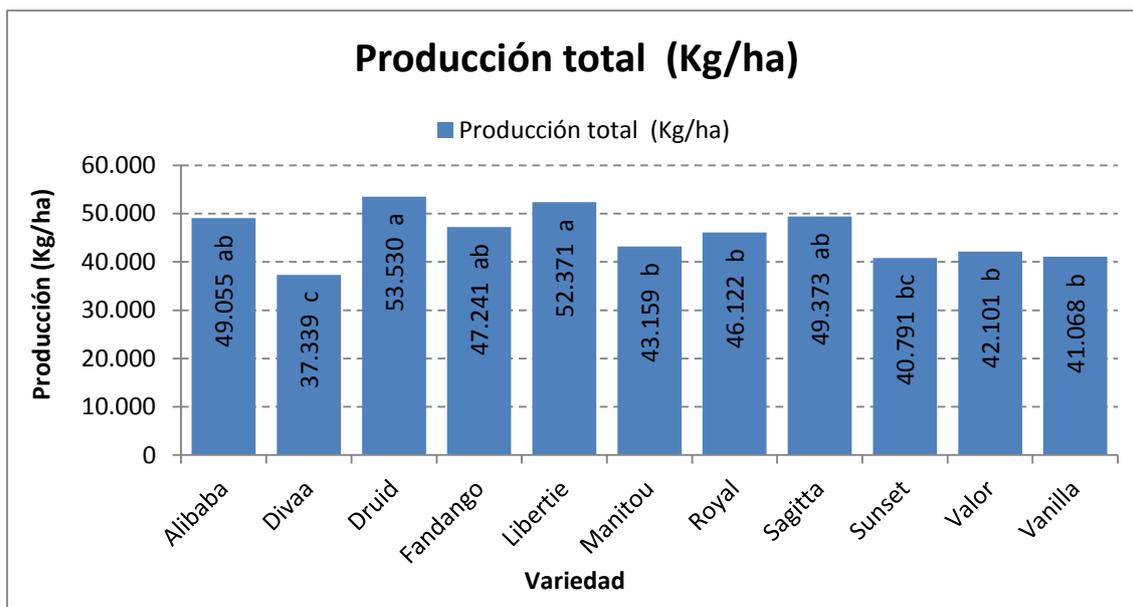
Tabla 4.4: Datos de producción total, producción comercial, destrío y causa principal del mismo, así como el valor del test de LSD.

Variedad	Producción total (Kg/ha)	Producción Comercial (Kg/ha)	Destruío total (%)	Causa principal de destrío
Alibaba	49.055 ab*	32.653 ab*	33,78%	Sarna
Divaa	37.339 c	31.418 c	15,15%	Daños mecánicos
Druid	53.530 a	49.015 a	9,04%	Daños mecánicos
Fandango	47.241 ab	38.297 ab	21,59%	Daños mecánicos
Libertie	52.371 a	47.468a	8,64%	Daños mecánicos
Manitou	43.159 b	36.130 b	16,48%	Daños mecánicos
Royal	46.122 b	33.021 b	27,44%	Sarna y daños mecánicos
Sagitta	49.373 ab	42.671 ab	13,10%	Daños mecánicos
Sunset	40.791 bc	16.704 bc	58,01%	Sarna
Valor	42.101 b	28.697b	30,61%	Sarna
Vanilla	41.068 b	30.990 b	23,23%	Sarna y daños mecánicos

*: Los cultivares con la misma letra son similares a efectos estadísticos (Test LSD, 95%)

El cultivar más productivo fue el testigo Druid, con 53.530 kg/ha, seguida por Libertie con 52.371 kg/ha y Sagitta con 49.373 kg/ha. Alibaba, Fandango, Royal, Manitou, Valor, Vanilla y Sunset tuvieron unas producciones entre 59.000 y 40.000 kg/ha. Divaa se quedó en un valor inferior a los 38.000 kg/ha, siendo la variedad que presento la menor producción total del ensayo. Como suele ser normal los cultivares de ciclo corto obtuvieron una producción total algo inferior a las más tardías. Se puede apreciar en la tabla 4.4, diferencias significativas entre las variedades al 95% de probabilidad.

Gráfico 4.2: Producción total.



La producción total de las variedades Fandango, Libertie, Alibaba y Sagitta fueron estadísticamente similares al testigo Druid. Las variedades Royal, Valor, Divaa, Vanilla, Sunset y Manitou si tuvieron diferencias significativamente de forma distinta al testigo.

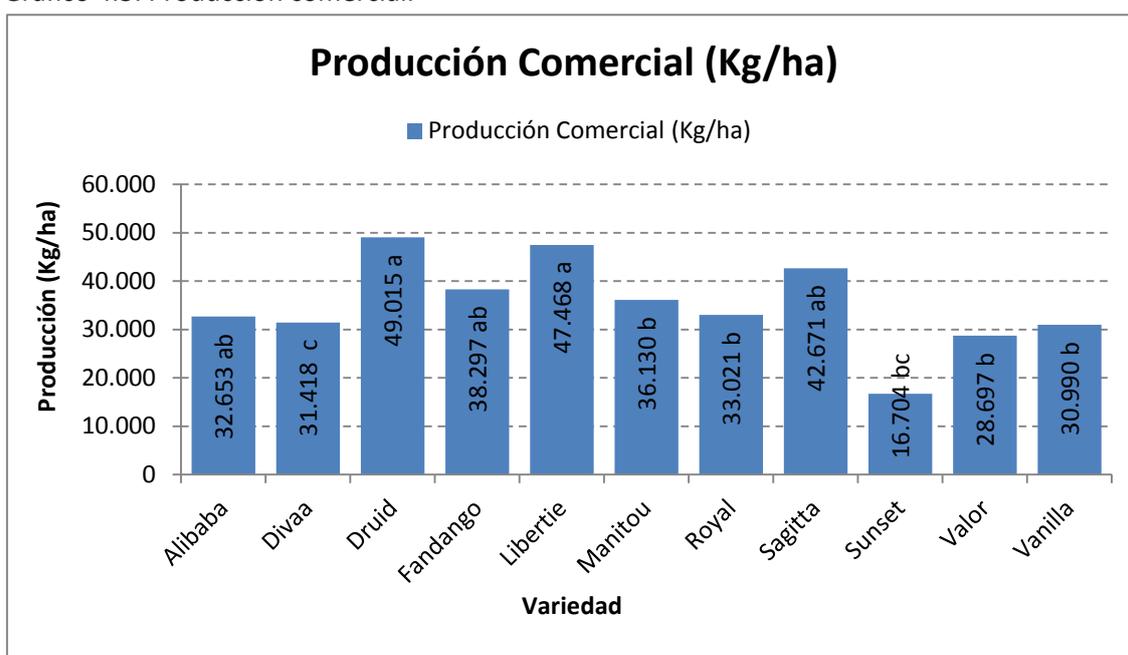
En la información Técnica “Variedades de papa blanca” del Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo de Tenerife, realizado por Díaz *et al.* (2013), se ensayaron las variedades Druid y Sunset entre otras. Al comparar las producciones de ambos ensayos, se observa una gran diferencia entre las producciones obtenidas con el ensayo, teniendo en el experimento realizado en el 2013 un 58 y un 50%, respectivamente más de producción en las variedades mencionadas.

En otra información Técnica “Ensayos de variedades de papa blanca” del Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo de Tenerife, realizado por Ríos *et al.* (2000), se ensayo la variedad Valor entre otras. Si se compara la producción obtenida entonces con la obtenida en este mismo ensayo, se observa una diferencia del 16%, mayor con relación a la conseguida en este ensayo.

4.3.2. Producción comercial

En el gráfico 4.3 se representa la producción comercial obtenida por las diferentes variedades, una vez restada la parte de la producción que presentaba casusas de destrío. Como podemos ver el gráfico la situación entre las producciones de las variedades varía significativamente, debido a las diferentes causas de destrío.

Gráfico 4.3: Producción comercial.



Druid también fue el cultivar más productivo, con 49.015 kg/ha, seguido de Libertie con 47.468 kg /ha. Fandango y Manitou obtuvieron producciones entre 35.000 y 40.000 kg /ha. Royal, Alibaba, Divaa, Vanilla, Fandango y Valor rondaron las 30.000 kg /ha. Sunset tuvo una producción comercial muy baja, de 17.704 kg /ha, debido a la alta incidencia de sarna. Alibaba también disminuyó bastante su producción comercial por los problemas de sarna.

Estadísticamente hablando, la producción comercial de Fandango, Libertie, Alibaba y Sagitta fue similar a la del testigo Druid. Royal, Valor, Vanilla, Divaa, Sunset y Manitou tuvieron una producción más baja estadísticamente significativa que la del testigo.

4.3.3. Porcentaje de destríos y causas

En el destrío se ha tenido en cuenta toda la papa dañada por diferentes motivos. Entre las causas de destrío se destacan las afecciones por enfermedades, plagas y daños mecánicos, ya sea en la recolección y/o en la posterior manipulación.

Durante el ensayo, se observó la incidencia ciertas plagas y enfermedades, pero éstas no fueron significativas en los valores obtenidos de destrío. Se ha de destacar que en algunas de las variedades ensayadas obtuvieron valores altos de destrío.

Sería conveniente considerar el forrado de las varillas de la cosechadora con caucho u otro material amortiguador, y la reducción de la velocidad durante la recolección. Actualmente en el campo Canario se están obteniendo altos porcentajes de destrío debido a daños mecánicos en la recolección (Ríos, comunicación personal).

Como se muestra en la tabla 4.5 el principal problema fue la sarna común (*Streptomyces scabies*), y en segundo lugar los daños mecánicos. Los daños producidos por polillas fueron muy bajos, alcanzando un porcentaje máximo del 2%. Por otro lado los daños cuantificados por verdeo llegaron al 3%.

Sunset presentó más de la mitad de su producción total como destrío. Alibaba, Valor y Royal estuvieron en el entorno del 30%. Por el contrario Druid y Libertie se quedaron por debajo del 10% de producción no comercial.

Sunset tuvo una alta sensibilidad a la sarna, con un 52% de destrío, seguida de Alibaba y Valor con un 25 y 23% respectivamente. Por el contrario, Druid, Libertie, Divaa, Sagitta y Manitou tuvieron menos del 5% de producción dañada por esta enfermedad. Estos valores concuerdan con las tolerancias presentadas por cada variedad.

Tabla 4.5: Destrío y causas.

Variedad	Destrío total (%)	Daños mecánicos (%)	Verdeo (%)	Polilla (%)	Sarna (%)	Causa principal de destrío
Alibaba	33,78	8,31	0,10	0,15	25,22	Sarna
Divaa	15,15	12,43	0,70	0,42	1,60	Daños mecánicos
Druid	9,04	6,41	0,04	1,54	1,04	Daños mecánicos
Fandang	21,59	11,90	3,29	1,92	4,48	Daños mecánicos
Libertie	8,64	7,01	0,68	0,00	0,95	Daños mecánicos
Manitou	16,48	12,79	0,48	0,00	3,21	Daños mecánicos
Royal	27,44	11,24	1,14	2,24	12,82	Sarna
Sagitta	13,10	8,60	2,41	0,09	2,01	Daños mecánicos
Sunset	58,01	5,17	0,86	0,00	51,98	Sarna
Valor	30,61	6,77	0,13	0,51	23,21	Sarna
Vanilla	23,23	11,94	2,82	0,00	8,47	Daños mecánicos

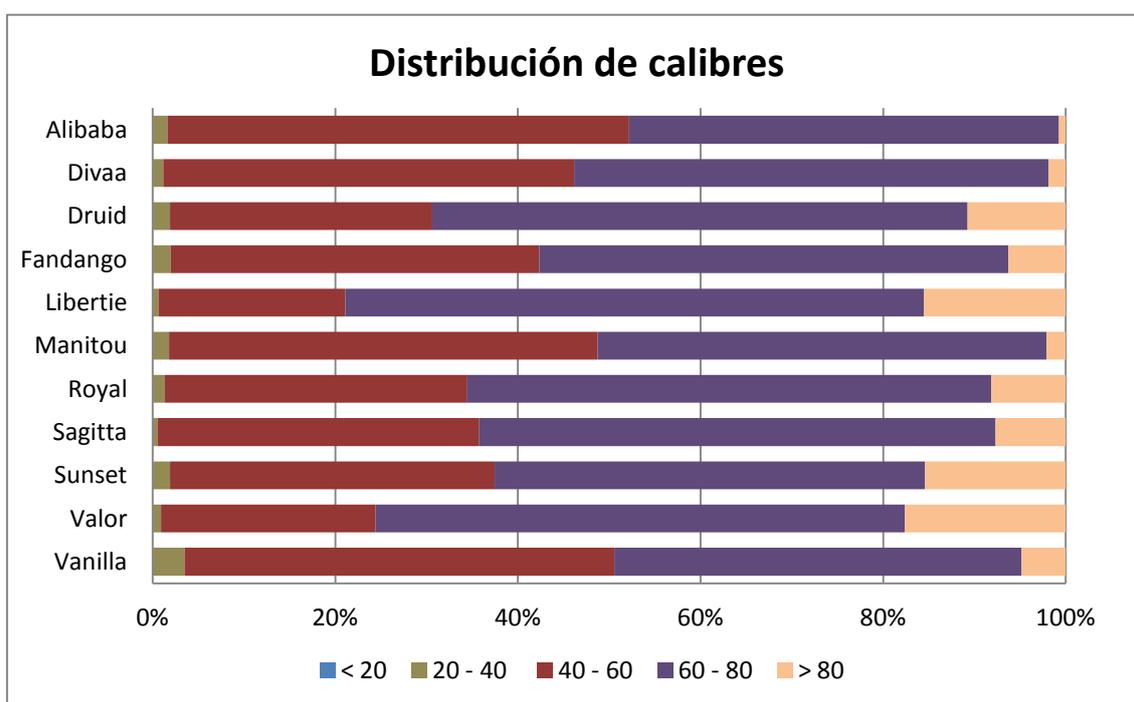
4.3.4. Calibrado de tubérculos

Los porcentajes que se muestran a continuación en la gráfica 4.4 corresponden al calibrado de los tubérculos, según los intervalos de calibres establecidos para este ensayo.



Imagen 4.15: Realización del calibrado.

Gráfico 4.4: Distribución de calibres de cada variedad.



En el gráfico 4.4 se muestran los calibres obtenidos durante el ensayo. En general, se obtuvieron calibres de tamaño grande, predominando aquellos entre los 60 y 80 mm, muy poca cantidad de papas con calibres en el entorno o por debajo de 40 mm. Valor, Libertie y Sunset obtuvieron entre un 15 y un 18% de calibres mayores de

80mm. Ningún cultivar tuvo tubérculos por debajo de 20 mm y con un porcentaje en calibres de 20-40 mm, muy bajo en todos, en torno a 1 - 2%

Pueden distinguirse claramente dos grupos según sus calibres: Valor, Druid, Sagitta, Royal y Libertie obtuvieron un claro dominio del calibre 60-80 mm, mientras que Alibaba, Divaa, Manitou y Vanilla presentaron un porcentaje similar de tubérculos con calibres 40-60 y 60-80 mm.

4.3.5. Porcentaje de materia seca

Los valores medios de materia seca obtenidos por las distintas variedades se presentan en el gráfico 4.5.

Se observa como las todas las variedades presentaron valores por encima del 20% de materia seca. Destacaron las variedades Sunset y Druid, con valores del 25,2 y 25% respectivamente o lo que es lo mismo, menos del 75% de agua. El valor más bajo de materia seca lo presentó la variedad Vanilla con un 20,5%. El resto de cultivares se varió entre el 21 y el 24%. En general las variedades más tempranas tuvieron porcentajes de materia seca más bajos, con las excepciones de Royal y Vanilla.

Gráfico 4.5: Porcentaje medio de materia seca de cada variedad.

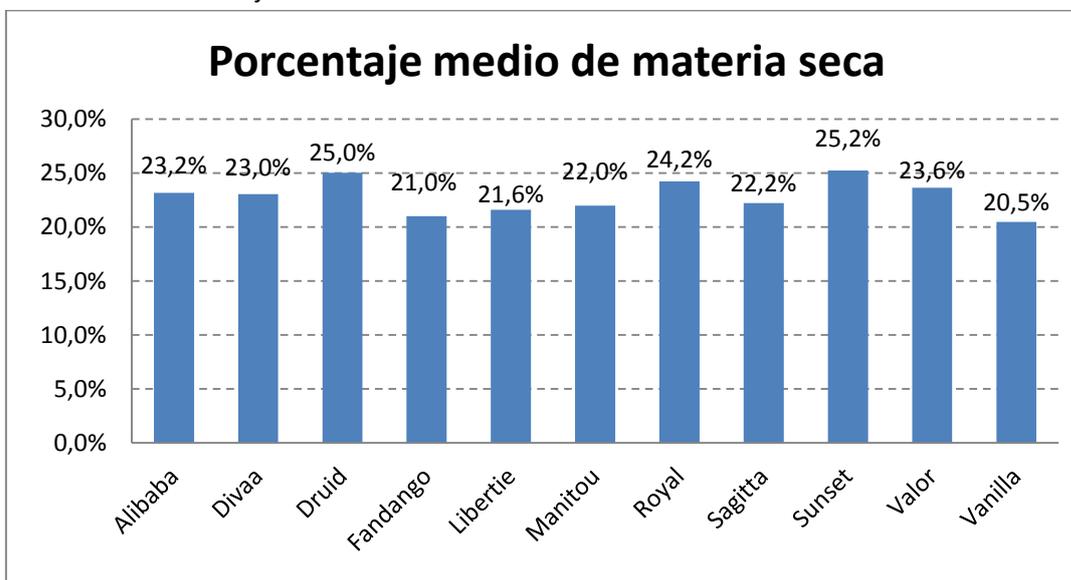




Imagen 4.16: Muestra para secar.



Imagen 4.17: Estufa convectiva.

4.4. Incidencia en plagas y enfermedades

En general no hubo incidencias significativas de plagas que afectasen a la producción. Sin embargo se ha de resaltar la presencia de rosca (*Agrotis* spp.) durante la emergencia hasta los 42 ddp. El daño causado fue el tronchamiento de algunos brotes y algunos daños en las hojas inferiores el ataque fue muy leve y no necesito tratamiento, se eliminaron los brotes y hojas de forma manual.



Imagen 4.18: Tronchamiento.



Imagen 4.19: Rosca alimentándose del tallo.

También se detecto la presencia de *Empoasca* spp. en el cultivo, ocasionando algún daño en la hojas. Esta plaga causa los daños al alimentarse con su aparato bucal, perforando la hoja y succionando la savia de la planta, provocando la aparición en las hojas de manchas amarillentas.



Imagen 4.20: Amarilleamiento producido por *Empoasca* spp.

En cuanto a enfermedades, el principal problema fue el mildiu (*Phytophthora infestans*), debido a las altas condiciones de humedad que se dieron durante el ensayo, por lo que se aplicaron fungicidas tanto para su prevención como para su control, Se observaron necrosis sobre las hojas y tallos.



Imagen 4.21: Síntoma de mildiu.



Imagen 4.22: Síntoma de mildiu.

En la recolección y postcosecha, se detectaron problemas con la sarna común (*Streptomyces scabies*) lo cual ocasionó daños en todas las variedades, aunque con diferente intensidad, siendo la causa mayor de destrucción del ensayo.



Imagen 4.23: Daños en Sagitta por sarna.



Imagen 4.24: Daños en Sunset por sarna.

4.5. Valoración organoléptica

Se realizó una cata a ciegas con las papas obtenidas en el ensayo, con el objetivo de evaluar la calidad organoléptica y su aptitud tanto para frito como guisado. Se realizó en La Casa de la Miel, El Sauzal, el día 21 de julio de 2017, bajo la organización y colaboración del Dr. Antonio Bentabol Manzanares (director de La Casa de la Miel). Para ello acudieron ocho catadores que completaron una ficha de cata en la que se evaluó diferentes criterios como: color, olor, textura, sensación organoléptica, sensación grasa/grasa y valoración global. Los resultados de la cata se muestran en la tabla 4.7, los resultados se valoraron de 0 a 10.

Tabla 4.7: Resultados medios obtenidos en la prueba de cata.

Variedad	Forma de cata			
	Guisadas		Fritas	
	Nº de orden	Puntuación	Nº de orden	Puntuación
Alibaba	5º	6,85	6º	7,03
Divaa	10º	5,76	7º	6,60
Druid	8º	6,04	5º	7,13
Fandango	4º	6,95	11º	5,18
Libertie	9º	5,79	10º	6,20
Manitou	2º	7,20	3º	7,44
Royal	6º	6,75	8º	6,48
Sagitta	1º	7,48	1º	7,78
Sunset	11º	5,44	4º	7,40
Valor	7º	6,28	9º	6,39
Vanilla	3º	6,98	2º	7,53



Imagen 4.25: Muestra para guisado.



Imagen 4.26: Muestra para frito.

- **Color:**

Para evaluar el aspecto se caracterizó inicialmente el color de la carne. Los valores fueron 1 para carne blanca y 10 para carne amarilla intensa. Se han valorado como variedades de carne color blanco cremoso en guisado a Libertie, Divaa, Royal, Druid y Valor, y como amarillas a Vanilla, Manitou, Alibaba, Fandango, Sagitta y Sunset. Mientras que para frito como variedades de color blanco cremoso se encuentran clasificadas Divaa, Druid, y Libertie, y con carne más amarillenta destacaron las variedades Vanilla, Manitou y Sagitta.

Tabla 4.8: Resultados medios de la valoración color de carne.

Color en guisado										
Alibaba	Divaa	Druid	Fandango	Libertie	Manitou	Royal	Sagitta	Sunset	Valor	Vanilla
7,5	4,4	5,1	6,8	4,0	7,6	4,9	6,7	6,5	5,1	8,3
Color en frito										
Alibaba	Divaa	Druid	Fandango	Libertie	Manitou	Royal	Sagitta	Sunset	Valor	Vanilla
5,3	4,4	5,0	6,8	5,5	7,9	6,6	7,7	7,3	5,7	8,4

- **Olor:**

Además se valoró el aroma de cada variedad. El catador valoró este carácter de 1 a 10, siendo 1 el valor para un aroma poco apetecible y 10 para el más apetecible. Como variedades con mejor aroma para guisado destacaron Alibaba, Manitou y Fandango y las menos apetecibles Vanilla y Libertie. En frito, las variedades Manitou, Sagitta y Sunset presentaron un mejor aroma y Fandango, Druid, Valor y Divaa. Fueron menos apetecibles por su aroma.

Tabla 4.9: Resultados medios de la valoración de olor.

Olor en guisado										
Alibaba	Divaa	Druid	Fandango	Libertie	Manitou	Royal	Sagitta	Sunset	Valor	Vanilla
6,9	5,9	6,2	6,5	5,6	6,7	6,1	5,7	6,2	6,1	5,4
Olor en frito										
Alibaba	Divaa	Druid	Fandango	Libertie	Manitou	Royal	Sagitta	Sunset	Valor	Vanilla
6,2	5,7	5,6	5,2	6,4	6,6	5,8	6,6	6,5	5,7	5,9

- **Textura:**

Para guisado los valores variaron desde 1 para papa aguada hasta 10 para seca. En líneas generales todas las variedades obtuvieron puntuaciones próximas a 5, por lo que no destacó ninguna por presentar una textura más aguada. Destacando Alibaba con una puntuación de 6,5 puntos fue clasificada como la variedad menos aguada.

Para la prueba en frito se estableció un valor de 1 para un carácter blando, hasta 10 para una textura muy crujiente. Los valores fueron más dispersos que en guisado, clasificando la variedad Fandango como blanda en frito y la variedad Sagitta como la más crujiente.

Tabla 4.10: Resultados medios de la textura.

Textura en guisado										
Alibaba	Divaa	Druid	Fandango	Libertie	Manitou	Royal	Sagitta	Sunset	Valor	Vanilla
6,5	5,6	4,9	4,9	4,4	4,4	5,0	4,8	5,0	5,8	5,4
Textura en frito										
Alibaba	Divaa	Druid	Fandango	Libertie	Manitou	Royal	Sagitta	Sunset	Valor	Vanilla
5,8	5,1	6,3	3,6	5,0	6,7	5,7	7,4	6,6	5,8	5,8

- **Sensación organoléptica global (SOG):**

Conjunto de paladar, olor y sabor; en este caso se determinó una valoración general de la papa, que podía variar entre muy mala, mala, aceptable, buena, muy buena y excelente. En la evaluación para guisado, la variedad Sagitta destacó sobre las demás, como muy buena, seguida de Manitou y Fandango como variedades buenas. Las peores valoradas para guisado, fueron Druid, Divaa y Alibaba.

En cuanto a preparación en frito, las puntuaciones fueron mejores que en la preparación como guisado, destacando las variedades Alibaba, Manitou, Druid, Sunset y Sagitta como las mejor valoradas, y como las peores Fandango, Vanilla y Libertie.

Tabla 4.11: Resultados medios de Sensación organoléptica global.

SOG en guisado										
Alibaba	Divaa	Druid	Fandango	Libertie	Manitou	Royal	Sagitta	Sunset	Valor	Vanilla
4,7	4,4	4,4	6,7	6,0	6,7	6,2	7,1	6,0	6,2	6,4
SOG en frito										
Alibaba	Divaa	Druid	Fandango	Libertie	Manitou	Royal	Sagitta	Sunset	Valor	Vanilla
7,2	6,4	6,9	5,3	5,8	6,9	6,1	6,7	6,8	6,3	5,7

- **Valoración final:**

La mayoría de catadores coincidieron en que, las variedades Sagitta, Manitou, Vanilla y Fandango superaron los 7 puntos, seguidos de Alibaba, en cuanto a papa guisada se refiere. Para papa frita, la mejor variedad fue Sagitta, seguido de Vanilla, Manitou y Sunset. Sagitta, Manitou y Vanilla consiguieron los mejores resultados globales tanto en guisado como en frito, con muy buenas puntuaciones. Las variedades que obtuvieron la más bajas puntuaciones globales, fueron Sunset en guisado y Fandango en frito.

En principio no se observó una buena correlación entre las puntuaciones de la cata en papa guisada o frita y el contenido de materia seca, pareciendo estar las variedades con menor contenido de materia seca, como la mejor puntuada.

4.6. Fichas varietales

4.6.1. Alibaba

Variedad de alto rendimiento. Produce tubérculos rojos de forma oval-alargados. Presenta una excelente aceptación para su uso como papa guisada. Floración de color rosado pálido.

Parentales: Desconocidos.

Maduración: Semitardía.

Forma del tubérculo: Oval-alargados

Color de la piel: Roja.

Color de la carne: Amarillo pálido.

Profundidad de la yema: Superficial.

Calidad de conservación: Buena.

Resistencia a la sarna: Baja.

Resistencia al mildiu aéreo: Media-baja.



Imagen 4.27: Tuberculos, variedad Alibaba.



Imagen 4.28: Flor, variedad Alibaba.



Imagen 4.29: Hoja, variedad Alibaba.



Imagen 4.30: Fruto, variedad Alibaba.

4.6.2. Divaa

Variedad de porte medio, presenta un rendimiento bajo. El tubérculo tiene una forma redonda-ovalada. Buena sensación organoléptica en frito. Floración de color violeta.

Parentales: Desconocidos.

Maduración: Temprana.

Forma del tubérculo: Redonda-ovalada.

Color de la piel: Amarilla.

Color de la carne: Amarillo pálido

Profundidad de la yema: Superficial.

Calidad de conservación: Buena.

Resistencia a la sarna: Alta

Resistencia al mildiu aéreo: Media.



Imagen 4.31: Tuberculos, variedad Divaa.



Imagen 4.32: Flor, variedad Divaa.



Imagen 4.33: Hoja, variedad Divaa.



Imagen 4.34: Fruto, variedad Divaa.

4.6.3. Druid

Variedad de porte medio-alto, con follaje denso y robusto, “tumbándose” a los cinco meses de cultivo. Su floración es de color blanco. Se trata de una variedad con alto rendimiento, con cierta irregularidad en sus calibres. El tubérculo es de una forma oval-redondeado. Presenta una buena aptitud para su uso en frito y en guisado. Además tiene resistente a virosis y a nematodos.

Parentales: Ulster Glade x A25/19.

Maduración: Tardía.

Forma del tubérculo: Oval-redondeado.

Color de la piel: Roja.

Color de la carne: Blanco cremoso.

Profundidad de la yema: Semiprofundos.

Calidad de conservación: Muy buena.

Resistencia a la sarna: Alta.

Resistencia al mildiu aéreo: Media-alta.



Imagen 4.35: Tuberculos, variedad Druid.



Imagen 4.36: Flor, variedad Druid.



Imagen 4.37: Hoja, variedad Druid.



Imagen 4.38: Fruto, variedad Druid.

4.6.4. Fandango

Varietal de porte medio, con un alto rendimiento. Esta variedad no desarrollo floración alguna durante el presentó del ensayo. El tubérculo tiene una forma oval-redondeada. Ofrece unas características aceptables para su utilización en frito y buenas para guisado. Tiene una alta resistencia frente al mildiu del tubérculo.

Parentales: Famosa x Cara.

Maduración: Tardía.

Forma del tubérculo: Oval-redondeado.

Color de la piel: Blanca.

Color de la carne: Amarillo claro.

Profundidad de la yema: Semiprofundos.

Calidad de conservación: Muy buena.

Resistencia a la sarna: Media.

Resistencia al mildiu aéreo: Media.



Imagen 4.39: Tuberculos, variedad Fandango.



Imagen 4.40: Hoja, variedad Fandango.

4.6.5. Libertie

Variedad de porte medio, con un elevado rendimiento. Desarrolló una floración de color violáceo. Los tubérculos son de forma oval-redondeados. Ofrece unas actitudes aceptables tanto para su uso en frito como en guisado.

Parentales: Desconocidos.

Maduración: Media.

Forma del tubérculo: Oval-redondeado.

Color de la piel: Blanca.

Color de la carne: Blanca.

Profundidad de la yema: Superficial.

Calidad de conservación: Buena.

Resistencia a la sarna: Alta.

Resistencia al mildiu aéreo: Media.



Imagen 4.41: Tuberculos, variedad Libertie.

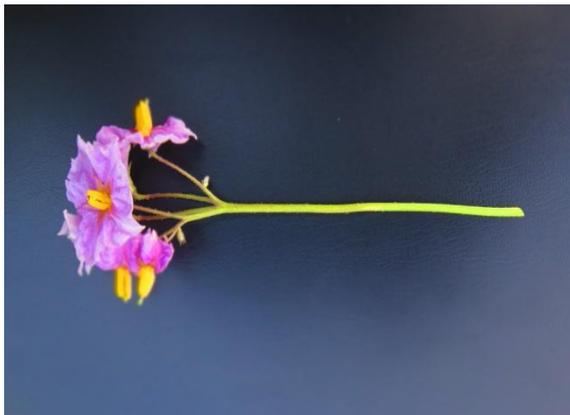


Imagen 4.42: Flor, variedad Libertie.



Imagen 4.43: Hoja, variedad Libertie.



Imagen 4.44: Fruto, variedad Libertie.

4.6.6. Manitou

Variedad de porte medio con hojas de tamaño medio. La flor es de color violeta. Los tubérculos son de forma oval-alargados. Presenta unas buenas características para su uso en frito.

Parentales: Desconocidos.

Maduración: Media.

Forma del tubérculo: Oval-alargado.

Color de la piel: Rosada-roja.

Color de la carne: Amarillo pálido.

Profundidad de la yema: Superficial.

Calidad de conservación: Buena.

Resistencia a la sarna: Alta.

Resistencia al mildiu aéreo: Media-baja.



Imagen 44.5: Tuberculos, variedad Manitou.



Imagen 4.46: Flor, variedad Manitou.



Imagen 4.47: Hoja, variedad Manitou.

4.6.7. Royal

Varietal de porte medio, floración de color blanco-violeta. Los tubérculos son de forma redonda-ovalada. Presenta unas buenas características para su uso en frito y en guisado.

Parentales: Desconocidos.

Maduración: Media.

Forma del tubérculo: Redondo-ovalado.

Color de la piel: Blanca.

Color de la carne: Amarillo brillante.

Profundidad de la yema: Superficial.

Calidad de conservación: Buena.

Resistencia a la sarna: Media.

Resistencia al mildiu aéreo: Baja.



Imagen 4.48: Tuberculos, variedad Royal.

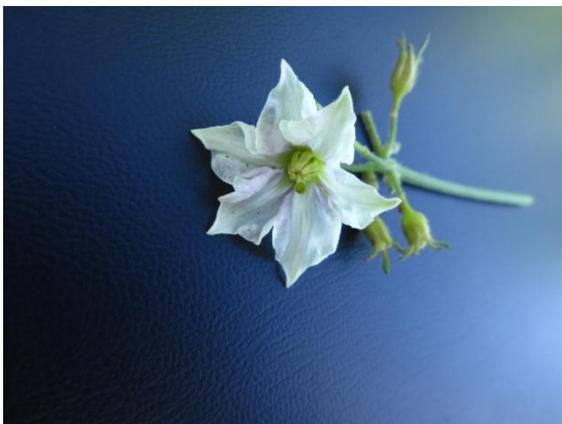


Imagen 4.49: Flor, variedad Royal.



Imagen 4.50: Hoja, variedad Royal.

4.6.8. Sagitta

Variación de elevado rendimiento que, presenta porte alto, y es muy frondosa. La floración es de color rosado pálido y violáceo. Los tubérculos son de forma oval-alargados. Ofrece unas excelentes características para su uso en frito y en guisado.

Parentales: Gallia x RZ-86-2918.

Maduración: Semitemprana.

Forma del tubérculo: Oval-alargados.

Color de la piel: Amarillo.

Color de la carne: Amarillo.

Profundidad de la yema: Superficial.

Calidad de conservación: Buena.

Resistencia a la sarna: Alta.

Resistencia al mildiu aéreo: Media-baja.



Imagen 4.51: Tuberculos, variedad Sagitta.

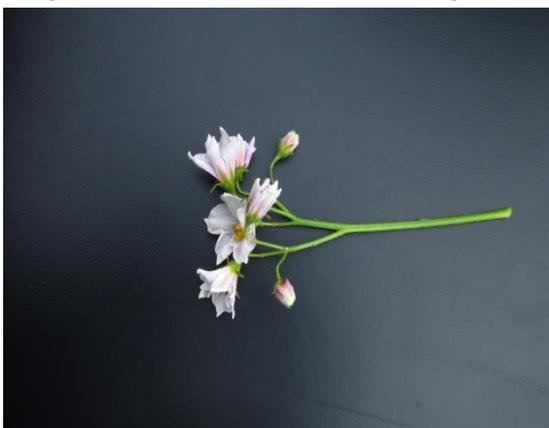


Imagen 4.52: Flor, variedad Sagitta.



Imagen 4.53: Hoja, variedad Sagitta.

4.6.9. Sunset

Varietal de elevado rendimiento que un, presenta porte alto, y es muy frondosa. La floración es de color rosado pálido y violáceo. Los tubérculos son de forma oval-alargados. Presenta una alta resistencia a nemátodos y al virus PVY. Ofrece unas buenas características para su uso en guisado y aún mejor en frito.

Parentales: L3097/144 x Desiree.

Maduración: Semitardía.

Forma del tubérculo: Oval-alargados.

Color de la piel: Roja.

Color de la carne: Amarillo pálido.

Profundidad de la yema: Superficial.

Calidad de conservación: Buena.

Resistencia a la sarna: Baja.

Resistencia al mildiu aéreo: Media.

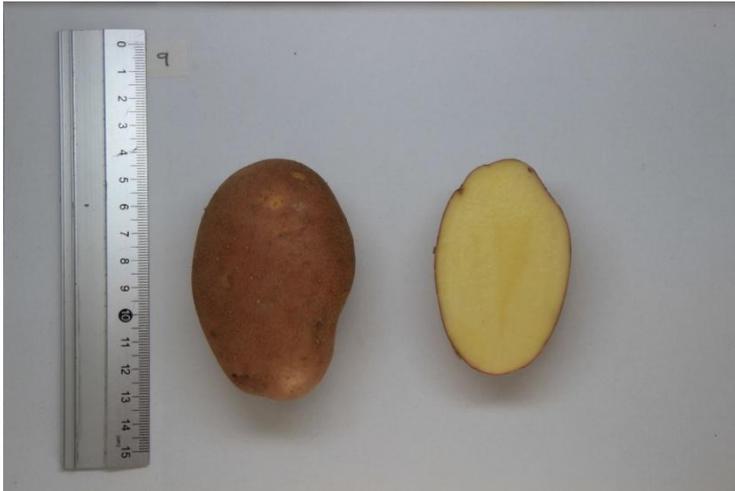


Imagen 4.54: Tuberculos, variedad Sunset.



Imagen 4.55: Flor, variedad Sunset.



Imagen 4.56: Hoja, variedad Sunset.

4.6.10. Valor

Varietal de alto rendimiento de porte medio, con hojas de tamaño medio, y floración de color rosado. Los tubérculos son redondo-ovalados, con yemas blancas semisuperficiales y en un número reducido, pudiendo presentar ciertos problemas con el corte. Presenta una resistencia media frente al mildiu aéreo y alta al mildiu del tubérculo. Ofrece unas buenas características para su uso en guisado y en frito.

Parentales: Desconocidos.

Maduración: Semitardía.

Forma del tubérculo: Redondo-ovalados.

Color de la piel: Blanca.

Color de la carne: Amarillo crema.

Profundidad de la yema: Superficial.

Calidad de conservación: Aceptable.

Resistencia a la sarna: Media.

Resistencia al mildiu aéreo: Media.



Imagen 4.57: Tuberculos, variedad Valor.



Imagen 4.58: Flor, variedad Valor.



Imagen 4.59: Hoja, variedad Valor.



Imagen 4.60: Fruto, variedad Valor.

4.6.11. Vanilla

Variedad de alto rendimiento que, presenta un porte medio-bajo y con tendencia rastrera. Sus flores son de color blanco. Los tubérculos son de forma redonda-ovalada. Buenas características para frito y guisado.

Parentales: Desconocidos.

Maduración: Semitardía.

Forma del tubérculo: Redondo-ovalados.

Color de la piel: Amarillo.

Color de la carne: Amarillo.

Profundidad de la yema: Semisuperficial.

Calidad de conservación: Buena.

Resistencia a la sarna: Media.

Resistencia al mildiu aéreo: Alta.



Imagen 4.61: Tuberculos, variedad Vanilla.



Imagen 4.62: Flor, variedad Vanilla.



Imagen 4.63: Hoja, variedad Vanilla.

V. CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

Con los resultados que se obtuvieron durante la realización de este ensayo se establece las conclusiones siguientes:

- 1) El porcentaje de marras del experimento fue muy bajo, próximo a cero.
- 2) Sunset, Druid y Valor son los cultivares que alcanzan un mayor porte, el resto, presentaron un porte medio-bajo sin llegar a ser rastrero.
- 3) Tres episodios de altas temperaturas (próximas a los 35°C), acortaron el ciclo de cultivo en todas las variedades por debajo de los 130 días.
- 4) Sunset fue el cultivar con una mayor duración de ciclo, en concreto 127 días, mientras que Fandango, Royal, Libertie, Divaa, Sagitta y Manitou apenas pasaron de los 100 días. El resto de cultivares estuvieron cerca de los 120 días.
- 5) El cultivar más productivo fue el testigo Druid, con 53 t/ha.
- 6) Libertie con una producción total de 52 t/ha fue productivamente muy similar al testigo. El cultivar que menor producción obtuvo fue Divaa con 37 t/ha.
- 7) En cuanto a la producción comercial, Druid y Libertie quedaron a la cabeza, con 49 y 47 t/ha, respectivamente, seguidos por Sagitta con 43 t/ha, sin diferencias estadísticas entre ellos. Sunset, y en menor medida Alibaba y Valor, tuvieron un fuerte descenso de la producción comercial debido a problemas de destrío por sarna.
- 8) Durante el ensayo, se observó la incidencia ciertas plagas y enfermedades, pero éstas no fueron significativas en los valores obtenidos de destrío.
- 9) La principal causa del destrío fue debida a la sarna común (*Streptomyces scabies*), y en segundo lugar los daños mecánicos. Los daños producidos por polillas fueron muy bajos, alcanzando un porcentaje máximo del 2%.
- 10) Al tratarse de una parcela algo pedregosa, los altos índices de destrío obtenidos en la recolección son debidos a una velocidad del tractor demasiado alta y a que las varillas de la cosechadora no estaban protegidas con caucho u otro material que amortiguase los golpes.
- 11) En cuanto a calibres, por lo general fueron grandes. Libertie y Valor tuvieron más del 60% de la producción con calibres mayores a 60 mm. Asimismo Valor presentó en torno al 20% de su producción con calibres mayores a 80mm. Alibaba, Divaa, Manitou y Vanilla tuvieron más del 45% de las papas con calibres comprendidos entre 40 y 60 mm.

- 12) En general los valores medios de materia seca obtenidos estuvieron por encima del 20%. Destacaron las variedades Sunset y Druid, con valores del 25,2 y 25% respectivamente.
- 13) Los cultivares que presentaron las mejores características organolépticas, tanto para frito como para guisado, fueron Sagitta, Manitou y Vanilla.
- 14) Libertie y Sagitta, entre los cultivares de piel blanca, y Manitou entre los de piel roja tuvieron un buen comportamiento productivo, con valores de producción similar a los del testigo, un ciclo más corto y resultados en la prueba de cata similares.

5. CONCLUSIONS

With the results obtained from this trial, the following conclusions can be made:

1. The percentage of failure in the nascence was very low, close to zero.
2. Sunset, Druid and Valor are the cultivars that reach a greater size, the rest, presented a medium-low bearing without becoming creeping.
3. Three episodes of high temperatures (close to 35 °C) shortened the crop cycle in all varieties below 130 days.
4. Sunset was the cultivar with the longest cycle duration, specifically 127 days, while Fandango, Royal, Libertie, Divaa, Sagitta and Manitou barely spent more than 100 days. The rest of cultivars were close to 120 days.
5. The most productive cultivar testing was Druid, with 53 t / ha.
6. Libertie with a total production of 52 t / ha was productively very similar to the control. The cultivar with the lowest production was Divaa with 37 t / ha.
7. In relation to commercial production, Druid and Libertie were the most productive cultivars with 49 and 47 t / ha, respectively, followed by Sagitta with 43 t / ha, without statistical differences between them. Sunset, and to a lesser extent, Alibaba and Valor, had a sharp decline in commercial production due to problems of destrío por mange.
8. During the trial, the incidence of several pests and diseases was observed, but these were not significant in the values obtained from waste.
9. The common mange (*Streptomyces scabies*) was the main cause of waste, and secondly the mechanical damages. The damages produced by moths were very low, reaching a maximum percentage of 2%.
10. Being a rather stony parcel, the high waste rates obtained in the harvest are due to a too high tractor speed and to the rods of the combine were not protected with rubber or other material that cushions the blows.
11. Regarding the sizes, they were usually large. Libertie and Valor had more than 60% of the production with sizes greater than 60 mm. Likewise, Value presented around 20% of its production with sizes greater than 80 mm. Alibaba, Divaa, Manitou and Vanilla had more than 45% of the potatoes with calibers between 40 and 60 mm.

12. In general, the average values of dry matter obtained were above 20%.The Sunset and Druid varieties stood out, with values of 25,2 and 25% respectively.
13. The cultivars that presented the best organoleptic characteristics, both for fried and stewed, were Sagitta, Manitou and Vanilla.
14. Libertie and Sagitta, among the white skin cultivars, and Manitou among the red skin cultivars had a good productive performance, with production values similar to those of the control, a shorter cycle and similar tasting test results.

VI. BIBLIOGRAFÍA

6. Bibliografía

ALONSO ARCE, F. *El cultivo de la patata*. 2ª Edición revisada y aumentada. Madrid: Mundi-Prensa, 2002.

ÁLVAREZ RIXO, J. A. *La papa: Memoria sobre su introducción, cultivo, importancia notable de su producto en estas, y recomendable cualidad para los navegantes por ser dicho tubérculo eficaz preservativo contra la enfermedad del escorbuto*. Gran Canaria, España. Boletín de la Real Sociedad de Amigos del País de las Palmas de Gran Canaria. 1868. Nº 67.68.73.

BELLO, A.; RÍOS MESA, D.; DÍEZ-ROJO, M.A.; LÓPEZ-PÉREZ, J.A.; ROBERTSON, L. *La patata en España. Historia y agroecología del tubérculo andino*. Madrid, España: Ediciones Doce Calles, S.L. 2008.

BRUSH, S.B; CARNEY, H.J. y Z. HUAMAN. *Dynamics of Andean potato agricultura*. New York, EE.UU. *Economic Botany*, 1981, Nº 35:70-88.

CASAÑAS, R RODRICO, E.M. y C. DÍAZ. *La papa en Tenerife. Historia, fisiología, taxonomía, importancia económica, composición química y valor nutritivo*. Tenerife, España. Departamento de Química Analítica, Nutrición y Bromatología. Universidad de La Laguna. 2003, p. 119.

CASAS CASTRO, A.; CASAS BARBA, E. *El análisis de suelo-agua-planta y su aplicación en la nutrición de los cultivos hortícolas en la zona del Sureste Peninsular*. 2ª edición. Almería, España. Caja Rural de Almería, 1999, p. 249.

CRUZ CRESPO, B.; DÍAZ GONZÁLEZ, C.; RÍOS MESA, D.; SANTOS COELLO, B.; TRUJILLO GARCÍA, E. *Ensayo de variedades de papa. Ciclo corto*. Información Técnica, Consejería Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas. Gobierno de Canarias, Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural Cabildo de Tenerife, 2009.

CRUZ CRESPO, B.; DÍAZ GONZÁLEZ, C.; RÍOS MESA, D.; SANTOS COELLO, B.; TRUJILLO GARCÍA, E. *Ensayo de variedades de papa. Ciclo corto*. Información Técnica, Consejería Agricultura, Ganadería, Pesca y Aguas. Gobierno de Canarias, Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural Cabildo de Tenerife, 2011.

CRUZ ROMERO, G. *Evaluación de la calidad de agua de riego*. Valencia, España. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Departamento de Química. Universidad Politécnica de Valencia, 1988.

DÍAZ GONZÁLEZ, C.; RÍOS MESA, D.; SANTOS COELLO, B. *Ensayos de variedades de papa blanca*. Información técnica. Tenerife, España: Servicio de Agricultura, Excmo. Cabildo Insular de Tenerife, 2013, p. 12.

DÍAZ GONZÁLEZ, C.; RODRÍGUEZ LÓPEZ, C; COELLO TORRES, A.; SANTOS COELLO, B. *Ensayos de variedades de papa blanca*. Información técnica. Tenerife, España: Servicio de Agricultura, Excmo. Cabildo Insular de Tenerife, 2007, p. 12.

DÍAZ GONZÁLEZ, C.; RODRÍGUEZ LÓPEZ, C; COELLO TORRES, A.; SANTOS COELLO, B. *Ensayos de variedades de papa blanca*. Información técnica. Tenerife, España: Servicio de Agricultura, Excmo. Cabildo Insular de Tenerife, 2008, p. 10.

DOYLE, E. *Tratado sobre cultivo, uso y utilidades de las patatas o papas*. 2ª Edición. Madrid: Imprenta Real Madrid, 1797.

ENEGEL, F.A. Exploration of the chílca canyon. *Current Anthtopology*, 1970, vol. 11, p 55-58.

FAOSTAT. *Servicio de datos estadísticos de la Food and Agriculture Organization of the United Nations* [en línea]. [Fecha de consulta: 8 de mayo 2018]. Disponible en internet en: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/S>

GIL, J. *El cultivo tradicional de la papa en la isla de Tenerife*. España: Ed. Asociación Granate, 1997, p. 160.

GONZÁLEZ HERRERO, F. *Producción de patatas: consideraciones sobre su cultivo y su conservación*. Libro de Actas del Congreso Iberoamericano de Investigación y Desarrollo en Patata, España, 2000.

GRUN, P.C. OCHOA y D. CAPABLE. Evolution of cytoplasmic factors in tetraploid cultivated potatoes. *American Journal of Botany*, 1977, vol. 64, nº4, p 412-420.

HAWKES, J.G. A revision of the tuber-bearing Solanums. *American Journal of Botany*, 1963, vol. 18 p. 76-181

HAWKES, J.G. *Biosystematics of the potato*, The Potato Crop. P.M. HARRIES, Reino Unido, Chapman and Hall, 1978, p. 13-64.

HAWKES, J.G. y J. FRANCISCO-ORTEGA. The early history of the potato in Europe. *Euphytica*, 1993, nº70, p. 1-7.

HAWKES, J.G. The potato: Evolution, Biodiversity and Genetic Resources. *Belhaven Press*, 1990, p. 259.

HAWKES, J.G. *History of the potato*. HARRIS, P.M. (de) The Potato Crop. Chapman and May. Londres. 1992, p. 1-11.

HAWKES, J.G. y J. FRANCISCO-ORTEGA. The potato in Spain during the late 16th Century. *Economic Botany*, 1992, nº46, p. 86-97

HAWKES, J.G. *La papa, ejemplo de biodiversidad*. Conferencias y Mesas Redondas de la I Semana de la Papa Canaria de Color. Tenerife, España, Tacoronte, E. Asociación para la Promoción y Conservación de la Antigua Alhóndiga de Tacoronte, 1998, p. 13-17.

HERNÁNDEZ ABREU, J.M.; MASCAREL INTA, J.; DAUTE MÍNGUEZ, S.; PÉREZ REGALADO, A.; SANTANA OJEDA, J.L.; SOCORRO MONZÓN A.R. *Seminario sobre interpretación de análisis químicos de suelos, agua y plantas*. Centro Regional de Extensión Agraria, 1980.

HORTON, D. Potatoes. Production, Marketing and Programs for Developing Countries. *London: IT Plublication*, 1987, p. 224.

JUSCAFRESA, B. *La patata, su cultivo*. Barcelona: Editorial Aedos, 1982.

LEVY, D. *The Response of Potatoes to Salinity: Plant Growth and Tuber Yields in the Arid Desert of Israel*. *Ann. Appl. Biol*, 120, 1992, p. 728-732.

LOBO-CABRERA, M. *El comercio canario europeo bajo Felipe II*. Funchal, Portugal. Viceconsejería de Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias y Secretaría Regional de Turismo, Cultura y Emigración del Gobierno Regional de Madeira, 1988.

LÓPEZ DE GÓMARA, F. *Primera y Segunda Parte de la Historia General de las Indias con todo el descubrimiento y cosas notables que han acaecido desde que se ganaron hasta el año de 1551. Con la conquista de México de la Nueva España*. Zaragoza: Agustín Millán, 1552.

LOPEZ LINAGE, J. y L. MASSON MEISS. *La papa en España: historia y agroecología del tubérculo andino*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Centro de publicaciones, 2008, p. 338.

LUJÁN CLAURE, L. *Historia de la papa*. Órgano informativo de la Federación Colombiana de Productores de Papa, FEDEPAPA, 1996, nº16.

MAROTO, J.M. *Horticultura herbácea especial*. 5ª Edición. Madrid: Mundi-Prensa, 2002.

MARRERO, A. *Cultivares tradicionales de papas de Canarias: La otra biodiversidad* [en línea]. [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2018]. Disponible en internet en: http://www.rinconesdelatlantico.com/num4/35_papas.html

MARTINS, F.R. *New archaeological techniques for the study of ancient crop in Peru*. D. Thesis, University of Birmingham, Reino Unido, 1976.

NIVAP. *Catálogo holandés de variedades de patatas* [en línea] [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2018]. Disponible en internet en: http://www.nivaa.nl/es/sobre_patatas/cat%ellogo_de_siembra

OCHOA, C.M. *El germoplasma de papa en Sudamérica*. En *Prospects for the potato in the developing world*. Centro Internacional de la papa. Lima, Perú, 1972, p. 68-84.

PRAT MONGUIÓ, S.; AMADOR ESPINOSA, V. *Caracterizació d' una nova proteïna de Solanum tuberosum, PHOR1, involucrada en la via de senyztació de les giberl-lines*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona, 2002.

PEPSUR MARKETING S.L. *Catálogo de variedades de patata* [en línea]. [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2018]. Disponible en internet en: http://www.pepsur.com/html/2411_PEPSUR_MARKETING_SL/files/2942_Varietades%20PEPSUR.pdf

PÍO PEREZ, A. *Caracterización morfológica preliminar de la colección secundaria de papas locales del centro de conservación de la biodiversidad agrícola de Tenerife*. Proyecto final de carrera. Tenerife, España. Centro Superior de Ciencias Agrarias. Universidad de La Laguna. 2007.

REDONDO ZAERA, M. *La papa. El cultivo social por excelencia en horas bajas* [en línea]. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2018]. Disponible en internet en: http://www.rinclesdelatlantico.com/num4/36_lapapa.html

RÉGULO PÉREZ, J. El cultivo de las papas en Canarias. *El Día*, 9 de junio de 1973, p. 10-17.

RÍOS MESA, D.; SUÁREZ ENCINOSO, T.; HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, D. y B. SANTOS COELLO. *Ensayos de variedades de papa blanca*. Información técnica. Tenerife, España: Servicio de Agricultura, Excmo. Cabildo Insular de Tenerife, 1999, p. 29.

RÍOS MESA, D.; GHISLAIN, M.; RODRÍGUEZ, F. y SPOONER, D. What is the origin of the European Potato? Evidence from Canary Landraces. *En Crop Science*. Madison, EE.UU. Mayo-Junio 2007, nº47, p. 1271-1278.

RODRÍGUEZ BRITO, W. *La papa*. La agricultura de exportación en Canarias (1940-1980). España, Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca del Gobierno de Canarias, 1986.

RODRÍGUEZ BRITO, W. *Canarias: agricultura y ecología*. España: Centro de la Cultura Popular Canaria. Gobierno de Canarias, 1992.

RODRÍGUEZ CAÑADAS, X. *El cultivo de la papa temprana en Tenerife. Ensayo de clones y variedades comerciales*. Trabajo final de carrera. Tenerife, España: Centro Superior de Ciencias Agrarias. Universidad de La Laguna, 1999.

RODRÍGUEZ ROSADO, G. *Ensayo comparativo de 12 cultivares comerciales de papa en el municipio de San Cristóbal de La Laguna*. Trabajo final de carrera. Tenerife, España: Centro Superior de Ciencias Agrarias. Universidad de La Laguna, 2009.

ROUSELLE, P.; ROBERT, Y.; CROSNIER J. C. *La patata*. 1ª Edición. Madrid: Ed. INRA-Mundi-Prensa, 1999.

SALAMAN, R. N. The History and Social Influence of the Potato. *Cambridge University Press*, Reino Unido, 1949, p. 685.

SÁNCHEZ-MANZANO SUÁREZ, F. *La Laguna 1800-1860: Un estudio de historia agraria*. Memoria de licenciatura. Facultad de Geografía e Historia. Universidad de La Laguna. 1984.

SPIRE D.; ROUSSELLE P.; ROBERT T. y J. C. CROSNIER. *Origen sociohistórico. La patata*. Madrid, Ed. INRA/Mundi-prensa, 1990.

SUÁREZ, T.; CALZADILLA, T. y D. RÍOS. *El abonado de la papa*. Información técnica. Tenerife, España: Servicio de Agricultura, Excmo. Cabildo Insular de Tenerife, 1997, p. 4.

TRUJILLO GARCÍA, E.; PERERA GONZÁLEZ, SANTIAGO. *Guía de lucha contra las plagas y enfermedades de la papa*. Información técnica. Tenerife, España: Servicio de Agricultura, Excmo. Cabildo Insular de Tenerife, 2005.

TRUJILLO GARCÍA, E.; PERERA GONZÁLEZ, S. *Plagas y enfermedades de la papa. Identificación y control*. Información técnica. Tenerife, España: Servicio de Agricultura, Excmo. Cabildo Insular de Tenerife, 2011.

UGENT, D. The potato in Mexico: Geography and primitive cultura. *Economic Botany*, 1968, vol. 22, nº2, p. 109-123.

VAVILOV N. I. *Estudios sobre el origen de las plantas cultivadas*. Ed. ACEM AGENCY, Argentina, 1951.

VIERA Y CLAVIJO J. *Diccionario de historia natural de las Islas Canarias*. Excma. Mancomunidad de Cabildos de Las Palmas, Las Palmas de Gran Canaria, 1866.

ZUBELDIA LIZARDUY, A.; LÓPEZ-CAMPOS, G. y A. SAÑUDO-PALAZUELOS. *Estudio, descripción y clasificación de un grupo de variedades primitivas de patata cultivadas en las Islas Canarias*. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas, 1955, vol. XV, Cuaderno 225, nº 33, p. 287-324.

VII. Apéndices

APÉNDICE 1

Resultado del análisis de agua



CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 Instituto de Productos Naturales y Agrobiología de Canarias
 Apartado de Correos, s/n.
 LA LAGUNA (TENERIFE)



Ua
 C.I.F. Q2818002D
 922256847 (ext. 270-289)
mfernandez@ipna.csic.es, mercedes@ipna.csic.es

DESCRIPCION				
Dirección: Carretera general de Geneto 2, 38071, La Laguna. Parcela: Panasca 2. Solicitante: Jenirett Díaz García. Procedencia de la muestra: agua de galería (canal del norte). Fecha: 24/03/2017.				
Conductividad CE (25 °C).....950 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pH.....8.5				
CATIONES	meq/l	ANIONES	meq/l	Observaciones
Calcio (Ca^{2+})	0.78	Carbonato (CO_3^{2-})	0.72	Presenta 5 ppm de Nitratos
Magnesio (Mg^{2+})	3.8	Bicarbonato (HCO_3^-)	6	
Sodio (Na^+)	4.3	Sulfato (SO_4^{2-})	1.2	
Potasio (K^+)	0.55	Cloruro (Cl)	1.5	

APÉNDICE 2

Resultado del análisis de suelo

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 Instituto de Productos Naturales y Agrobiología de Canarias
 LA LAGUNA (TENERIFE). C.I.F. Q2818002D
 922256847 (ext. 270-289)
mfernandez@ipna.csic.es, marceadas@ipna.csic.es

NOMBRE: Alumnos Sergio González Padrón
 TELÉFONO:
 CULTIVO: papas
 LOCALIDAD: San Cristóbal de La Laguna
 FECHA: 31 Marzo 2017



ANÁLISIS DE SUELO

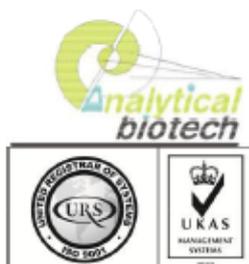
Muestra	FERTILIDAD				SALINIDAD												
	pH	% M.O.	ppm. P ₂ O ₅	Ext. Ac. NH ₄ pH = 7 meq/100gr.	EXTRACTO SATURADO												
					meq/L.							% Sat.	CE (25°) S.A.T (mS/cm)				
Panasca 2	7.2	2	176	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺			CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	40

Textura

Panasca 2: 41 %Arcilla, 29 % Limo, 30% Arena. Arcillosa.

APÉNDICE 3

Resultado del análisis de nemátodos



Parque Científico y Tecnológico de Tenerife
Innovaparc ULL Torre Prof. Agustín Arévalo, 5ª
planta, local 12
Nº 61, Avda. de La Trinidad CP. 38204 –
San Cristóbal de La Laguna S/C de
Tenerife Tfno. 620 854 993

analyticalbiotech@infulab.com

INFORME DE RESULTADOS

Número de informe: ABR17-089
Número de presupuesto: ABP16-026 / ABP16-027

Vía de solicitud: Telefónica. Fecha de toma de muestra: -
Fecha de recepción: 24/03/2017
Fecha de comienzo del análisis: 27/03/2017
Fecha final del análisis: 03/04/2017
Fecha de envío del informe: 06/04/2017

Datos del cliente

Empresa/Universidad/Dpto.: Universidad de La Laguna
Dirección: Avda. Astrofísico Francisco Sánchez, 3, 38206 - San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife.
Tfno.: 922 256 847/ 922260 112.
Fax: 922 260 135.
Persona de contacto: D. Mercedes Hernández González
Email: mercedeshg73@hotmail.com

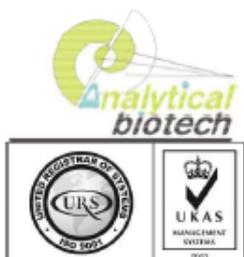
Datos del Muestreo/muestra

Nº de muestras: 1
Tipo de muestras: Suelo.
Punto de muestreo: -
Fecha de inicio: -
Fecha de finalización: -
Personal de muestreo: La toma de las muestras fue realizada por el personal del IPNA.
Parámetros a analizar: Nematodos.

Parámetros del análisis

Muestra	Parámetros	Resultados (Nem/100g)	Método
TF240317-4 (Panasca 2)	Nematodos	<1 (Ausencia)	Tamizado/Flotación

Analytical Biotech es una marca comercial de Instrumentación y Fungible de Laboratorio S.L. con CIF B 38957759



Parque Científico y Tecnológico de Tenerife
Innovaparc ULL Torre Prof. Agustín Arévalo, 5ª
planta, local 12
Nº 61, Avda. de La Trinidad CP. 38204 –
San Cristóbal de La Laguna S/C de
Tenerife Tfno. 620 854 993

analyticalbiotech@infulab.com

Observaciones

No se detectaron nematodos en la muestra analizada.

2

Dr. Néstor Abreu Acosta
Director Técnico
Director de Calidad

Lcda. Estefanía Abreu Yanes
Responsable Laboratorio

Fecha: 06 de abril de 2017

Analytical Biotech
PCTT, Torre Agustín Arévalo, 1ª
5ª, local 12, Avda. La Trinidad, 61
38204, La Laguna, Tenerife.
Tfno: 620 854 993

APÉNDICE 4

Resultado del análisis estadístico

Statistix 10,0
7:16:31

Análisis estadístico...; 21/11/2017;

LSD All-Pairwise Comparisons Test of Prodtotal for Variedad

Variedad	Mean	Homogeneous Groups
Druid	35,410	A
Libertie	34,643	A
Sagitta	32,660	AB
Alibaba	32,450	AB
Fandango	31,250	AB
Royal	30,510	B
Manitou	28,550	B
Valor	27,850	B
Vanilla	27,167	B
Sunset	26,983	BC
Divaa	24,700	C

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 5,2384
Critical T Value 2,086 Critical Value for Comparison 10,927
There are no significant pairwise differences among the means.

LSD All-Pairwise Comparisons Test of ProdCom for Variedad

Variedad	Mean	Homogeneous Groups
Druid	32,423	A
Libertie	31,400	A
Sagitta	28,227	AB
Fandango	25,333	AB
Manitou	23,900	AB
Royal	21,843	B
Alibaba	21,600	B
Divaa	20,783	B
Vanilla	20,500	B
Valor	18,983	BC
Sunset	11,050	C

Alpha 0,05 Standard Error for Comparison 4,4872
Critical T Value 2,086 Critical Value for Comparison 9,3602
There are 3 groups (A, B, etc.) in which the means
are not significantly different from one another.

