

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA Y APTITUD POSTCOSECHA DE
CINCO CLONES Y TRES VARIEDADES NACIONALES DE PAPA

por

Sheila OLIVERA ACOSTA

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniera Agrónoma

MONTEVIDEO
URUGUAY
2021

Tesis aprobada por:

Directora: -----
Ing. Agr. (Dra.) Paula Colnago

Ing. Agr. (Dra.) Fernanda Zaccari

Ing. Agr. (Dr.) Pablo González

Ing. Agr. (Dr.) Francisco Vilaró

Fecha: 23 de diciembre de 2021

Autora: -----
Sheila Olivera

AGRADECIMIENTOS

A Paula Colnago, Fernanda Zaccari, Pablo González quienes guiaron y acompañaron el trabajo.

A Francisco Vilaró quien es parte del proyecto y parte del tribunal de esta tesis.

A Natalia y Quito quienes han colaborado en el trabajo de campo y a todos/as los/as que fueron parte del proyecto CSIC en el que se enmarca la tesis que de alguna manera han colaborado en esta tesis.

A los amigos/as y familia por el apoyo constante y acompañamiento en este largo proceso. En especial a mi compañero Santiago quien me ha apoyado incondicionalmente.

A la Asociación de estudiantes de Agronomía que me ha enseñado mucho y me ha dado oportunidades en este camino.

A todos los que de una u otra forma contribuyeron para concretar este objetivo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. IMPORTANCIA SOCIO-ECONÓMICA DEL CULTIVO DE PAPA.....	2
2.2. FISIOLOGÍA Y MANEJO DEL CULTIVO.....	3
2.2.1. <u>Importancia de la calidad de tubérculos semilla</u>	5
2.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL PAÍS	6
2.3.1. <u>Principales enfermedades que afectan el cultivo</u> ..	7
2.3.1.1. Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>).....	7
2.3.1.2. Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>).....	8
2.3.1.3. Virus.....	9
2.4. ATRIBUTOS DE CALIDAD DE PAPA.....	11
2.5. LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CANELONES Y PRINCIPALES DESAFÍOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA.....	13
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	14
3.1. LUGAR DEL ENSAYO.....	14
3.2. MATERIALES EVALUADOS.....	14
3.3. INSTALACIÓN DEL CULTIVO.....	16
3.4. VARIABLES MEDIDAS EN EL CULTIVO, EN LA PLANTA Y EN LOS TUBÉRCULOS.....	17
3.4.1. <u>Crecimiento del cultivo, hábito de crecimiento y vigor de la planta</u>	17

3.4.2.	<u>Rendimiento</u>	19
3.4.3.	<u>Evaluaciones de las enfermedades</u>	19
3.4.4.	<u>Almacenamiento</u>	20
3.4.4.1.	Pérdida de peso acumulada.....	21
3.4.5.	<u>Atributos de calidad</u>	21
3.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO....	22
3.6.	CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LA ESTACIÓN DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO.....	25
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	27
4.1.	CARACTERIZACIÓN DE LOS CLONES.....	27
4.1.1.	<u>Evaluaciones durante el crecimiento del cultivo</u>	27
4.1.2.	<u>Rendimiento de los diferentes clones</u>	30
4.1.3.	<u>Incidencia y severidad de plagas y enfermedades</u>	33
4.1.3.1.	Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>).....	33
4.1.3.2.	Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>).....	36
4.1.3.3.	Virus.....	39
4.1.4.	<u>Atributos de calidad</u>	41
4.1.4.1.	Condiciones ambientales de almacenamiento.....	41
4.1.4.2.	Evolución de pérdida de peso acumulada de los clones almacenados.....	43
4.1.4.3.	Evolución del Peso específico (PE) y contenido de Materia Seca (MS) a lo largo del período de evaluación.....	48
4.1.4.4.	Evaluación del color de piel y pulpa de los diferentes clones.....	50
4.1.4.5.	Evaluación visual de los diferentes clones.....	53
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	56
6.	<u>RESUMEN</u>	58
7.	<u>SUMMARY</u>	59

8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	60
9.	<u>ANEXOS</u>	67

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Enfermedades del cultivo de papa.....	7
2. Características de las variedades utilizadas.....	15
3. Dormición y color de piel de clones incluidos en el ensayo.....	16
4. Análisis del suelo donde se instaló el ensayo.....	16
5. Fertilización base del cultivo.....	17
6. Precipitaciones y temperatura media durante la estación de crecimiento del cultivo.....	26
7. Emergencia, hábito de crecimiento, vigor de la planta, floración y senescencia de los clones evaluados y variedades testigo.....	28
8. Rendimiento según categoría.....	30
9. Número de multiplicaciones, dormición, edad fisiológica de la semilla y rendimientos obtenidos	32
10. Severidad de <i>Phytophthora infestans</i> , cultivo de papa	34
11. Severidad acumulada de <i>Alternaria solani</i> en cultivo de papa.....	37
12. Proporción de plantas con virus por clon.....	39
13. Pérdida de peso acumulada de clones y variedades de papa en cuatro momentos del almacenamiento.....	44
14. Materia seca y peso específico de los diferentes genotipos a cosecha, fin de curado y almacenamiento de los tubérculos.....	49
15. Luminosidad, tono y croma del color de piel y pulpa de los diferentes clones evaluados.....	51
16. Evaluación participativa de las características externas e internas de la papa para los diferentes clones.....	53

Figura No.

1.	Modelo teórico de evolución de índice de área foliar y peso seco de tubérculos en cultivos de papa.....	5
2.	Escala de hábito de plantas.....	18
3.	Escala de vigor de las plantas.....	18
4.	Tubérculos almacenados.....	20
5.	Diseño del ensayo a campo.....	24
6.	Grado de afección del clon 11007 por el virus PLRV.....	30
7.	Proporción de tubérculos de tamaño mediano, grande y semilla según clones.....	33
8.	Progreso de la enfermedad de <i>Phytophthora infestans</i> de cada clones.....	35
9.	Progreso de la enfermedad de <i>Alternaria solani</i> en los diferentes clones.....	38
10.	Evolución del número de plantas con síntomas de virus.....	40
11.	Arriba. Temperatura media durante el periodo de almacenamiento de los clones evaluados. Abajo. Humedad relativa media durante el periodo de almacenamiento de los clones en evaluación.....	42
12.	Evolución de pérdida de acumulado de los diferentes clones en evaluación.....	45
13.	Proporción de pérdida de peso por causa de deshidratación y pudrición según clon.....	47
14.	Genotipos estudiados (forma, color de piel y pulpa) cosecha otoño 2019.....	54

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de papa presenta el mayor consumo en mercado doméstico en términos de volumen. Dadas las características climáticas del país es posible realizar 2 ciclos del cultivo al año, en primavera y otoño y por lo general los productores implementan el cultivo en ambas zafras. La zafra 2018- 2019 presentó el máximo rendimiento histórico del cultivo; 23,7 Mg/ha en otoño y 22,6 Mg/ha en primavera, alcanzando una producción total estimada de 100000 toneladas, de las cuales se comercializaron 60000 toneladas en el mercado local (MGAP. DIEA, 2019a).

En Uruguay existen variedades nacionales creadas por el Programa de mejoramiento genético del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). El programa ha generado materiales con dormición corta y media con el fin de que se adapte a doble ciclo anual, permitiendo además a los productores multiplicar su propia semilla, favoreciendo el mercado local. Es importante ajustar la gestión de los cultivos en lo que refiere a fechas de siembra, fertilización, manejo de enfermedades y plagas, fecha de quema o eliminación de follaje, así como también la gestión del almacenamiento y seguimiento del estado fisiológico de los tubérculos a sembrar para obtener semilla de alta calidad sanitaria y estado de brotación adecuado para cada temporada. Las variedades de dormición corta se adaptarían a sistemas de producción con áreas limitadas de cultivo. La adopción de variedades nacionales y su multiplicación permitiría reducir el costo del cultivo en forma significativa, mejorando la competitividad en sistemas de producción familiar (Colnago et al., 2019).

De acuerdo con la problemática mencionada anteriormente surge el proyecto CSIC “Mejora de la sostenibilidad del cultivo de papa en sistemas de producción familiar de Canelones”, que tuvo como objetivo general mejorar la competitividad y sostenibilidad del cultivo de papa en productores familiares, promoviendo su inserción en cadenas comerciales organizadas. Esta tesis se realizó en el marco de dicho proyecto, durante la zafra de otoño de 2019 y considerando su conservación hasta la fecha de siembra del cultivo de primavera.

El objetivo del trabajo fue caracterizar y evaluar el comportamiento agronómico de cinco clones y tres variedades nacionales de papa en las etapas de campo y almacenamiento.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. IMPORTANCIA SOCIO- ECONÓMICA DEL CULTIVO DE PAPA

El cultivo de papa es originario de los Andes en América del Sur y fue domesticado en el lago Titicaca entre Perú y Bolivia. Es el cuarto alimento en importancia en cuanto a producción y consumo en el mundo (FAO, 2016).

Los pequeños productores en estos centros de origen se encargan de conservar la diversidad genética del cultivo manteniendo la semilla, realizando selección y permitiendo la adaptación a diversas condiciones climáticas. Su adaptación abarca diferentes altitudes, temperaturas y suelos, permitiendo la siembra en más de 100 países. Por lo mencionado anteriormente es el cuarto alimento en importancia en cuanto a producción y consumo en el mundo siguiendo a maíz, trigo y arroz (Borba, 2008).

En comunidades andinas es común el intercambio de papas en ferias y entre las familias para conservar la diversidad y mantener el flujo genético. En estas comunidades el cultivo es fundamentalmente para autoconsumo. Existe variabilidad de tubérculos en cuanto a tamaño, color, forma y textura. Estas características determinan el destino y la aptitud de uso que tendrá cada cultivar de papa; horno, hervida, frita o deshidratada (Borba, 2008). Este cultivo presenta tubérculos con 15 a 26 g de carbohidratos cada 100 g de papa, por lo que es un alimento de alto valor energético con un aporte de 0,46 a 2,2 g de proteínas (Zaccari et al., 2018).

Por la ubicación del país, 30° y 35° de latitud Sur, con costa en el Río de la Plata y el litoral Atlántico, es posible realizar 2 ciclos de cultivo por año ubicados en zonas con tierras aptas y condiciones ecológicas para su desarrollo. Es el principal cultivo hortícola en área y volumen de producción y se destina en su mayoría al mercado interno. Solo en algunas ocasiones de alta producción se envía a Argentina y Brasil. El consumo per cápita por año corresponde a 40 kg de papa (González et al., 2019).

Existen 3 zonas de producción en el país, Sur, Este y Norte. Estas zonas presentan diferentes condiciones para la producción del cultivo, permitiendo la oferta de papa durante todo el año. La principal zona productora es el Sur del país, San José y Canelones, representando el 89 y 82% del área sembrada para las zafas de otoño y de primavera respectivamente. En el Este, representado por los departamentos de Maldonado y Rocha, se siembra un 10% y 14 %, en otoño y primavera respectivamente, mientras que en Salto, Tacuarembó y Rivera (zona Norte) se siembra 1 % de la superficie en otoño y 4% en primavera (MGAP. DIEA, 2019b).

Tacuarembó produce principalmente en primavera dada la mayor radiación y temperatura del ambiente que asociado a suelos arenosos dan precocidad al cultivo. En el Este se produce en verano dadas sus temperaturas más frescas, por su ubicación sobre el litoral atlántico. En el Sur se produce en ambas estaciones, pero con predominio de los cultivos en otoño que presenta condiciones favorables hasta mayo. La realización de dos ciclos presenta mayores exigencias para la obtención de semilla, en primavera se instala con semillas del cultivo anterior, en cambio para el ciclo de verano se debe recurrir a semillas importadas, o conservadas en frío desde el otoño anterior (Aldabe, 2001a).

Si bien la papa llega a dar semilla fértil, esta es utilizada para mejoramiento genético, mientras que para instalar el cultivo se emplean sus tubérculos. Presentando como ventaja, una plantación uniforme, con plantas vigorosas, de rápido crecimiento, buena calidad y con tamaño de tubérculo homogéneo, permitiendo mantener las características propias de la variedad por varias generaciones (Román y Hurtado, 2002). La utilización de semilla básica de buena calidad puede aumentar entre 30% a 50 % los costos de producción (FAO, 2008).

2.2. FISIOLOGÍA Y MANEJO DEL CULTIVO

Los cultivos comerciales de papa se instalan utilizando tubérculos como "semillas". Éstos transitan diferentes etapas en cuanto a concentración de hormonas, algunas promoviendo la brotación como en el caso de auxinas, citoquininas y otras inhibiéndola como el ácido abscísico (ABA) y etileno. El primer estado que presentan los tubérculos semillas es de dormancia, en el que la presencia de ABA y etileno inhiben las yemas en su brotación. Esta etapa puede durar de siete a catorce semanas dependiendo de la variedad y de las condiciones de temperatura, humedad y luz a la que se almacenan los tubérculos. Las condiciones óptimas de conservación de la papa para semilla son de 4 °C, humedad relativa 90% y luz difusa. En estas condiciones se evita la deshidratación de los tubérculos y disminuye la tasa de respiración de estos (Orena, 2015).

Cuando el 80% de los tubérculos almacenados, desarrollan uno o más brotes por lo menos de 3 mm se considera que se superó la etapa de dormición. Superada esta etapa y en condiciones de temperatura entre 18 y 25 °C y humedad relativa mayor a 85%, el tubérculo pasa a brotación apical, mientras que brotación axilar se encuentra inhibida. Si el tubérculo es sembrado en esta fase producirá plantas de un sólo tallo que luego se ramifica intensamente. Si no es plantado el tubérculo pasa a estado de brotación múltiple, dando origen a varios tallos simultáneamente (Naranjo, 1986).

Teniendo en cuenta el uso de asimilados se pueden distinguir tres etapas durante el crecimiento del cultivo (Figura 1). Desde plantación hasta inicio de tuberización sucede la primera etapa, en la cual los asimilados se destinan al crecimiento de hojas, tallos, raíces y al final de la etapa a estolones. Los tallos subterráneos crecen en longitud hasta que reciben estímulos para iniciar la tuberización.

El inicio de tuberización está dado por una alta relación fuente /fosa. Dado que el tubérculo es un órgano de reserva debe haber alta disponibilidad de asimilados para su crecimiento. La temperatura óptima para tuberización es entre 18 °C a 20 °C; temperaturas menores a 10 °C y superiores a 30 °C inhibe el desarrollo del tubérculo. Desde inicio de tuberización hasta que finaliza el crecimiento del follaje sucede la segunda etapa. La partición de nutrientes se da entre crecimiento de follaje, crecimiento de tubérculos y estolones. A medida que avanza la etapa aumenta la fuerza de fosa en mayor proporción hacia los tubérculos y disminuyendo los asimilados en follaje, lo que ocasiona cese total de su crecimiento al final de la etapa.

La tercera etapa va desde que finaliza el crecimiento del follaje hasta que finaliza el crecimiento total del cultivo. No hay desarrollo de nuevas hojas por lo que va disminuyendo la capacidad fotosintética debido a muerte de hojas más viejas y envejecimiento de las más jóvenes, todos los asimilados se destinan a crecimiento de tubérculos, hasta que el follaje muere totalmente. La muerte del cultivo puede ser natural, por heladas, enfermedades o plagas o puede ser ocasionada artificialmente de manera mecánica, química o por calor (Dogliotti et al., 2011).

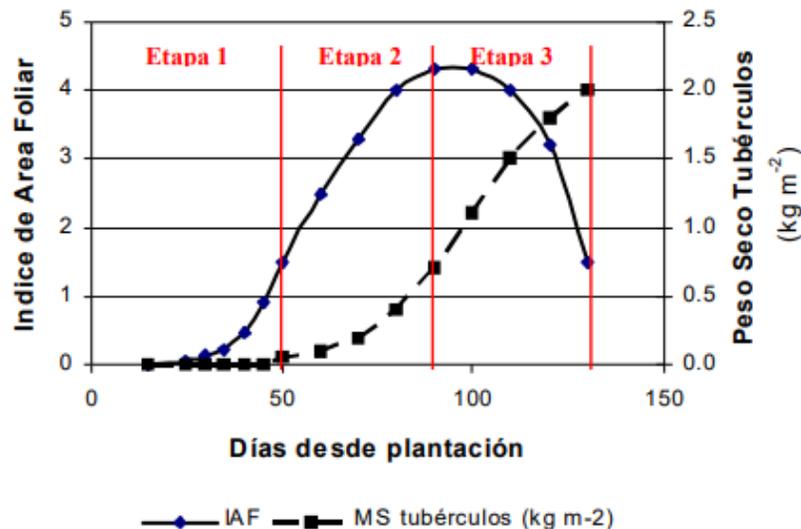


Figura 1. Modelo teórico de evolución de índice de área foliar (IAF) y peso seco de tubérculos en cultivos de papa

Fuente: Dogliotti et al. (2011).

2.2.1. Importancia de la calidad del tubérculo semilla

A pesar de las ventajas ya mencionadas en el uso de tubérculos como semillas, estos presentan la desventaja de ser una fuente eficaz para diseminación de plagas y enfermedades que afectan el cultivo (Velásquez, 2006). Además de un alto costo de transporte, mayor costo de material de siembra y requiere mayor costo en almacenaje (Román y Hurtado, 2002).

En cuanto a la diseminación de las enfermedades los virus infectan de manera sistemática todos los órganos de la planta, causando degeneración de la papa y ocasionando pérdida progresiva e irreversible del rendimiento del cultivo. Cuando se utiliza reiteradamente tubérculos semillas propias se está incrementando la carga de virus comprometiendo el rendimiento y calidad del cultivo. La calidad del tubérculo semilla es fundamental para garantizar la calidad y productividad del cultivo (Rojas y Alvarado, 2008). Sólo el uso de tubérculos sanos no asegura la sanidad del cultivo, ya que las plantas pueden infectarse en el campo y esa infección se extiende a los tubérculos. Si éstos son utilizados como semillas originarán plantas enfermas, provocando un círculo degenerativo de la enfermedad.

La proporción de plantas infectadas depende de las fuentes de infección dentro y fuera del cultivo, la población de vectores, la eficiencia de

esos vectores en transmitir el virus y la actividad del vector. Por otro lado, influye la susceptibilidad a las diferentes enfermedades del cultivo.

2.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL PAÍS

Las variedades más plantadas son Chieftain con el 30% del área, seguida de Red Magic (25%), Rudolph (15%) y Pamela (7%). También otras variedades son preferidas como Labella, Red Scarlet, Red Pontic e INIA Arquita, aunque con menor proporción (1%, MGAP. DIEA, 2019a). La mayor proporción de semilla sembrada en Uruguay proviene del exterior, Chieftain es originaria de Estados Unidos, mientras que los otros tienen origen europeo (Vilaró y González, 2017).

La mayoría de estos cultivares pueden presentar problemas de estabilidad entre épocas y años, y tienen limitada adaptación en época cálida, son susceptibles a las enfermedades que afectan el cultivo. Los virus, en particular el virus Y es el principal patógeno que dificulta a nivel nacional la posibilidad de producir semillas (Vilaró et al., 2013).

2.3.1. Principales enfermedades que afectan el cultivo

En el siguiente cuadro se mencionan las enfermedades que afectan al cultivo de papa.

Cuadro 1. Enfermedades del cultivo de papa

Patógeno	Nombre científico	Nombre común
hongos y oomicetes	<i>Phytophthora infestans</i>	tizón tardío
	<i>Alternaria solani</i>	tizón temprano
	<i>Rhizoctonia solani</i>	
	<i>Spongospora subterranea</i>	
bacterias	<i>Fusarium spp.</i>	
	<i>Ralstonia solanacearum</i>	marchitez bacteriana
	<i>Pectobacterium carotovorum</i> , <i>Pectobacterium atrosepticum</i>	podredumbre blanda y pierna negra
virus	"Potato virus Y"	virus Y de la papa
	"Potato virus X"	virus X de la papa
	"Potato leafroll virus"	enrollamiento de la papa

Fuente: adaptado de Pérez y Forbes (2011).

2.3.1.1. Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

La enfermedad más importante es el tizón, pudiendo ocasionar pérdida de 100% del cultivo. Aún niveles bajos de infección a la cosecha pueden resultar problemáticos para su conservación (Henfling, 1987).

La enfermedad afecta hojas, tallos, tubérculos. Los primeros síntomas se observan en hojas inferiores (más viejas), expresándose como manchas de color verde claro a verde oscuro que se convierten en lesiones pardas a negras de acuerdo con la humedad ambiente. En el envés de la hoja se observan una esporulación en forma de moho blanco que rodea las lesiones. Las lesiones se inician frecuentemente en puntas y bordes de hojas, una aureola blanca o

amarilla suele separar el tejido muerto del sano. En tubérculos infectados puede observarse una decoloración superficial e irregular. Causa una pudrición seca, pero puede ser atacada por patógenos secundarios y convertirlo en una pudrición blanda y con fuerte olor desagradable (Henfling 1987, Pérez y Forbes 2008).

En el final del ciclo, por efecto de la lluvia las oosporas de *P. infestans* caen de las hojas infectadas y penetran al tubérculo. Esta infección es más probable cuando los tubérculos no están bien cubiertos por el aporque. En el momento de la cosecha también pueden infectarse si están en contacto con follaje infectado (Henfling 1987, Pérez y Forbes 2008).

Las temperaturas entre 10 a 24 °C y 8 a 10 horas de alta humedad por varios días consecutivos son las condiciones ambientales que favorecen el severo ataque de tizón tardío. Días frescos y nublados con frecuentes lluvias caracterizan el típico clima de tizón tardío. Estas condiciones sumadas al uso de variedades de papa susceptibles favorecen el desarrollo de la enfermedad en el cultivo (Henfling, 1987). Algunas variedades tienen resistencia a esta enfermedad. En Uruguay la variedad que presenta cierta resistencia a *P. infestans* es Iporá (Pérez y Forbes, 2017).

Algunas medidas para el control de la enfermedad son: uso de variedades con mayor resistencia y semilla libre de enfermedades, favorecer la disminución de humedad dentro del cultivo a través de siembras a mayor distancia, utilizar el método de riego por goteo, hacer aporque para que los tubérculos sean cubiertos por suelo y reducir el número de esporas que le llegan desde el follaje. En caso de que el follaje haya sido atacado por tizón tardío, al momento de la cosecha es recomendable retirar el follaje mecánicamente o químicamente al menos una semana antes de cosechar. Además, se puede utilizar fungicidas preventivos que inhiben la germinación y penetración de esporas. Para que la aplicación de este tipo de fungicidas sea efectiva debe hacerse inmediatamente después de los primeros síntomas del tizón tardío y mantener una capa de fungicida sobre el follaje mientras estén las condiciones de esporulación (Henfling 1987, Pérez y Forbes 2008).

2.3.1.2. Tizón temprano (*Alternaria solani*)

El tizón temprano es la segunda enfermedad foliar más importante para el cultivo de papa. Esta enfermedad afecta follaje, tallo y en ocasiones tubérculos, puede ocasionar pérdida de follaje y reducir el rendimiento del cultivo en un 50% (Zachmann, 1986).

Los síntomas se expresan en hojas inferiores (viejas) como manchas necróticas circulares de 1 a 2 mm de diámetros. A medida que avanza la enfermedad las manchas se agrandan, se rodean de halo clorótico y se necrosan presentando anillos concéntricos de color marrón claro. Dichas manchas se restringen a las nervaduras de los folíolos. Si la enfermedad no es controlada las manchas crecen uniéndose para ocupar áreas grandes generando defoliación temprana en la planta. En tallos se ven lesiones necróticas de 0,5 a 1,5 cm. Los tubérculos pueden ser afectados a través de la penetración del hongo por heridas o aberturas naturales. Se ven lesiones ligeramente hundidas, circulares o de forma irregular con borde morado (Torres, 2002).

La temperatura óptima para el desarrollo del hongo es de 25 °C, la alternancia de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad permite el crecimiento de las colonias en forma de anillos, similar a lo que se observa en las hojas. La alternancia entre períodos de alta humedad y periodos secos favorece la expresión de la enfermedad (Torres, 2002).

Torres y Ames (1993) observaron diferente nivel de incidencia de *A. solani* altamente correlacionado con el ciclo del cultivo, en el cual cultivares de ciclo corto tuvieron mayor incidencia y severidad que cultivares de ciclo largo. Estos autores concluyeron que la resistencia a *A. solani* está asociada al período vegetativo tardío. Según Moreira y Scarzella (2014), la severidad del tizón temprano depende del cultivar. En Uruguay la variedad nacional Daymán es susceptible a esta enfermedad (Giménez et al., 2014).

Para controlar la enfermedad o reducir su impacto la principal medida es elegir variedades resistentes. Una vez elegida la variedad se pueden llevar a cabo algunas medidas culturales como evitar la humedad en los folíolos usando riego por goteo en lugar de aspersion, control químico con fungicidas cuando aparecen los síntomas y condiciones predisponentes, y eliminar o quemar los residuos de plantas luego de la cosecha reduciendo la cantidad de conidios que permanecen en residuos de tejidos de hojas infectadas (Torres, 2002).

2.3.1.3. Virus

La calidad y rendimiento del cultivo de papa es afectada por las enfermedades causadas por virus. Los virus más importantes son “Potato Leafroll Virus” (PLRV), “Potato Virus Y” (PVY), “Potato Virus X” (PVX), “Potato S potyvirus” (PVS), “Potato A potyvirus” (PVA), “Potato M virus” (PVM). PLRV y PVY en combinación con PVX son los virus con mayor importancia en el país en lo que refiere a importancia económica. Estos dos virus (PLRV y PVY) pueden ocasionar pérdidas de hasta el 90 %, mientras que PVX, PVS y PVM

alcanzan una reducción de rendimientos de un 5 a un 40 % (Rojas y Alvarado, 2008).

PLRV se encuentra distribuida en todo el país, pero al Sur de San José es una zona donde causa grandes problemas ya que es una zona dedicada al cultivo de papa. Este virus es transmitido por vectores. En condiciones de buena disponibilidad de agua y nitrógeno, las depresiones ocasionadas por el virus se reducen. En hojas jóvenes se observan los síntomas primarios, expresándose una coloración verde amarillenta a veces rojizas en el envés, con enrollamiento de los folíolos en la base de la hoja. Los síntomas secundarios comienzan por hojas más bajas, se observa enrollamiento de estas (Crisci y Vilaró, 1983).

PVY también se encuentra distribuido en todo el país, su presencia se asocia al uso de variedades susceptibles a éste. Se transmite de manera mecánica y por áfidos de manera no persistente. El tiempo óptimo para que los áfidos adquieran el virus es 15 – 60 s, se transmite inmediatamente y se retiene hasta una hora después de adquirido (Maeso, 2001). En las condiciones climáticas del país la transmisión primaria ocurre muy rápido si no se elimina temprano la fuente de inóculo. Los síntomas varían con el cultivar, pero se expresan mosaicos con aclaramiento de venas de hojas jóvenes al principio y luego mosaico venal de áreas decoloradas pequeñas y numerosas de intensidad leve a severa acompañado de rugosidad (Crisci y Vilaró, 1983).

Si bien existen características de síntomas que se relacionan con algún tipo de virus la determinación exacta puede concluirse con métodos precisos a través de microscopio electrónico, serología, entre otros métodos (Rojas y Alvarado, 2008).

En este cultivo los áfidos adquieren relevancia en lo que refiere a transmisión del virus. Existen 3 especies que se han encontrado viviendo sobre el cultivo de papa en Uruguay: *Macrosiphum euphorbiae*, *Myzus persicae* y *Aphis nasturtii kaltembach*, *M. persicae* se ha encontrado en el cultivo en colonias dispersas y es el vector más importante (Carballo, 2001).

Los áfidos presentan la capacidad de alternar fases de reproducción sexual con partenogénica de acuerdo con las condiciones climáticas lo que les confiere gran adaptabilidad. A fines de otoño, cuando bajan las temperaturas y el fotoperíodo es adecuado surgen machos y hembras gámicas que copulan y depositan huevos que resisten el invierno. Al llegar la primavera eclosionan y dan lugar a una generación partenogénica. Su fecundidad llega a 77 ninfas por hembra a 15 °C. La especie vegetal sobre la que deposita el huevo puede ser diferente a en las que se desarrollan las generaciones

partenogenéticas. La abundancia y diversidad de especies de pulgones depende de la diversidad de especies hospederas. La incidencia de virosis en un cultivo depende de la intensidad de vuelos de áfidos (Carballo, 2001).

Los ciclos de cultivo de papa y el ciclo de los áfidos coinciden por lo que es relevante conocer su dinámica ya que puede ser determinante en la calidad de papa-semilla producida.

Algunas medidas para el control de virus pueden ser uso de variedades resistentes, utilizar semilla certificada, hacer rotación de cultivos de por lo menos 4 años en el cultivo de papa. En caso de producir semillas aislar el semillero del cultivo comercial y de cultivos de la misma familia. Una característica importante del programa de mejoramiento genético del país es seleccionar cultivares resistentes a PVY, y además utilizar prácticas como “rouging” que implica eliminar plantas con síntomas de virus. El control químico es eficiente en caso de PLRV cuando se controla vector con insecticidas sistémicos. En caso de que el virus no sea persistente como en PVY, PVA o PVS no es eficiente este tipo de control (Rojas y Alvarado, 2008).

2.4. ATRIBUTOS DE CALIDAD DE LA PAPA

Actualmente hay disponibilidad de variedades de papa de origen nacional, sin embargo, no existen pautas claras sobre características distintivas para su utilización. Además, se conoce que la situación climática y de manejo cultural durante diversas épocas del cultivo, así como condiciones postcosecha pueden afectar calidad y aptitud de uso del producto (Aldabe et al., 2003).

Los atributos de mayor impacto en calidad de cocción para papa son el contenido de materia seca (MS) y peso específico (PE), ambos indicadores del contenido de almidón de la papa. Algunos trabajos de investigación encontraron que PE es similar entre materiales, demostrando no ser un parámetro estricto para selección como lo es el contenido de MS, sino que deben considerarse de manera conjunta (Silveira et al., 2020).

El contenido de MS en los tubérculos de papa varía desde 15% a 25% del peso fresco. El almidón representa entre el 67% y 85% del total de MS de los tubérculos. Es un factor determinante en características texturales y físicas de los tubérculos crudos y cocidos. Durante el almacenamiento, el almidón (carbohidrato complejo) se metaboliza dando como productos a la fructosa y glucosa (azúcares reductores). La acumulación de azúcares depende de la variedad y temperatura de almacenamiento (Singh et al., 2009), y constituye otro atributo determinante en la calidad de cocción (Vilaró, 2003). El contenido de almidón y azúcares reductores afectan la absorción de agua durante la

cocción, la absorción de aceite durante la fritura y el color del producto final (Singh et al., 2009).

Según Román y Hurtado (2002) la calidad culinaria de variedades en lo que refiere al contenido de MS se clasifica de la siguiente manera; consumo doméstico (20,7%), todo propósito (22,1 a 22,7%), industrial (mayor o igual a 24,5%). Estos autores agregan que, si bien el contenido de MS es característico de la variedad, también es afectado por la madurez de cosecha, la estación de crecimiento y las condiciones de almacenamiento. Además, mencionan que tubérculos con contenido de MS mayor a 25% tienen excelente calidad requerida para fritura en la industria, de 23 a 24% buena calidad y menor a 23 % calidad regular.

Cacace et al. (1994) consideran que un alto contenido de MS es cuando la misma representa un valor mayor al 20%, intermedio cuando se encuentra en el rango de 18 a 19,9% y bajo cuando es menor a 17,9%, valores a considerar si el objetivo es el procesamiento industrial.

La mayoría de las variedades disponibles a nivel nacional tienen aptitud sólo para hervir (Vilaró, 2003), encontrándose en un rango de 16% a 19 % de MS a excepción de la variedad Daymán que presenta 22% (Vilaró et al., 2013).

Durante el almacenamiento de los tubérculos la calidad se deteriora, ya que cambia la relación almidón/azúcares, ocurre pérdida de MS y deshidratación de tubérculos, y se inicia el proceso de brotación (Vilaró, 2003).

La pérdida de agua ocasiona doble pérdida a nivel económico, disminución de peso y calidad. La pérdida de agua puede disminuir con temperatura de 5 °C y humedad relativa de 90 a 95%. Esta característica está afectada además por el grado de suberización de la piel, presencia de brotación y grado de crecimiento de los brotes (Crisci, 1992).

Por debajo de 7° C aumenta la transformación de almidón en azúcares que es reversible cuando la temperatura aumenta. Este proceso ocurre también a medida que la papa envejece, pero de forma no reversible. A temperaturas mayores a 7 °C el envejecimiento de los tubérculos ocurre a mayor velocidad (Crisci, 1992). De acuerdo con el objetivo de uso de los tubérculos existen temperaturas óptimas para almacenaje; papa semilla 2° a 4 °C, para consumo en fresco 5° a 6 °C, para chips 6° a 8 °C y para puré 7 °C (Crisci y Vilaró, 1993).

2.5. LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN CANELONES Y PRINCIPALES DESAFÍOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPA

Dadas las condiciones climáticas que presenta el país, es posible producir dos ciclos de cultivo en un mismo año, en otoño y primavera. El insumo más costoso del cultivo es la semilla. Tradicionalmente se utiliza semilla importada desde el hemisferio Norte, cuya primera multiplicación se destina a consumo, conservándose otra parte para siembra en primavera o almacenar en frío y sembrar en otoño. Se le agrega a la limitante del costo, la limitante de dependencia de fechas de arribo de la semilla al país que puede condicionar la fecha de siembra (De Los Santos, 2001).

En Uruguay existen variedades nacionales creadas por el Programa de mejoramiento genético del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). El programa ha generado materiales con dormición corta y media con el fin de que permita el doble ciclo anual, posibilitando la instalación del cultivo de otoño con semilla procedente del cultivo de primavera, facilitando a los productores multiplicar su propia semilla, favoreciendo el mercado local. Es importante ajustar fechas de siembra, fertilización, manejo de enfermedades y plagas, fecha de eliminación de follaje, así como también es importante la gestión del almacenamiento y seguimiento del estado fisiológico de la semilla para obtener semilla de alta calidad sanitaria y estado de brotación adecuado para cada temporada. La adopción de variedades nacionales, adaptadas a ciclo corto, junto a dinamizar la producción local de semilla permitiría reducir el costo del cultivo en forma significativa, mejorando la competitividad y sostenibilidad de este (Colnago et al., 2019).

En respuesta a la problemática mencionada surge el proyecto CSIC “Mejora de la sostenibilidad del cultivo de papa en sistemas de producción familiar de Canelones” (2018 a 2020), cuyo objetivo general fue mejorar la competitividad y sostenibilidad del cultivo de papa en productores familiares, promoviendo su inserción en cadenas comerciales organizadas.

Uno de los componentes de este proyecto fue la evaluación participativa de variedades mediante la metodología “mamá y bebé” propuesta por el Centro Internacional de la Papa (De Hann et al., 2017). Esta metodología propone realizar un ensayo controlado en estación experimental, con diseño en bloques completos al azar, con al menos 3 repeticiones el cual es manejado de manera óptima; ensayo “mamá”. En paralelo se instalan ensayos satélites en predios de productores en la misma temporada de crecimiento del cultivo y dentro de la misma zona agroecológica, que constituyen los ensayos “bebé”. En todos los ensayos se incluyeron variedades locales control.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DEL ENSAYO

El ensayo se realizó en la estación experimental Centro Regional Sur (CRS) de la Facultad de Agronomía, ubicada en camino Follé Km 35.500 s/n (latitud °36'58.33"S y longitud 56°13'24.52"O), Progreso, Canelones, Uruguay.

El cultivo se instaló el 18 de febrero del 2019 y se cosechó el 11 de junio del mismo año, el mismo correspondió al ensayo “mamá” del proyecto CSIC (2018-2020) según la metodología propuesta por De Hann et al. (2017).

3.2. MATERIALES EVALUADOS

Se evaluaron cinco clones provenientes de una etapa avanzada del programa de mejoramiento genético del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA, clones 13037, 04033.1, 05012.3, 14098 y 11007) y tres variedades nacionales como testigo (Guaviyú, Daymán y Arequita, Vilaró et al., 2013).

Los clones 13037, 14098 y 11007 se seleccionaron participativamente en primavera de 2018 (cosecha 27 diciembre) dentro del proyecto CSIC “Mejora de la sostenibilidad del cultivo de papa en sistemas de producción familiar de Canelones”. El ensayo para la tesis se sembró en otoño de 2019 y constituye la sexta multiplicación (G6) de estos clones. La conservación de la semilla se realizó en galpón hasta el momento de siembra.

El clon 11007 fue afectado por “Potato Leafroll Virus” (PLRV) durante la evaluación (2018), por lo que a cosecha se seleccionaron plantas que a simple vista no presentaban virus. Los clones 04033.1 y 05012.3, y la variedad Arequita son materiales genéticos saneados correspondientes a la segunda y tercera multiplicación respectivamente (G2 o G3), cosechados en otoño 2018, conservados en frío y aportados por el INIA. En el caso de la variedad Daymán la semilla fue cosechada en noviembre en INIA-Tacuarembó, cosecha de primavera del 2018.

En el Cuadro 2 se presentan las principales características de las variedades utilizadas como testigo en el ensayo. Las mismas se tomarán como referencia para caracterizar los clones evaluados.

Cuadro 2. Características de las variedades utilizadas

Variable	Arequita (2003)	Guaviyú (1997)	Daymán (2003)	
características	rendimiento (Mg/ha)	40-50 (alta)	(media/alta)	25-35 (media)
	ciclo (días)	100 a 120	100	100
	dormición (días)	80-90	60*	60*
	cosecha anticipada (días)	90- 100		90**
fisiología	emergencia	lenta	rápida y uniforme	
	hábito	semi- postrado	semi- erecto	semi- postrado
	vigor	vigoroso	bueno, cubre el suelo	vigoroso
tubérculos	color de piel	rosado intenso	crema pálida	rojo intenso
	color de pulpa	crema pálida	crema pálida	blanco
	tamaño	medio	medio	medio
	forma	oval alargada	oval	oval
	contenido MS (%)	16-17 (medio a bajo)	22 (alto)	18-19(medio),
	aptitud de uso	hervir	hervir, horno, fritura	hornear
enfermedades	inmunidad	PVY	PVY	PVY
	resistencia	PLRV	PLRV, tizones y <i>Streptomyces scabi</i> es	no presenta
	susceptibilidad	tizón tardío	no presenta	tizón tardío y tizón temprano.
otras características	buena apariencia comercial	pre pelado y chips	aptitud para lavado.	

*Se adapta a doble ciclo.

**Cosecha se puede extender hasta 120 días.

Fuente: Vilaró et al. (2013).

Cuadro 3. Dormición y color de piel de clones incluidos en el ensayo

Clon	Dormición	Color piel
13037	corta	rojo intenso
04033.1	intermedia	crema
05012.3	corta	roja
14098	corta	rojo
11007	corta	rojo intenso

Fuente: Colnago et al. (2019).

Si bien no se contaba con una evaluación objetiva del número de días de dormición en clones, se tomaron como referencia los materiales comerciales más usados, estableciendo dormición corta como 60 días (Daymán y Guaviyú) y de dormición intermedia en 80 días según Vilaró et al. (2014).

3.3. INSTALACIÓN DEL CULTIVO

El laboreo de suelo consistió en una pasada de excéntrica, cincel y luego se encanteró. Para sembrar se abrió un surco al centro del cantero y luego se volvió a encanterar para cerrarlo. La fertilización de base se realizó junto con la siembra, según requerimientos del cultivo y en base al análisis de suelo (Cuadro 4). La fertilización fue calculada según requerimiento del cultivo, de manera que no fue limitante la nutrición (Cuadro 5).

Cuadro 4. Análisis del suelo donde se instaló el ensayo

Acidez (pH)	Materia orgánica (%)	P Bray (mg / kg)
5,8	3,1	75

Cuadro 5. Fertilización base del cultivo

Nutriente	Requiere (unidades)	Fertilizante	Cantidad de fertilizante kg/ha
nitrógeno	106	Urea	100
P2O5	60	Triple 15	400
K2O	180	cloruro de potasio	200

A partir de la siembra se suministró riego por goteo. No se realizó re-fertilización ni aporte al cultivo.

3.4. VARIABLES MEDIDAS EN EL CULTIVO

3.4.1. Crecimiento del cultivo, hábito de crecimiento y vigor de la planta

Para caracterizar el crecimiento del cultivo, se determinaron la emergencia, hábito y vigor de las plantas y el momento de floración del cultivo. Se evaluó la emergencia a los 23 y 37 días desde siembra (dds), a los 45 días el número final de plantas, a los 60 días el estado de floración (pimpollo y flor abierta) y el nivel de senescencia a 100 dds.

Se consideró planta emergida cuando se constató la aparición de hojas en la superficie, determinando el porcentaje de plantas emergidas respecto al total de sembradas en la parcela.

El hábito de crecimiento, el vigor de la planta y número de tallos fueron determinados a los 45 dds. El hábito y el vigor de las plantas se evaluaron observando la parcela a nivel general, con una escala visual con cinco categorías (1 al 5). Las categorías definidas para el hábito de la planta fueron: erecto = 1, semierecto = 3, decumbente = 5, utilizando valores 2 y 4 para hábitos intermedios.

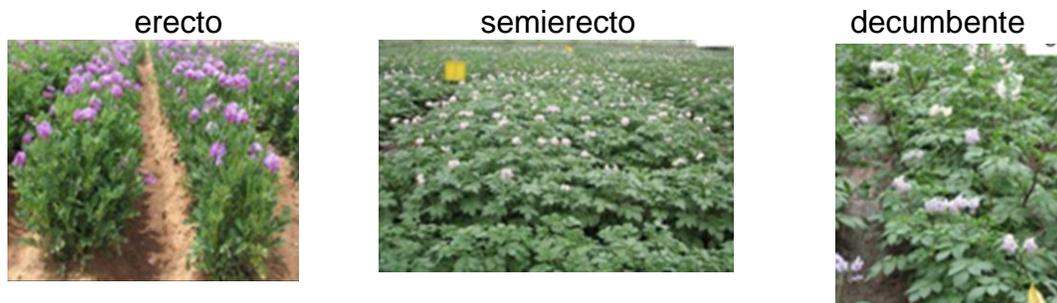


Figura 2. Escala de hábito de plantas

Fuente: adaptado de De Haan et al. (2014).

Para el vigor de las plantas las categorías fueron definidas como: muy débil = 1, débil = 2, intermedio = 3, vigoroso = 4, muy vigoroso = 5.

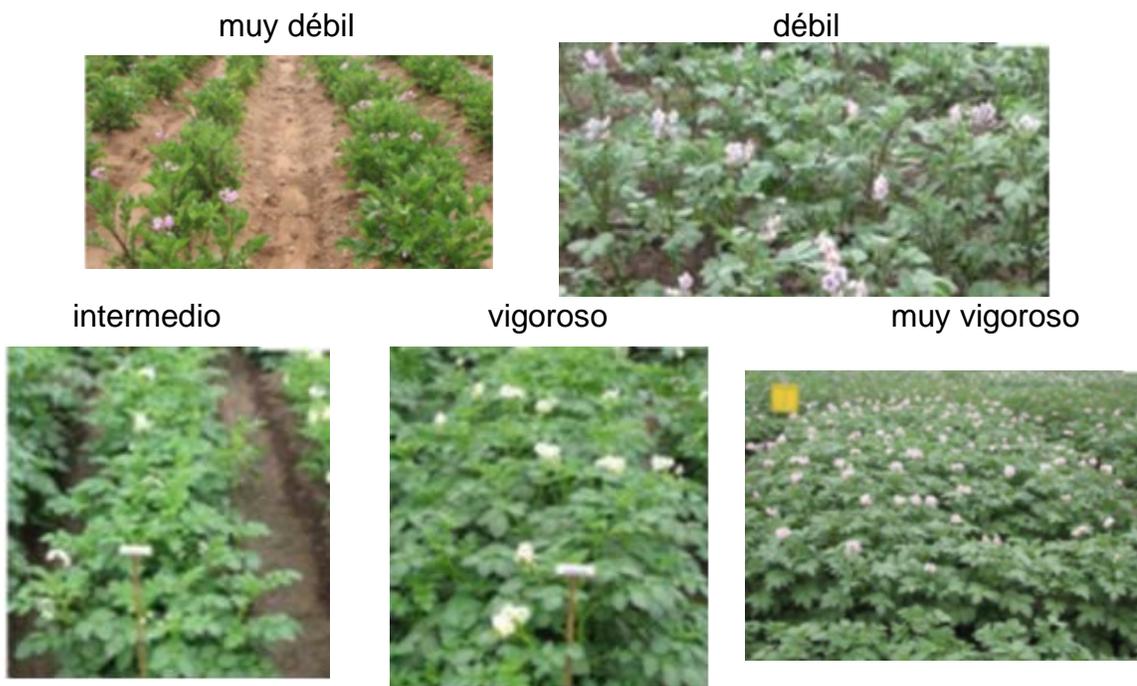


Figura 3. Escala de vigor de las plantas

Fuente: adaptado de De Haan et al. (2014).

El número de tallos se determinó contabilizando el número de tallos principales de cada planta y luego se realizó el promedio por parcela y clon.

Para determinar el estado de floración, se tomaron 10 plantas por parcela a las que se registró proporción de flores en estado de pimpollo y proporción de flores abiertas en cada planta, para luego realizar un promedio por clon y obtener porcentaje de pimpollo y flor abierta por clon. La senescencia, se observó a nivel general en cada parcela y se determinó la proporción de hojas con coloración amarilla (senescentes) en relación con el área foliar total.

3.4.2. Rendimiento

Inmediato a cosecha se agruparon tres categorías de peso tubérculos registrando número y peso. Las categorías evaluadas fueron semilla (40 a 80 g), comercial (80 a 200 g y mayor a 200 g) y descarte (menor a 40g). Para todas las determinaciones de peso se utilizó una balanza digital (Ohaus, Scout Pro-4001, Alemania), capacidad 4000 g, sensibilidad 0,1 g.

3.4.3. Evaluaciones de las enfermedades

El monitoreo de las enfermedades y plagas se realizó en 4 plantas seleccionadas al azar por repetición, lo que corresponde al 12,5% de la población total de plantas del ensayo. El mismo se efectuó considerando las mismas plantas durante toda la evaluación.

Se realizaron visitas semanales al cultivo para monitorear las plagas y enfermedades correspondiéndose a los 40, 46, 53, 67, 74, 81 y 88 dds. Se determinó la severidad de *P. infestans* y de *A. solani* como porcentaje de tejido afectado/ total de tejido vegetal y la incidencia de virus en el total de plantas evaluadas. Se calculó el área debajo de la curva de progreso de infección (AUDPC) para *P. infestans* para comparar los clones.

Para analizar el desarrollo la curva de la enfermedad y se calculó área bajo la curva con la siguiente ecuación:

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} (Y_i + Y_{i+1}) / 2 (t_{i+1} - t_i)$$

donde,

T es momento de cada lectura (días desde siembra).

Y es el porcentaje de follaje afectado en cada lectura.

n es el número de lecturas.

Los clones con mayor AUDPC son más susceptibles y viceversa (CIP, 2006).

La severidad de las enfermedades al final del periodo se evaluó semanalmente presentando la sumatoria acumulada del todo el periodo, además se presentan gráficas con la evolución de las enfermedades a lo largo del periodo de evaluación.

En cuanto a las plagas se cuantificó la incidencia de pulgones, así como el número de plantas infectadas en el total de la parcela.

Para el control químico de enfermedades y plagas se utilizó la información recabada a través del monitoreo semanal. Además, se registraron condiciones de temperatura y precipitaciones para análisis del comportamiento de las enfermedades.

3.4.4. Almacenamiento

Las papas cosechadas fueron almacenadas en un galpón, en cajones plásticos (con ranuras en paredes y base, Figura 4), apilados y cubiertos por una malla tipo red para generar luz difusa. Al momento de la cosecha se seleccionaron 20 tubérculos por parcela (4 repeticiones) con calidad comercial, sin defectos visibles para evaluar su conservación por 90 días. Se registró además la temperatura (T) y humedad relativa (HR) diaria dentro de los cajones en almacenamiento con sensor I-buttons Hygrochron.



Figura 4. Tubérculos almacenados

Se determinó el peso por parcela al momento de la cosecha, 15, 30, 45 y 90 días desde cosecha (ddc), dichos momentos fueron determinados en base a manual de mejoramiento genético y selección de papas elaborado por el centro internacional de la papa (De Haan et al., 2017). En cada momento analizado se determinó el número y peso de papas que mantuvieron calidad comercial y el número y peso de los descartes, siendo la principal causa de descarte pudrición. Para cada período se calculó la pérdida de peso respecto al peso inicial y se expresó en porcentaje del peso inicial.

La brotación de los tubérculos fue evaluada a los 60 ddc, tomando como muestra 20 tubérculos almacenados, con 4 repeticiones. Para cada muestra se registró: número tubérculos con brotación apical, múltiple, iniciando brotación o sin mover. Se consideró inicio de brotación cuando presentaron al menos una yema emergiendo y con longitud mínima de 3 mm, y tubérculo brotado cuando el mismo presentaba 3 brotes cortos de 0,05 cm (Cortez y Hurtado, 2002).

3.4.4.1. Pérdida de peso acumulada

En las parcelas almacenadas se evaluó la pérdida de peso a lo largo del periodo de almacenamiento, en cada muestreo se tomó peso de tubérculos sanos descartando los que presentaron daños o pudriciones. Para la medición de peso se utilizó una balanza (Torrey, LPCR20- URU) y se calculó el porcentaje pérdida de peso (PP) con la siguiente relación:

$$PP = ((P1 - P2) / P1) * 100$$

donde, P1 es el peso inicial y P2 peso al momento de evaluación.

3.4.5. Atributos de calidad

La calidad se evaluó en laboratorio a través de variables cuantitativas (peso específico, materia seca) y cualitativas (color de pulpa y color de piel).

Las evaluaciones de calidad se realizaron en tres momentos; a cosecha 0, 15 y 30 días desde cosecha (ddc). Las variables de calidad determinadas en las papas fueron el peso específico (PE), materia seca (MS) y color de pulpa y piel. PE se determinó tomando una muestra 5 tubérculos por clon, los mismos se lavaron con el fin de quitar exceso de tierra y luego se tomó peso en agua (PAg) y peso en aire (PAi).

Para tomar peso se utilizó una balanza electrónica (Ohaus, Scout Pro-4001), que además de permitir la medición en aire, admite determinar

densidades a través de la toma de peso en agua. El PE fue determinado con la siguiente relación: $PE = PA_i / (PA_i - PA_g)$.

De los tubérculos utilizados para determinar PE se seleccionaron tres de cada clon para determinar MS. Los mismos se cortaron a la mitad para generar una muestra compuesta de 100 g (PF). Dicha muestra fue rotulada y colocada en estufa a 80 °C durante 48 h. Se pesa el material seco (PS) y se obtuvo % MS a través de la siguiente relación: $MS = (PS/PF) * 100$.

Además, se evaluó cualitativamente la calidad de tubérculos, considerando el color de cáscara y pulpa en una muestra de 5 papas por genotipo, en la zona ecuatorial del tubérculo. La evaluación se realizó con escala visual e instrumental con método CIELAB. Para ello se utilizó colorímetro (Minolta CR10, Japón) midiendo las variables de color L (luminosidad), a^* y b^* y se calculó el tono y la saturación del color con las siguientes ecuaciones:

$$\text{tono } (^{\circ}\text{hue}) = \tan^{-1} b^*/a^* \text{ } 0^{\circ} \text{ a } 360^{\circ}$$

donde, 0° corresponde al tono rojo-púrpura, 45° anaranjado, 90° amarillo, 180° verde, 270° azul y 315° violeta.

$$\text{saturación o (croma)} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

donde, 0 es no saturado y 60 mayor saturación.

En el laboratorio, a los 30 ddc se realizó una evaluación cualitativa de las variedades evaluadas siguiendo el procedimiento y criterios descritos en CIP (2006). La caracterización de las variedades se realizó visualmente evaluando como variables el color de la piel, forma del tubérculo, profundidad de ojos, uniformidad de forma, tamaño, color de piel, color pulpa adherencia estolón (CIP, 2006).

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El diseño experimental utilizado en el campo fue de bloques completos al azar (DBCA) con cuatro repeticiones (4 bloques) y 8 tratamientos (5 clones y 3 variedades de papa) por bloque. El tamaño de la parcela por tratamiento fue de 0,25 m entre plantas y de 1,7 m entre canteros, con 32 plantas por parcela. Al inicio y final de cada parcela se dejó un espacio de 0,5 m, así como también a cada lado del ensayo se dejó un cantero borde con el fin de disminuir las diferencias entre tratamientos, ocupando un espacio total de 486 m².

Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

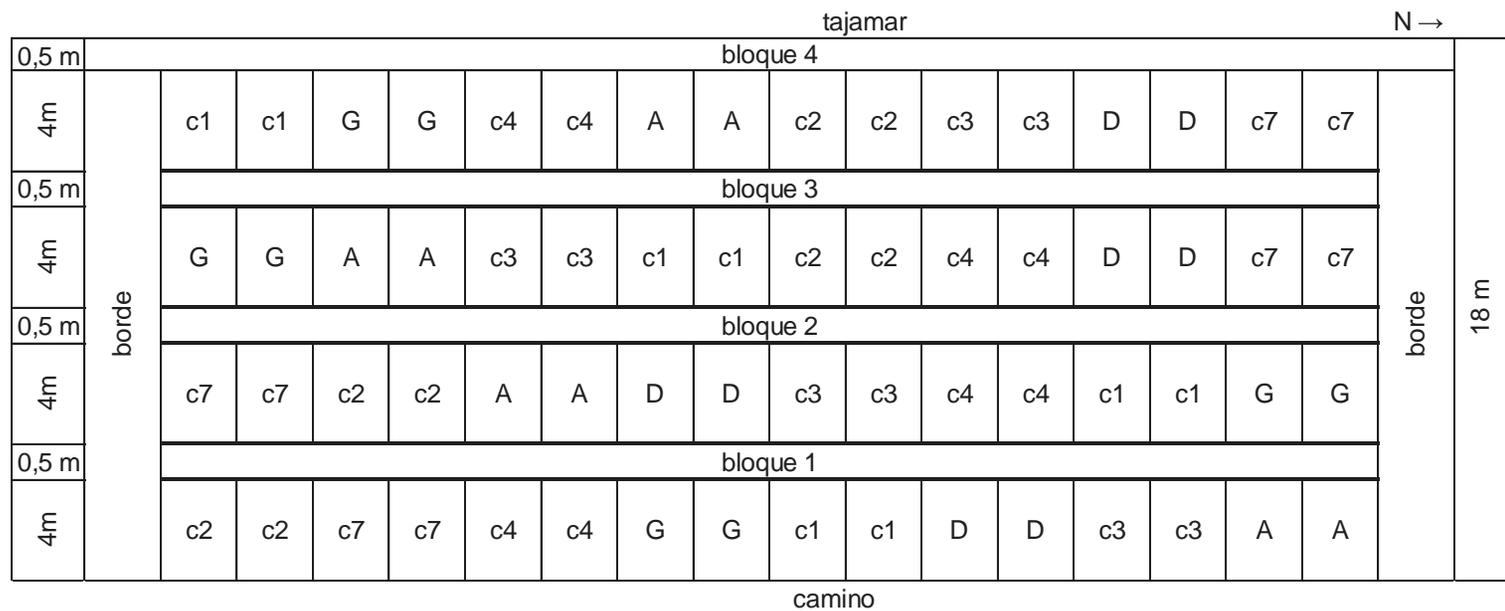
donde,

Y_{ij} , son las variables aleatorias observables.

ε_{ij} , corresponde al error experimental.

τ_i , corresponde al efecto del tratamiento.

β_j , corresponde al efecto del bloque.



18 canteros * 1,5 = 27 m

Referencias
 c. clon
 G. Guaviyú
 D. Daymán
 A. Arequita

Figura 5. Diseño del ensayo a campo

Para evaluar el rendimiento y PP durante el almacenamiento se cosecharon 4 metros centrales de cada parcela. Luego de la clasificación según categoría comercial, se seleccionan los tubérculos para almacenamiento (tubérculos entre 80 y 200 g y sin defectos visibles).

Para variables rendimiento, PE y MS se utilizó estadística, a través del cálculo de media, error estándar y se evaluaron utilizando el análisis de varianza (ANOVA), además de realizar comparación a través de análisis comparativo Tukey ($\alpha= 0,05$). Además, para las variables de PE y MS se realizó un análisis de correlación lineal Pearson ($p \leq 0,05$).

Para las variables rendimiento (kg ha⁻¹), AUPDC, pérdida de peso acumulada en almacenamiento (%), PE, MS (%), y las variables de color instrumental (luminosidad, tono y croma) se utilizó la estadística descriptiva calculando la media y el error estándar en cosecha y en almacenamiento (0, 14, 26, 42 y 69 días desde cosecha). En cada momento, los datos de las variables medidas se analizaron con un análisis de varianza (ANOVA, $p \leq 0,05$), y cuando correspondió se compararon las medias (Tukey, $p \leq 0,05$). Además, se realizó un análisis de correlación lineal de Pearson ($p \leq 0,05$) entre las variables PE y MS (%). Los análisis fueron realizados con el programa estadístico InfoStat (del año 2008).

3.6. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LA ESTACIÓN DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO

Durante el desarrollo del cultivo se registró la temperatura y precipitaciones en la estación meteorológica del CRS y en INIA, además se consideran los registros medios históricos de precipitaciones y temperatura (Cuadro 6).

Cuadro 6. Precipitaciones y temperatura media durante la estación de crecimiento del cultivo

Mes	Precipitaciones (mm)		Temperatura (°C)	
	histórico*	2019**	histórico*	2019**
enero	117	113	22,8	23,18
febrero	112	0	23,5	22
marzo	91	160	20	19,5
abril	92	10	17,2	17
mayo	101	250	13,8	15,5
11 junio	10	27	10,2	12,4
acumulado***	396	420		

* Datos estación experimental INIA Las Brujas, serie histórica 2009-2019.

** Datos Centro Regional Sur, Facultad de Agronomía.

*** Se considera el período de crecimiento del cultivo, desde febrero hasta fin de mayo.

Fuente: INIA. GRAS (2019).

Si bien el valor acumulado de precipitaciones durante el período de crecimiento del cultivo (febrero-mayo) fue similar al histórico, la distribución varió. Durante los meses de marzo, mayo y junio las precipitaciones duplicaron a las registradas históricamente.

En la temperatura se observaron diferencias que oscilan entre 0,2 y 2 °C de diferencia entre la estación de crecimiento del cultivo y la media histórica. Los meses de verano, febrero y marzo fueron más frescos 1,5 °C menor a la media histórica, mientras que, mayo y junio presentaron temperaturas 2 °C por encima de la media.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS CLONES

4.1.1. Evaluaciones durante el crecimiento del cultivo

La emergencia se evaluó a los 23 días desde siembra (dds) y se diferenciaron dos grupos según el estado de emergencia que presentaban. El grupo que presentó mayor emergencia se encontró entre 57% y 63% (clones 04033.1, 05012.3 y Arequita), mientras que el otro grupo varió de 0% a 25% (clones 13037, 14098, 11007, Guaviyú y Daymán). A los 37 dds el clon 14098 fue el único que se diferenció, presentando emergencia menor a 20% (Cuadro 7).

Cuadro 7. Emergencia, hábito de crecimiento, vigor de la planta, floración y senescencia de los clones evaluados y variedades testigo

Clon	Emergencia (%)		no. tallos promedio (%)	Vigor **	Hábito ***	Floración (%)		Senescencia (%)
	(23 días)	(37 días)	(45 días)	(45 días)	(60 días)	pimpollo	flor abierta	(100 d)
13037	24 a	81b	1,29 ab	3	2	25	75	20
04033.1	57 b	81b	1,45 bc	4-5	2	65	0	20
05012.3	63 b	90 b	1,63 bcd	3-4	3	54	0	20
14098	0 a	17 a	1,09 a	*	1	30	0	10
11007	3 a	78 b	1,84 de	3	1	50	20	70
Arequita	62b	95 b	1,76 cd	5	4	58	0	25 a 30
Guaviyú	21 a	83 b	2,14 e	4-5	2	20	72.5	15
Daymán	25a	90 b	2,96 f	3	3	34	40	30

Letras distintas indican diferencias significativas (Tukey, $\alpha=0,05$).

* No se realizó vigor por haber emergido tarde.

**Vigor: escala del 1 al 5; (1 más débil, 5 más vigoroso).

***Hábito: 1 erecto, 2 semierecto 3 decumbente, 4 semipostrado 5 postrado.

La diferencia en velocidad de emergencia entre los clones podría estar relacionada a diferencias en estado de brotación del tubérculo dado los diferentes orígenes de la semilla. Los clones que emergieron más rápido provienen de conservación en frío y saneados, por lo que el periodo de dormición profunda fue superado al momento de siembra permitiendo una brotación rápida y emergencia homogénea. Los clones 13037, 14098 y 11007 seleccionados participativamente en la primavera anterior tenían 60 días de conservación en galpón, encontrándose en niveles iniciales de brotación al momento de la siembra, a excepción del clon 14098 que no presentaba ningún brote. Estos clones fueron caracterizados como de dormición corta en evaluaciones anteriores, pero al momento de la evaluación no había levantado dormición. La falta de brotación al momento de siembra y la baja emergencia a los 37 dds de 14098 podría deberse a que presenta mayor periodo de dormición.

Inostroza (2009) menciona que el número de tallos depende del estado fisiológico de la semilla, cuando se encuentra en dominancia apical sólo presenta brotes apicales y por lo tanto menor número de tallos. En cambio, cuando la semilla es más vieja, y se encuentra en estado de brotación múltiple se observan varios brotes y varios tallos. Si bien se trataba de semilla fisiológicamente muy joven, Guaviyú, Daymán y el clon 11007 presentaron mayor número de tallos por planta, - aproximados a 2 y 3 - en relación con los restantes clones (entre 1,09 y 1,84 tallos). Esto indica la necesidad de profundizar en el estudio de la fisiología de la brotación en estos materiales. Guaviyú, Arequita y 04033.1 presentaron mayor vigor, mientras que los clones 13037, 11007 y Daymán presentaron un nivel intermedio de vigor. Para clon 14098 no se evaluó el vigor ya que al haber emergido más tarde (Cuadro 7) no presentaba desarrollo suficiente para la evaluación.

La mayoría de los clones presentaron hábito erecto o semierecto a excepción de Arequita que presentó hábito semi-postrado, coincidiendo con la caracterización de variedades realizada por Vilaró et al. (2014).

A los 60 días se evidenciaron dos grupos con diferencias en la floración, un grupo que incluye clones con mayor proporción de flor abierta (Guaviyú, Dayman, clones 13037 y 11007), mientras el otro grupo presentó mayor proporción de pimpollos y ninguna flor abierta (04033.1, 05012.3, 14098 y Arequita), considerando que la floración se relaciona con el inicio de tuberización (Román y Hurtado, 2002) se podría decir que los clones que son parte del primer grupo presentan mayor precocidad en su ciclo, con una entrada en tuberización más temprana.

El clon 11007 tuvo un largo de ciclo menor, dada su alta afección por virus PLRV (ver Figura 6), lo que ocasionó mayor porcentaje de senescencia a los 100 días de cultivo con relación al resto de los clones y variedades que se encontraron por debajo del 50 %.



Figura 6. Grado de afección del clon 11007 por el virus PLRV

4.1.2. Rendimiento de los diferentes clones

Según los rendimientos obtenidos se pueden considerar tres grupos, el primero incluye los clones de menor rendimiento 14098, 11007, el segundo con rendimientos intermedios que incluye clon 13037 y el tercero contiene los clones con mayor rendimiento, 05012.3, 04033.1, Guaviyú, Daymán y Arequita.

Cuadro 8. Rendimiento (kg/ha) según categoría comercial

Clones	Consumo	Semilla	Descarte *	Total
14098	5120 a	1325 ab	376a	8238 a
11007	8385 ab	1594 ab	341 a	10558 ab
13037	13604 abc	1393 ab	687 a	17089bc
05012.3	17774 cd	326 a	177 a	19462 cd
Guaviyú	18434 cd	2.362 b	706 a	21774 cd
04033.1	21314 cd	886 ab	385 a	23597 cd
Daymán	15023 bc	5356 c	3530 b	24666 cd
Arequita	24989 d	1181ab	218 a	26567 d

Letras distintas indican diferencias significativas (Tuckey $\alpha=0,05$).

* Descarte por tamaño.

Vilaró et al. (2014), reportaron rendimientos para Arequita, Guaviyú y Daymán entre 40000-50000 kg/ha, 35000 a 40000 kg/ha y de 25000 a 35000 kg/ha respectivamente. Los rendimientos obtenidos en esta investigación para Arequita y Guaviyú, fueron inferiores a los reportados por Vilaró et al. (2014), mientras que en Daymán fueron cercanos a los citados por el autor. Si bien el rendimiento en el ensayo fue menor la densidad de siembra utilizada también lo fue, mientras que las densidades comerciales oscilan entre 30 y 45 mil plantas/ha (INASE, 2014), en el ensayo de la tesis se sembró en canteros, a una densidad de 23500 plantas/ha, por lo que los rendimientos por hectárea si bien pueden orientar y utilizarse como referencia, no se pueden comparar directamente. Se destaca Daymán por presentar mayor rendimiento de tubérculos dentro de categoría semilla, además de mostrar mayor cantidad de descartes por tamaño.

Los clones se cosecharon en el mismo momento a efectos de la evaluación, pero considerando el estado de floración a los 60 dds y la senescencia a los 100 dds (Cuadro 7), se puede observar que a excepción del clon 11007 todos presentaban potencial para aumentar su rendimiento. El rendimiento estuvo relacionado con el número de multiplicaciones; los clones que mostraron menor rendimiento se correspondieron con semilla de sexta generación, mientras que los de mayor rendimiento se correspondió con tubérculos semilla de segunda o tercera generación, que además fueron saneadas (Cuadro 9).

La edad fisiológica de las semillas es determinante del rendimiento del cultivo. En estado fisiológico joven son capaces de desarrollar su rendimiento potencial lentamente, creciendo durante un periodo más largo de tiempo obteniendo mayor rendimiento total. En cambio, el uso de semillas fisiológicamente viejas desarrolla rápido su rendimiento potencial pero el cultivo madura tempranamente y el rendimiento total es reducido (Caldiz et al. 1998, Wiersema 2002, Caldiz 2009).

En Uruguay la estación de crecimiento del cultivo es relativamente corta; semillas muy jóvenes producen uno o dos tallos por planta y producen menor rendimiento que cultivos instalados a partir de semilla fisiológicamente más avanzada, que producen dos a cuatro tallos por tubérculo. Los menores rendimientos fueron los obtenidos por los clones 13037, 14098 y 11007, que corresponden al grupo con menor edad fisiológica. El bajo rendimiento del clon 14098 se asocia a su ciclo más tardío con respecto a los demás clones, llegando al momento de cosecha con tubérculos inmaduros, una gran proporción de tubérculos en categoría semilla y descarte por tamaño (Figura 8). En caso del clon 11007, además de tratarse de semilla muy joven, presentó mayor proporción de tejido foliar muerto a los 100 días, dada la alta incidencia

de PVY y PLRV favorecido por el número de multiplicaciones previas. Guaviyú y Daymán si bien comparten esta característica -edad fisiológica muy joven son variedades establecidas, con mayor estabilidad en sus rendimientos, y presentaron mayor número de tallos por planta, lo que repercute en mayor rendimiento (Cuadro 8). En el caso de Daymán, se suma el hecho de menor número de multiplicaciones, lo que mejora su estatus sanitario (Cuadro 9).

Cuadro 9. Número de multiplicaciones, dormición, edad fisiológica de la semilla y rendimientos obtenidos (total y consumo)

clon	Dormición		Edad fisiológica		Rendimiento (kg/ha)	
	corta (8-9 semanas)	larga (12-15 semanas)	muy joven	joven, conservada en frío	total	consumo
14098		X	X		8238 a	5120 a
11007	X		X		10558 ab	8385 ab
13037	X		X		17089 bc	13604 abc
Guaviyú	X		X		21774 cd	18434 cd
5012,3		X		X	19462 cd	17774 cd
4033,1		X		X	23597 cd	21314 cd
Daymán	X		X		24666 cd	15023bc
Arequita	-	<u>X</u>	-	<u>X</u>	26567 d	24989 d

Letras distintas indican diferencias significativas (Tuckey $\alpha=0,05$).

- Descarte por tamaño.

Además de disponer de semillas adaptadas a las dos estaciones en que se produce el cultivo en el país, es de importancia obtener variedades con alto rendimiento de tubérculos de categoría comercial ya que son los que obtienen mayor precio. Es importante la selección de variedades que se adapten a la demanda del mercado y que generen mejor ingreso económico.

En la variedad Arequita y genotipos 04033.1 y 05012.3, el rendimiento de papa consumo estuvo explicado por mayor proporción de tubérculos grandes (mayor a 200 g). Mientras que Daymán, clon 14098 y 11007 presentaron mayor proporción de papa medianas (80 g a 200 g). El genotipo 13037 presentó similar proporción entre medianas y grandes (Figura 7). Daymán se destaca en rendimiento de papas de tamaño semilla (40 g a 80 g) y en presentar mayor descarte por tamaño que los demás clones.

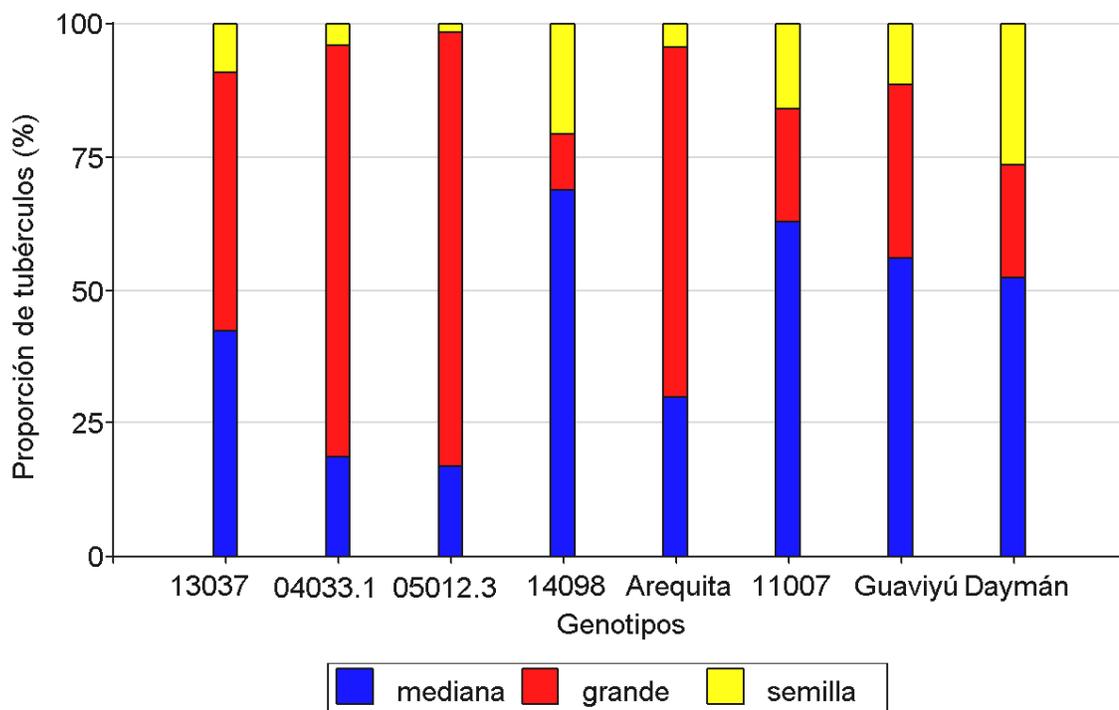


Figura 7. Proporción de tubérculos de tamaño mediano (80-200 g), grande (mayor a 200 g) y semilla (40 – 80 g) según clones

4.1.3. Incidencia y severidad de plagas y enfermedades

El año en que se realizó la tesis no presentó condiciones de temperatura y humedad predisponente para el desarrollo de las enfermedades (Cuadro 6), por lo que se observa un máximo de 15% de tejido afectado en *P. infestans* y 3 % *A. solani* (Figuras 8 y 9).

4.1.3.1. Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Hubo diferencias en la susceptibilidad a *P. infestans*, evaluada como porcentaje del tejido afectado (Figura 8 y Cuadro 10).

Arequita, Daymán y los clones 05012.3, 13037, 11007 presentaron mayor severidad a lo largo del período de evaluación, mientras Guaviyú fue la variedad con menor acumulación de enfermedad no encontrándose diferencias con los clones 14098, 04033.1 y 11007. Arequita presentó el máximo nivel de severidad concordando con los resultados de Vilaró et al. (2014) mencionan que es una variedad susceptible a tizón tardío.

Cuadro 10. Severidad de *Phytophthora infestans* en cultivo de papa

Clon	<i>P. infestans</i>	
Guaviyú	11	a
14098	56	ab
04033.1	76	abc
11007	90	abcd
13037	107	bcd
Daymán	128	bcd
05012.3	143	cd
Arequita	162	d
Media	97	
EE	19	

Letras distintas dentro de la misma columna indican diferencias significativas (Tukey $\alpha = 0,05$).

De acuerdo con lo citado por Henfling (1987) la temperatura óptima de desarrollo de *P. infestans* es entre 15 °C y 18 °C. Considerando los 2 monitoreos iniciales (hasta 46 dds), donde la temperatura y precipitaciones fueron 19,5 °C y 160 mm respectivamente (Cuadro 6), se podría decir que las condiciones climáticas si bien no fueron óptimas, sí fueron aceptables para el desarrollo de la enfermedad. En dicho periodo no se registra presencia de tejido afectado, posiblemente por ausencia del patógeno en el sitio.

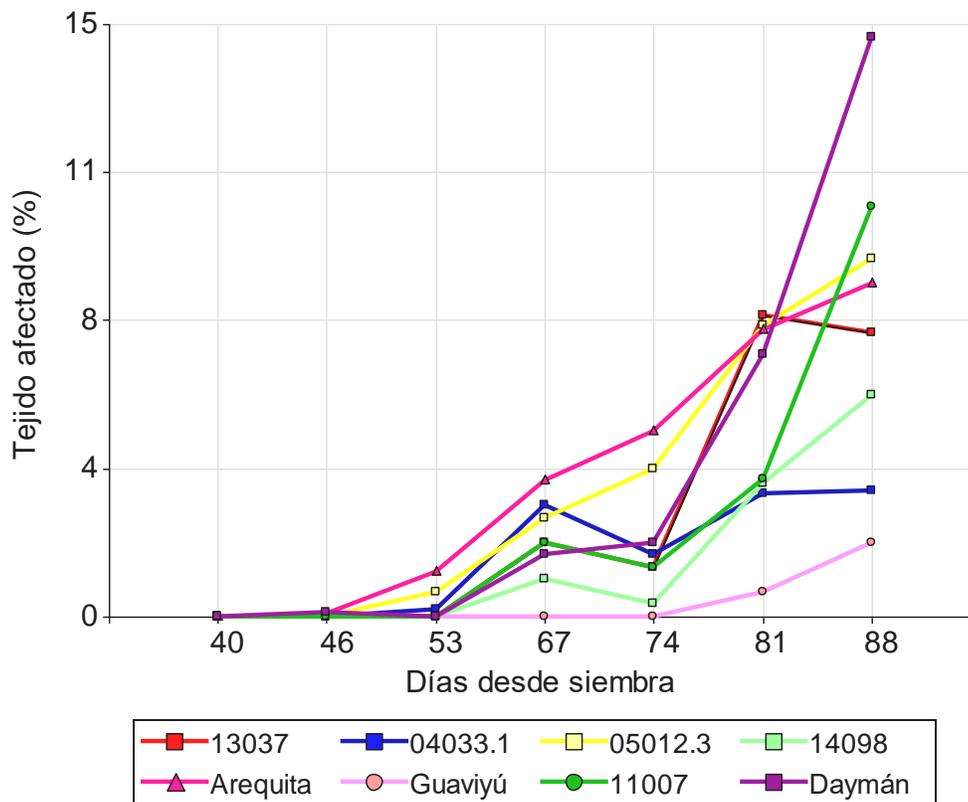


Figura 8. Progreso de enfermedad de *P. infestans* de cada clon

A partir de los 46 dds hasta la cosecha se registró un rango de 2% a 15% de tejido afectado, dependiendo del clon. Guaviyú se mantuvo por debajo del 3% de severidad durante todo el período de evaluación. Daymán y el clon 11007 presentaron baja severidad de *P. infestans* (2 %) al inicio del ciclo, pero ésta aumentó de 5 a 8 veces a partir de los 74 dds. La disminución de la enfermedad observada entre 67 dds y 74 dds puede estar asociada a la interrupción de condiciones favorables para el desarrollo del patógeno. El mes de abril presentó baja humedad relativa y muy escasas precipitaciones (Cuadro 6). Colnago et al. (2012) analizando diferencias en resistencia a *Peronospora destructor* en el germoplasma local, observaron una caída brusca en la incidencia (plantas registradas como enfermas en mediciones anteriores pasaron a contabilizarse como sanas) entre fechas de muestreo. Esto fue explicado por la senescencia total del tejido que estuvo enfermo. El crecimiento del hospedero es un factor importante en muchas epidemias pudiendo “diluir” el efecto de la enfermedad. Si la tasa de crecimiento de la planta es mayor a la velocidad a la que se desarrolla el patógeno, se observa que “decrece” la enfermedad aun cuando no lo esté haciendo. Esto sumado a la pérdida de hojas viejas de la planta y/o de hojas enfermas, puede causar que la cantidad

de enfermedad observada disminuye en el tiempo (Campbell 1998, Colnago et al. 2012).

A partir de 74 dds, Daymán y clon 14098 presentaron un ataque más severo incremental indicando menor resistencia a esta enfermedad. El clon 14098, presentó un comportamiento similar. El aumento exponencial de dicho patógeno al final del ciclo, posiblemente afecte el rendimiento, dada una disminución en la capacidad fotosintética del cultivo (Henfling 1987, Torres 2002).

El clon 04033.1 se destacó por presentar bajo nivel de afección de *P. infestans* (< 4 %) en condiciones predisponentes para el desarrollo de la enfermedad, indicando mayor resistencia a *P. infestans*. Por el contrario, desde que comenzó a expresarse la enfermedad el cultivo hasta los 81 dds, Arequita presentó el máximo nivel de severidad (Vilaró et al., 2014).

4.1.3.2. Tizón temprano (*Alternaria solani*)

En lo que refiere al desarrollo de *A. solani* presentó baja severidad, aunque existieron diferencias entre algunos clones (ver Cuadro 11).

Cuadro 11. Severidad acumulada de *Alternaria solani* en cultivo de papa

Genotipo	<i>A. solani</i>	
14098	0	a
13037	10	ab
04033.1	12	ab
12052	15	ab
Daymán	15	ab
Arequita	18	ab
Guaviyú	19	ab
11007	22	b
Media	14	
EE	4	

Letras distintas indican diferencias significativas (Tukey $\alpha = 0,05$).

Sólo se diferenciaron entre sí por severidad de *A. solani* los clones 14098 que no presenta síntomas y el 11007. La baja presencia de síntomas en clon 14098 podría deberse al desarrollo tardío del clon, encontrándose en estado juvenil y por lo tanto presenta menor susceptibilidad a la enfermedad debido a la mayor proporción de hojas nuevas. El clon 11007 presentó mayor acumulación de la enfermedad (22%) a los 100 dds.

La baja severidad de dicho patógeno podría deberse a limitantes en condiciones ambientales, la temperatura óptima de desarrollo de *A. solani* es de 25 °C (Torres, 2002), mientras que las temperaturas registradas durante el cultivo fueron inferiores (10 a 23 °C).

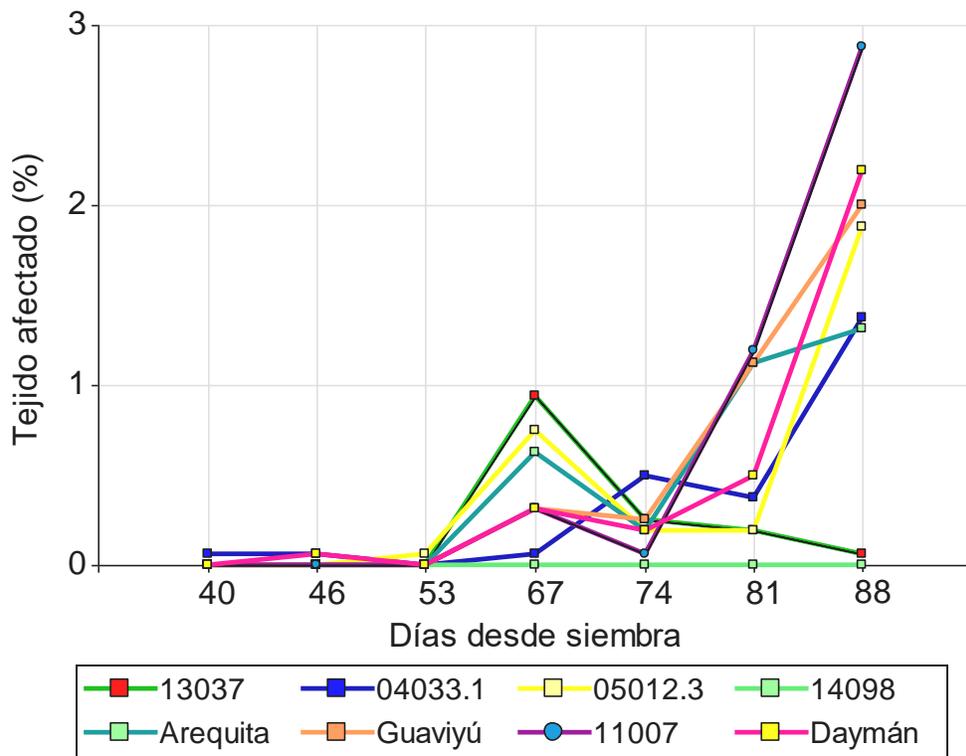


Figura 9. Progreso de la enfermedad de *A. solani* en los diferentes clones

En la figura anterior se puede observar el comportamiento del patógeno en cada clon a largo del ciclo del cultivo. Pudiendo observarse ausencia de éste en las dos primeras semanas del cultivo. A partir de los 53 dds se comienzan a expresar síntomas para dicha enfermedad en la mayoría de los clones.

En clon 13037 durante todo el ciclo se mantiene menor a 1%, e incluso en la última semana se observó un descenso de los síntomas. Según Zechman (1986) los síntomas de este patógeno aparecen en hojas viejas, como se observó en este clon. Probablemente el crecimiento de hojas nuevas superó al crecimiento viejo reflejándose en una disminución de la severidad de la enfermedad.

El clon 11007 presentó el aumento más pronunciado (de 0 a 3%) a partir de los 74 dds. Según Zachman (1986), Torres (2002) el principal problema que ocasiona el patógeno es la pérdida de follaje, generando defoliación temprana del cultivo y ocasionando una reducción del rendimiento del 50 %. Para el clon 11007 no sería un problema la pérdida de hojas ya que el aumento de *A. solani* se produjo en muy bajos niveles y al final del ciclo del cultivo por lo que no

afectaría su rendimiento. El comportamiento del clon frente a dicho patógeno podría estar indicando resistencia al mismo.

4.1.3.3. Virus

En todos los monitoreos de enfermedades y plagas se constató la presencia de pulgones sobre las plantas de todos los clones y parcelas evaluadas.

Como se observa en el Cuadro 12, los clones 14098, 05012.3 y 04033.1 y las variedades Arequita y Daymán no presentaron plantas visualmente virósicas. Sólo tres clones fueron afectados por virus, levemente, Guaviyú y 13037 con 1% y 12% de plantas afectadas respectivamente.

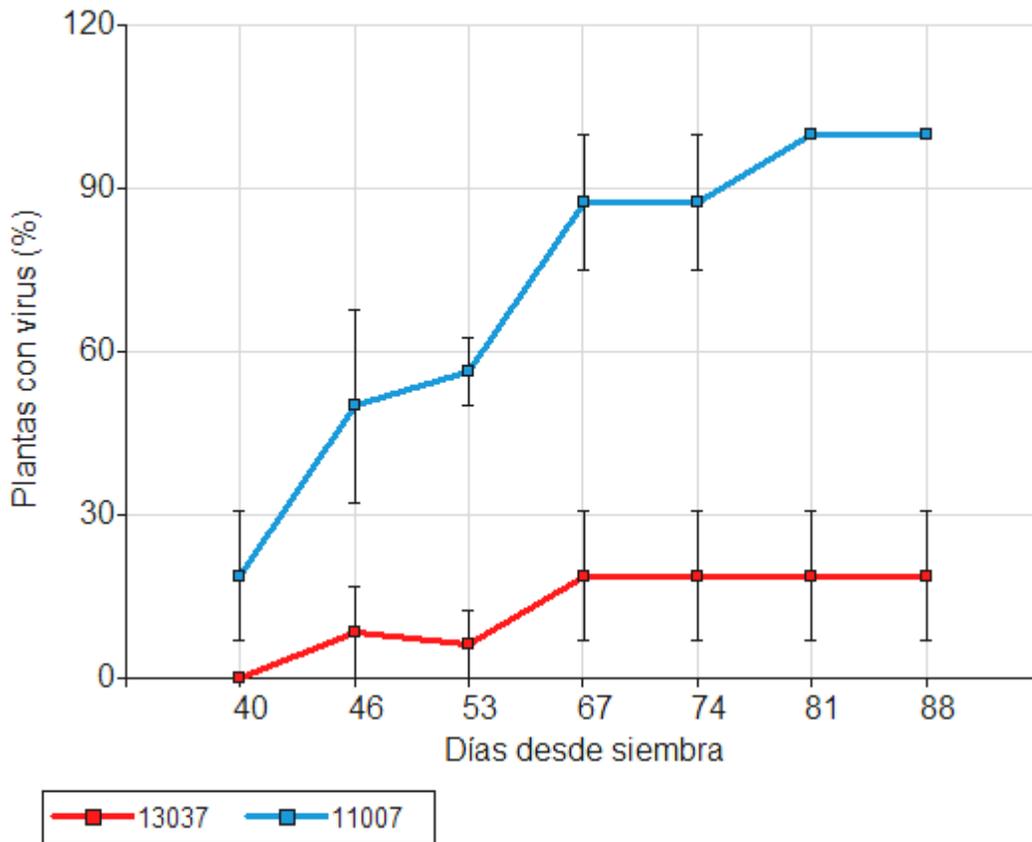
Cuadro 12. Proporción de plantas con virus por clon

clon	% plantas con virus
14098	0 a
Arequita	0 a
05012.3	0 a
04033.1	0 a
Daymán	0 a
Guaviyú	1 ab
13037	12 b
11007	76 c

Letras distintas indican diferencias significativas (Tukey $\alpha = 0,05$).

El clon 13037 presentó un aumento (10%) en la proporción de plantas con virus entre los 40 y 46 dds que se mantuvo durante una semana, luego se observa un segundo incremento de plantas afectadas con virus (20%), que se mantiene hasta el final del periodo de monitoreo, la proporción de plantas afectadas se duplicó en 35 días. Esto puede deberse al aumento en la población del vector. El clon 11007 presentó comportamiento similar en cuanto a los momentos que aumenta la proporción de plantas afectadas, pero cinco veces mayor con respecto a la proporción de plantas afectadas al momento

inicial. A los 46 dds, este clon ya había alcanzado 50 % de plantas con virus, se observa un tercer momento de aumento a los 74 dds (90 % de plantas afectadas), alcanzando el 100 % al finalizar el monitoreo.



Media \pm desvíos estándar, n.

Figura 10. Evolución del número de plantas (%) con síntomas de virus

La evaluación se realizó por medio de la observación de síntomas genéricos asociados a virus como clorosis general, achaparramiento, colores rojizos, hojas abarquilladas. Visualmente se observaron síntomas de *leafroll*, pero no fue determinado serológicamente. No hubo presencia de PVY ya que la inmunidad a PVY es una de las exigencias que tiene el programa de mejoramiento del cultivo. Los dos materiales tenían el mismo número de multiplicaciones, por lo que se demuestra diferencias en susceptibilidad a virus.

Arequita y Daymán mostraron ser susceptibles a *P. infestans* y la variedad Guaviyú mostró resistencia a tizones de acuerdo con lo reportado por

Vilaró et al. (2013). Los clones 04033,1 y 14098 se destacaron por presentar comportamiento similar a Guaviyú en lo que refiere a *P. infestans* y no presentan síntomas de *A. solani* por lo que podrían estar mostrando resistencia a ambos tizones.

Los clones 11007 y 13037 tuvieron mayor susceptibilidad frente a *P. infestans* y *A. solani*, quienes además presentaron afección por virus.

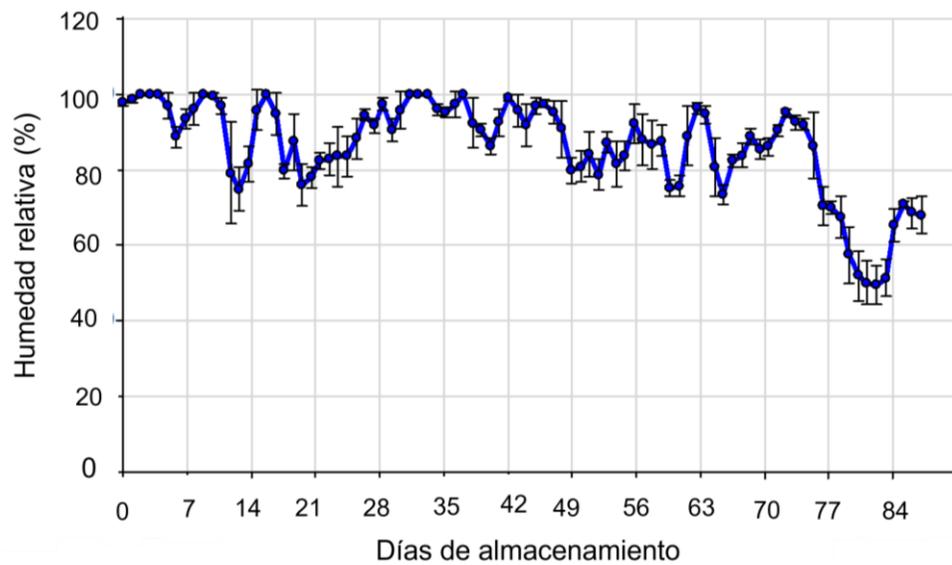
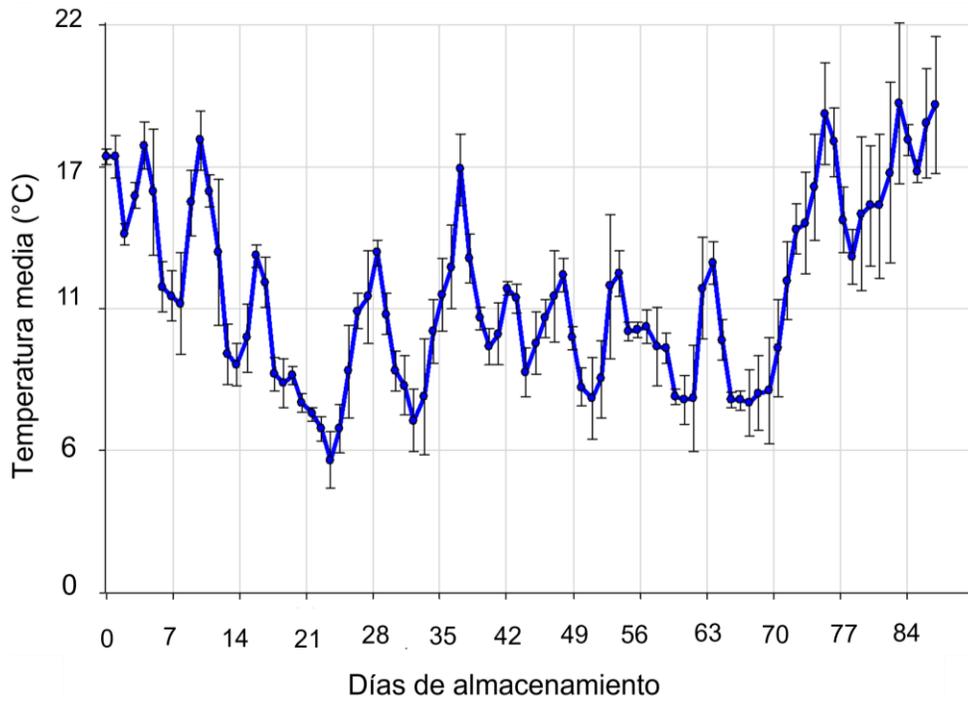
El rendimiento del clon 11007 fue bajo (10558 kg/ha), explicado por la alta proporción de plantas afectadas por virus y en una etapa temprana del cultivo (40 dds, Figura 10, Cuadro 12). Se observó además que este clon presentó alta proporción de tejido afectado por *P. infestans* y *A. solani*.

El genotipo 13037 (17098 kg/ha) obtuvo un rendimiento intermedio. Dicho rendimiento podría explicarse por la menor cantidad de plantas afectadas por virus (12%), además de menor proporción de tejido afectado por *P. infestans* (8%). Este buen comportamiento se obtuvo aún con un alto número de multiplicaciones (Cuadro 9) lo que permite identificarlo como un material promisorio para continuar su mejoramiento.

4.1.4. Atributos de calidad

4.1.4.1. Condiciones ambientales de almacenamiento

Durante el período de curado de la papa (14 días) la temperatura fue de 9 a 17 °C con 75 a 100% HR, encontrándose durante 2/3 del tiempo, en condiciones óptimas (12 a 15 °C y > 90° HR, Figura 11). Durante el periodo siguiente de almacenamiento, la temperatura se encontró por encima (6 a 18 °C) de las condiciones óptimas para consumo (5 a 6 °C), mientras la HR se encontró cercana a la óptima (90 %) a excepción de las últimas 2 semanas que fue menor a 80 % (Crisci, 1992). A partir de los 70 días de almacenamiento la temperatura aumentó (de 8 a 18 °C) acercándose a la óptima de brotación (18 °C).



Media \pm EE, n= 24.

Figura 11. Arriba. Temperatura media diaria durante el periodo de almacenamiento de los genotipos evaluados. Abajo. Humedad Relativa media durante el periodo de almacenamiento de los genotipos en evaluación

4.1.4.2. Evolución de pérdida de peso acumulada de los clones almacenados

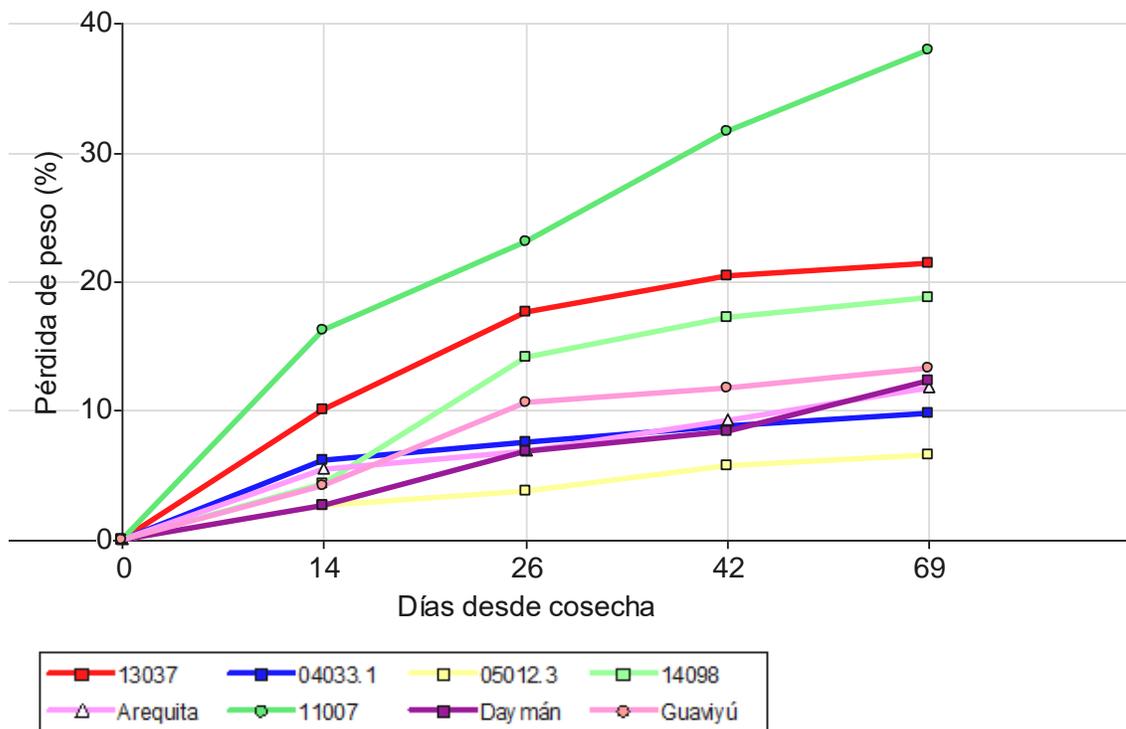
Hubo diferencias en las pérdidas de peso acumuladas (PPA) de los diferentes genotipos desde el momento de cosecha y durante todo el periodo de almacenamiento.

Cuadro 13. Pérdida de peso acumulada (%) de clones y variedades de papa en cuatro momentos del almacenamiento

clones	pérdida de peso (%)			
	días desde cosecha			
	14	26	42	69
05012.3	2,65± 0,26 a	3,80 ± 0,06 a	5,68 ± 0,12 a	6,55 ± 0,10 a
Daymán	2,67 ± 3,14 a	6,81 ± 0,16 ab	8,36 ± 0,08 ab	12,28 ± 0,07 a
Guaviyú	4,15 ± 3,17 a	10,64 ± 0,16 ab	11,79 ± 1,27 ab	13,32 ± 0,18 a
14098	4,35 ± 1,49 a	14,06 ± 2,57 ab	17,18 ± 1,43 ab	18,79 ± 1,00 ab
Arequita	5,51 ± 5,88 ab	6,86 ± 11,19 ab	9,19 ± 2,10 ab	11,72 ± 0,56 a
04033.1	6,10 ± 4,00 ab	7,52 ± 5,23 ab	8,78 ± 1,69 ab	9,80 ± 3,53 a
13037	10,05 ± 6,59 ab	17,58 ± 15,79ab	20,45 ± 9,79 ab	21,40 ± 4,90 ab
11007	16,25 ± 8,632 b	23,10 ± 5,59 b	31,56 ± 5,40 b	37,95 ± 7,30 b

Media ± DE (n = 4). Letras iguales dentro de la misma columna indican que no hay diferencias estadísticas (Tukey. $p \leq 0.05$).

Al final del periodo de almacenamiento se diferencian 3 grupos de acuerdo con la PPA, un grupo con menor PPA que varía de 6,55 a 13,32 % (clones 05012.3, 04033.1, Daymán, Guaviyú y Arequita), otro grupo que presenta la mayor PPA, 37,95 % (clon 11007), y un grupo intermedio, de 18,79 a 21,4% (clones 14098 y 13037) que no se diferencian de los grupos de menor y mayor PPA.



Media \pm DE, n= 20.

Figura 12. Evolución de pérdida de peso acumulado de los diferentes clones en evaluación

Durante el primer mes de almacenamiento se dieron las mayores PPA, comprendidas entre 3,7% a 23,6% PPA según clon (14% promedio), mientras que en el segundo mes las PPA fueron menores, 2% a 15% (9% promedio).

Dentro de las PP del primer mes se encuentran la PP por deshidratación que ocurre durante los primeros 15 días de almacenamiento, relacionados a la formación de peridermis durante el proceso de curado de los tubérculos. Se destaca el clon 11007 quien presentó durante este período (14 días), mayores PP, explicado por mayores pérdidas por pudriciones. Este clon

durante todo el periodo de almacenamiento presentó mayores PP por pudrición, resultando ser un clon de baja calidad para conservación (Figura 13). Si bien el clon 11007 presentó el mayor nivel de PPA (37,95 %) durante todo el periodo de almacenamiento, no se diferenció del clon 13037 (21,40 %). El clon 14098, al inicio (14 ddc), presentó 4 veces menos de PPA (4,35 %), pero al final del almacenamiento las diferencias tampoco fueron significativas (18,79 %) en comparación con el clon 11007.

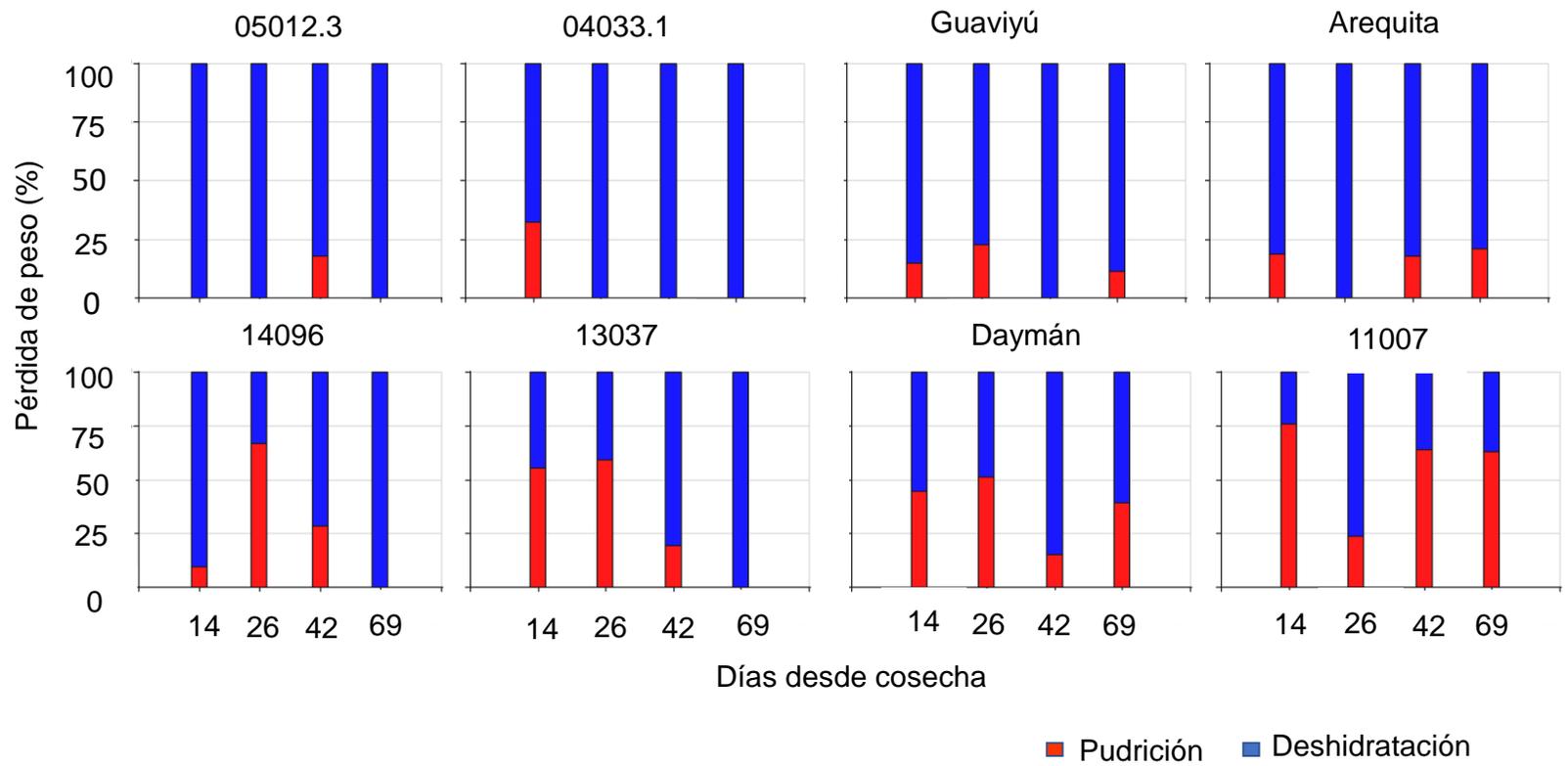


Figura 13. Proporción del PP por causa de deshidratación y pudrición según clon

Se distinguieron dos grupos de acuerdo con la pérdida de peso por deshidratación. En los clones 05012.3, 04033.1, Guaviyú y Arequita, la pérdida de peso por deshidratación fue la principal causa de PPA (mayor a 80 %). En un segundo grupo, la deshidratación explicó el 60 a 80% de todas las causas de pérdida de peso para los clones 11007, Daymán, 14098 y 13037 (Anexo 3).

En los clones 11007 y 13037 la alta proporción de pérdida por pudrición podría atribuirse a la alta severidad de *P. infestans* registradas en las plantas durante el cultivo (Figura 8). Además, en el almacenamiento la HR se mantuvo por encima de 85%, con temperaturas fluctuantes entre 7 y 18 °C ocasionándose condensación de agua y favoreciendo el desarrollo de esta enfermedad (Pumisacho y Sherwood, 2002).

En el clon 14098 la PPA se explica en mayor proporción por la deshidratación de los tubérculos porque al momento de la cosecha sus tubérculos estaban aún inmaduros, causado por el menor desarrollado de súber y peridermis lo que ocasiona la pérdida más abundante y rápida de agua (Pumisacho y Sherwood, 2002).

Los clones se conservaron en iguales condiciones de temperatura y HR por el cual se podría decir que las diferencias encontradas en PP están vinculadas a características genéticas que definen la resistencia a *P. infestans* y período de crecimiento y maduración de los tubérculos.

4.1.4.3. Evolución del peso específico (PE) y contenido de materia seca (MS) a lo largo del período de evaluación

Se observaron diferencias en MS y PE entre los clones.

Cuadro 14. Materia seca (MS) y peso específico (PE) de los diferentes clones a cosecha, fin de curado y almacenamiento de los tubérculos

clon	Días post cosecha					
	0		15		45	
	MS	PE	MS	PE	MS	PE
14098	14,0 a	1,0410 a	13,7 a	1,0436 a	14,6 a	1,0478 a
13037	16,7 ab	1,0571 b	16,0 ab	1,0453 a	16,1 ab	1,0585 ab
Arequita	16,4 ab	1,0574 b	16,4 abc	1,0567 b	16,4 ab	1,0575 ab
Daymán	16,8 ab	1,0571 b	17,2 bc	1,0607 bc	17,8 abc	1,0608 ab
11007	15,7 ab	1,0580 bc	15,7 ab	1,0602 bc	17,8 abc	1,0575 ab
04033.1	17,7 bc	1,0602 bc	18,4 bc	1,0652 bcd	18,3 bc	1,0633 b
05012.3	18,4 bc	1,0673 bc	17,9 bc	1,0685 cd	19,5 bc	1,0655 b
Guaviyú	20,4 c	1,0693 c	19,5 c	1,0713 c	20,5 c	1,0840 c
media	17,0		16,9		17,6	
EE	0,63		0,64		0,78	

Media \pm DE (n = 5). Letras iguales dentro de la misma columna indican que no hay diferencias estadísticas (Tukey $p \leq 0.05$).

Jansky (2009) menciona que el PE se encuentra influenciado por condiciones climáticas como temperatura, tipo de suelo, disponibilidad de agua y fertilización. Estos factores no estarían influyendo en el ensayo realizado ya que los diferentes clones fueron sembrados en mismo lugar, por lo que las diferencias encontradas en contenido de MS y PE entre los clones serían de carácter genético.

Considerando el análisis estadístico se distinguen 3 grupos con diferencias en el contenido de MS, uno con el mayor contenido, entre 18 % y 20,4 % (Guaviyú, 04033.1 y 05012.3), otro grupo con bajos niveles de MS 14 % (14098) y un tercer grupo con niveles intermedios entre los anteriormente mencionados, con valores entre 15,7 % y 16,8 % representados por los clones Daymán, Arequita, 13037 y 11007 (Cuadro 14).

De acuerdo con la clasificación por contenido de MS y aptitud de uso de papa descripto por Cacace et al. (1994), la variedad Guaviyú tiene alto

contenido de MS (mayor a 20 %). Los clones 04033.1 y 05012.3 presentan nivel medio de MS (entre 18 % y 19,9 %), mientras que los clones 13037, 14098, 11007, Arequita y Daymán presentaron contenido bajo de MS (<17,9). De acuerdo con Román y Hurtado (2002), todos los clones se consideran de calidad regular para industria y con mejor aptitud de uso doméstico. Estos autores también consideran que el contenido de MS podría estar influenciado por la madurez de la cosecha. El clon 14098 se mostró durante todo el ciclo más atrasado en sus etapas fenológicas con respecto a los demás clones por lo que su bajo contenido de MS podría atribuirse a su estado menos maduro.

Álvarez y Canet (2009) mencionan que existe correlación entre contenido de almidón, PE y MS. En el Cuadro 14 se puede observar que los clones con mayor contenido de MS coinciden con los de mayor PE y viceversa, presentando una correlación de 0,74. Por otro lado se sabe que el PE es afectado por variables como estación de crecimiento, condiciones climáticas, tipo de suelo por lo que no se puede considerar sólo este parámetro para seleccionar.

Andreu y Da Silva (2007) refieren a que variedades con PE menor a 1,07 serían más aptas para consumos en fresco, mientras que variedades con PE mayor o igual a 1,080 se adaptarían mejor a procesamiento. En este sentido la variedad Guaviyú en la última fecha de muestreo presentó un PE de 1,0840 lo que indicaría ser apta para procesamiento para fritura. Esto es coincidente con lo reportado por Vilaró (2003) que clasifica a la variedad Guaviyú con aptitud de uso para bastones para fritura. Las variedades Arequita y Daymán presentaron contenido de MS de 16,4 % y 16,8 % respectivamente estando estos valores dentro de los rangos citados por Vilaró et al. (2014).

4.1.4.4. Evaluación del color de piel y pulpa de los diferentes clones

Fernández et al. (2010) manifiestan que los consumidores de papa seleccionan la papa en primer lugar por su forma, posteriormente por características visuales como color, brillo de cáscara y por el precio de compra, siendo de menor interés las características de composición interna. Mientras que los requisitos de la industria para bastón son, forma oval-alargada, calibre mayor a 55 mm, materia seca 20 % y resistencia al oscurecimiento en crudo y cocido (Gallego et al., 2006).

El color y la luminosidad son atributos de la calidad estética apreciados por el consumidor. Valores más alto de luminosidad indican que el color de la cáscara es más luminoso, lo que se asocia en el consumidor a una papa más fresca y nueva. Al mismo tiempo los clones de cáscara “blanca” tienen en general valores de L* más alto.

Cuadro 15. Luminosidad, tono (°hue) y croma del color de cáscara y pulpa de los diferentes clones evaluados

Color			
cáscara			
clones	luminosidad (L*)	tono (°hue)	croma (C*)
13037	30,92 ± 0,66 a	6,47 ± 0,83 a	29,45 ± 0,61 bcd
05012.3	35,94 ± 0,74 c	24,69 ± 0,91d	25,32 ± 0,67 d
14098	33,93 ± 0,72 bc	15 ± 0,88 c	29,68 ± 0,65 cd
11007	30,89 ± 0,66 a	8,80 ± 0,81 a	31,51 ± 0,60 d
Arequita	34,68 ± 0,68 bc	12,26 ± 0,83 bc	26,84 ± 0,61 ab
Daymán	32,59 ± 0,68 ab	8,16 ± 0,83 a	29,12 ± 0,61 bcd
04033.1	55,31 ± 0,66 d	89 ± 0,81 e	29,17 ± 0,60 bcd
Guaviyú	60,81 ± 0,66 e	85,15 ± 0,81 e	27,80 ± 0,60 abc
CV	7,45	11,14	9,33
pulpa			
13037	62,48 ± 0,59 c	98,91 ± 0,61 bcd	9,72± 0,26 cd
05012.3	60,82 ± 0,65 abc	100,42± 0,67cd	7,98 ± 0,28 b
14098	61,58± 0,63 bc	99,66± 0,65 cd	7,21 ± 0,27 ab
11007	62,92 ± 0,58 c	101,32± 0,60 d	6,67 ± 0,25 a
Arequita	58,27 ± 0,59 a	100,12 ± 0,61 cd	9,23± 0,26 c
Daymán	61,02± 0,59bc	96,84± 0,61 ab	7,16 ± 0,26 ab
04033.1	60,0± 0,58 ab	97,83± 0,60 abc	10,63± 0,25 d
Guaviyú	61,87± 0,58 bc	95,42 ± 0,60 a	10,61 ± 0,25 d
CV	4,22	2,7	13,01

Media ± DE (n = 5). Letras iguales dentro de la misma columna indican que no hay diferencias estadísticas (Tukey p ≤ 0.05).

La luminosidad del color de la cáscara de los clones evaluados se puede agrupar en aquellos de menor luminosidad clones 13037, 11007 y Daymán con valores de L* entre 31 y 33, de luminosidad intermedia los clones

14098 y 05012.3, y Arequita con valores de L^* entre 34 y 36, y los de mayor luminosidad 04033.1 y Guaviyú (L^* 55 a 61). García et al. (2015) han reportado valores de luminosidad del color de la cáscara en 20 variedades o clones de papa en un rango de 52,95 a 66,81, valores que se asemejan al grupo que presentó mayor luminosidad en el trabajo actual.

La luminosidad del color de la pulpa de la variedad Arequita fue el más bajo (58,27) no diferenciándose entre sí los demás clones (60,00 al 62,92). Si bien estos valores son cercanos a algunos de los publicados por Silveira (2020), ellos reportan valores mayores aún que oscilan entre 60 y 67 en pulpa de papa cruda.

El tono del color rojo intenso es una característica buscada ya que son preferidas a nivel de mercado y obtienen mejor precio para el productor. El tono del color de la cáscara fue próximo al rojo púrpura ($\leq 10^\circ$ hue) en los clones 13037 y 11007 y la variedad Daymán. Los clones 05012.3, 14098 y Arequita, presentaron valores mayor de tonos de color rojo ($>10 <25^\circ$ hue). Las variedades de cáscara “blanca” tuvieron tonos de color más cercanos al amarillo ($\geq 80 <120^\circ$ hue). La cáscara de las variedades Guaviyú y Arequita presentan menor saturación del color (C^* , Cuadro 15).

El tono del color de la pulpa de los clones evaluados fue de 97 a 101 $^\circ$ hue indicando pulpas de diferentes tonos amarillos (crema). Los clones evaluados pueden agruparse por el tono del color de la pulpa en papas de pulpa más amarilla Arequita, clones 13037, 05012.3, 14098, 11007 (99 a 101 $^\circ$ hue) y menos amarillas Daymán y clones 04033.1 y Guaviyú (95 a 98 $^\circ$ hue). El color amarillo en la pulpa de la papa es un indicador de la presencia de carotenoides entre los cuales el color amarillo es característico de la luteína (Burgos et al., 2012).

La variedad Guaviyú y el clon 04033.1 presentaron pulpa con menos tono amarillo intenso ($C^*10,6$).

La medición instrumental del color de la cáscara y pulpa de los clones evaluados permitió tener valores objetivos del color que podrían ser utilizados para definir el color mencionado en la escala visual.

4.1.4.5. Evaluación visual de los diferentes clones

Cuadro 16. Evaluación participativa de las características externas e internas de la papa para los diferentes clones

Criterio	Clones							
	13037	04033.1	05012.3	14098	11007	Arequita	Guaviyú	Daymán
color piel	rojo intenso	crema	rosado	rojo intenso	rojo intenso	rojo	crema	rojo intenso
forma	redonda oval	alargada	alargada	redonda	redonda	redonda oval	redonda oval	redonda oval
profundidad ojos	intermedio	superficial		superficial	superficial	superficial	superficial	intermedio
uniformidad forma	1	1	2	1	1	1	1	1
calidad piel	lisa	áspera	intermedia a áspera	lisa	lisa	intermedia	intermedia	lisa
“doble piel”	no	no	no	no	no	no	no	no
color pulpa	amarilla	crema	crema	blanca	blanca a crema	crema a amarilla	blanco a crema	blanca
persistencia estolón	algunos	baja	baja	algunos	persistente	bajo	baja	persistente
valoración general	bueno	muy bueno	muy bueno	regular	regular	bueno	muy bueno	muy bueno



Figura 14. Clones estudiados (forma, color de piel y pulpa) cosecha otoño 2019

En la evaluación visual se percibió a los clones 13037, 14098, 11007 y Daymán con un color rojo intenso coincidiendo con los valores del color obtenidos instrumentalmente con el colorímetro, que indican color cercano a rojo púrpura. La evaluación del color con la escala visual permitió diferenciar a Arequita y 05012.3 por un tono de color rojo y rosado respectivamente, coincidiendo con los valores de tono y saturación obtenidos con colorímetro (Cuadro 16 y Figura 13).

En lo que refiere a tono de pulpa se percibieron tres colores diferentes dentro de clones de cáscara roja; crema, amarillo y blanca Guaviyú y clon 04033.1 se clasificaron como de color crema, diferenciándose los demás clones.

La mayoría de los clones se clasificaron con la forma de tubérculo redonda oval (13037, Arequita, Guaviyú y Daymán), dos clones se clasificaron como alargados (04033.1 y 05012.3) y los demás clones como redondos (14098 y 11007, Cuadro 16 y Figura 13).

Para una valoración general de los materiales evaluados, se consideró en conjunto el comportamiento en el campo (resistencia a enfermedades, vigor), el rendimiento y las características de las plantas y de los tubérculos evaluadas visualmente. Los clones 04033.1, 05012.3, Guaviyú y Daymán se calificaron como muy buenos y los clones 14098 y 11007 como regulares.

5. CONCLUSIONES

La metodología empleada y las evaluaciones realizadas permitieron caracterizar en detalle el comportamiento agronómico, la resistencia a enfermedades, las pérdidas durante el almacenamiento y la aptitud de uso de los clones evaluados.

El clon 14098 fue incluido como un material de dormición corta. La emergencia a los 37 días desde siembra confirma que la clasificación inicial no era correcta, no adaptándose al doble ciclo primavera-otoño.

Los clones de dormición corta 11007 y 13037 y la variedad Guaviyú presentaron rendimientos comparables a Daymán aun teniendo cinco multiplicaciones previas sin recambio de semilla. Esto indica un alto potencial rendimiento si se renueva la semilla y adecúa el manejo a las características particulares de cada clon. Estos resultados muestran asimismo la adaptación de estos materiales a las condiciones locales de producción.

Los clones 11007 y 13037 presentaron alta proporción de plantas con virus. Si bien la resistencia a PVY posibilita realizar algunas multiplicaciones adicionales, la incidencia de otros virus y la carga de patógenos de suelo disminuyen el rendimiento. El clon 11007 presentó alta afección de virus, además de presentar mayor incidencia de *P. infestans* y *A. solani*. Estos clones fueron los que presentaron mayores pérdidas acumuladas durante el almacenamiento debido fundamentalmente a pudriciones.

Se destacan los clones 05012.3 y 04033.1 por presentar mayor rendimiento de papa consumo, adaptándose al ciclo corto de otoño realizado (90 días) y no diferenciándose de las variedades testigo Guaviyú, Daymán y Arequita. Se observa además alta proporción de tubérculos de tamaño grande, por lo que se podría considerar alguna medida de manejo, como ajustar densidad de siembra para obtener tubérculos comerciales de tamaño medio.

Considerando los valores de materia seca (MS) y peso específico (PS), a excepción de Guaviyú, los clones presentaron aptitud para su consumo fresco. El mayor valor de MS y PE de Guaviyú indica que podría tener calidad para industrialización.

La caracterización realizada brinda elementos objetivos cuantitativos, para contribuir a la selección de los clones. Asimismo, las observaciones realizadas durante el crecimiento del cultivo (hábito, vigor, momento de floración), la evaluación de resistencia a enfermedades, la clasificación del

rendimiento según tamaño, y la evaluación postcosecha, contribuyen elementos para el ajuste del manejo de cada clon.

6. RESUMEN

A nivel nacional, la papa constituye el principal cultivo hortícola en producción y consumo. Dadas las características climáticas del país y las demandas del cultivo es posible la producción de dos ciclos por año, primavera y otoño. Desde INIA se han generado clones con dormición corta y media con el fin de permitir el doble ciclo primavera-otoño. Esta característica sumada a que los clones presentan inmunidad a virus Y, permitiría aumentar el número de multiplicaciones con semilla propia y contar con materiales adaptados a las condiciones locales de producción. El trabajo tuvo como objetivo caracterizar cinco clones del programa de mejoramiento en papa de INIA utilizando como testigo tres variedades locales. Se realizó un ensayo comparativo en el Centro Regional Sur de la Facultad de Agronomía en la zafra de otoño de 2019. Las variables medidas fueron: emergencia, número de tallos promedio, hábito, floración y senescencia durante el crecimiento del cultivo. Los tubérculos cosechados se clasificaron según tamaño, semilla, consumo y descarte. Luego de la cosecha, se instaló por 70 días un nuevo ensayo para evaluar el comportamiento postcosecha. Se evaluó la pérdida de peso acumulada quincenalmente, contenido de materia seca (MS), peso específico (PE), color de pulpa y de piel. Se encontraron diferencias en las evaluaciones durante el crecimiento del cultivo, atribuidas en gran medida a diferentes estados de brotación de los tubérculos. Al momento de cosecha se evaluó el rendimiento comercial, de semilla y los descarte (kg/ha) de cada clon. Los clones 05012.3, 04033.1 y las variedades testigo obtuvieron los mayores rendimientos. El nivel de rendimiento se asoció al número de multiplicaciones que presentaron los clones y al nivel de afección de enfermedades en el cultivo. Se caracterizó el comportamiento de los clones frente a *P. infestans*, *A. solani* y virus. Se destacó el clon 14098 por presentar baja incidencia de enfermedades asociado a un ciclo más tardío, y los clones 13037 y 11007 por presentar mayor incidencia de enfermedades. En almacenamiento los mismos clones presentaron altas pérdidas de peso acumulado, dadas en mayor proporción por pudriciones. Considerando MS y PE todos los clones presentaron mejor aptitud para consumo en fresco, a excepción de Guaviyú que podría utilizarse para industrialización.

Palabras clave: Papas; Clones; Caracterización de genotipos; Selección.

7. SUMMARY

Potato constitutes at national level, the main horticultural crop in production and consumption. Given the climatic characteristics of the country and demands of the crop, it is possible to produce two cycles in a year, spring and autumn. From INIA, clones with short and medium dormancy have been generated to allow the double spring-autumn cycle. This characteristic, plus the fact that the clones present immunity to virus Y, would allow an increase in the number of multiplications with their own seed and to have materials adapted to the local conditions of production. The objective of the work was to characterize five clones from INIA potato breeding program using three local varieties as controls. A comparative trial was carried out in South Regional Center of the Faculty of Agronomy in the autumn harvest of 2019. The variables measured were emergence, average number of stems, habit, flowering and senescence during crop growth. The harvested tubers were classified according to size, seed, consumption and discard. After harvest, a new test was installed to evaluate the postharvest behavior, for the next 70 days. Accumulated weight loss, dry matter content (DM), specific weight (SW), pulp and skin color were evaluated each fifteen days. Differences were found in evaluations during crop growth, largely attributed to different sprouting stages of the tubers. At harvest time, the commercial, seed and discard yields (kg / ha) of each clone were evaluated. Clones 05012.3, 04033.1 and control varieties obtained the highest yields. Level of yield was associated with the number of multiplications presented by the clones and level of disease involvement in the culture. Clones behavior was characterized against *P. infestans*, *A. solani* and viruses. Clone 14098 stood out for presenting a low incidence of diseases associated with a later cycle, and clones 13037 and 11007 for presenting a higher incidence of diseases. In storage, these clones presented high accumulated weight losses, caused in a greater proportion by rotting. Considering DM and SW, all clones showed better aptitude for fresh consumption, except Guaviyú, which could be used for industrialization.

Keywords: Potatoes; Clones; Genotype characterization; Selection.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, G. 2008. Fitopatología. 2ª. ed. México, Limusa. 856 p.
2. Aldabe, L. 2001a. Bases para la producción de semilla de papa. In: Aldabe, L.; Aldabe, R.; Borde, J.; Carballo, R.; Curbelo, L.; De Los Santos, M.; Díaz, L.; Etchebarne, C.; Fernández, D.; Tozzi, D.; Molinelli, C.; Proto, J.; Verdier, E.; Vilaró, F.; Zink, R. eds. Producción de semilla de papa en Uruguay. Montevideo, Uruguay, PREDEG. pp. 19-27 (Serie Técnica no. 6).
3. _____.; Aldabe, R.; Borde, J.; Carballo, R.; Curbelo, L.; De Los Santos, M.; Díaz, L.; Etchebarne, C.; Fernández, D.; Tozzi, D.; Molinelli, C.; Proto, J.; Verdier, E.; Vilaró, F.; Zink, R. eds. 2001b. Producción de semilla de papa en Uruguay. Montevideo, Uruguay, PREDEG. 119 p. (Serie Técnica no. 6).
4. _____.; Carballo, S.; Vilaró, F.; Cesares, J.; Gemelli, F. 2003. Calidad de consumo en variedades de papa. Aptitud culinaria en variedades de papa. (en línea). In: Jornada Mercado Modelo (2003, Montevideo). Memorias. Montevideo, s.e. s.p .Consultado 10 jun. 2021. Disponible en http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/lb/pol/2003/calidad_papa.pdf
5. Alvarez, M.; Canet, W. 2009. Thermal Processing and Quality Optimization. In: Singh, J.; Kaur, L. eds. Advances in Potato Chemistry and Technology. New York, Academic Press. pp. 163-219.
6. Andreu, M.; Da Silva P. 2007. Asociación entre el color de la peridermis de la papa con características de importancia industrial. Agricultura Técnica. 67(1):72-77.
7. Borba, N. 2008. La papa un alimento básico posibles impactos frente a introducción de papa transgénica. Montevideo, RAP-AL. 11 p.
8. Burgos, G.; Amoros, W.; Salas, E.; Munoa, L.; Sosa, P.; Díaz, C.; Bonierbale, M. 2012. Carotenoid concentrations of native Andean potatoes as affected by cooking. Food Chemistry. 133(4):1131-1137.

9. Cacace, J.; Huarte, M.; Monti, M. 1994. Evaluation of potato cooking quality in Argentina. *Potato Research*. 71(3):145-153.
10. Caldiz, D.; Clua, A.; Beltrano, J.; Tenenbaum, E. 1998. Ground cover, photosynthetic rate and tuber yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) crops from seed tubers with different physiological age modified by foliar applications. *Potato Research*. 41(1):175-186.
11. _____. 2009. Physiological age research during the second half of the twentieth century. *Potato Research*. 52(4):295-304.
12. Campbell, C. 1998. Disease progress in time: modelling and data analysis. In: Cooke, B.; Gareth, D.; Kaye, B. eds. *The epidemiology of plant diseases*. Dublin, Springer. pp. 42-72.
13. Carballo, R. 2001. Algunos conceptos a considerar en el manejo de áfidos en la producción de papa semilla. In: Aldabe, L.; Aldabe, R.; Borde, J.; Carballo, R.; Curbelo, L.; De Los Santos, M.; Díaz, L.; Etchebarne, C.; Fernández, D.; Tozzi, D.; Molinelli, C.; Proto, J.; Verdier, E.; Vilaró, F.; Zink, R. eds. *Producción de semilla de papa en Uruguay*. Montevideo, Uruguay, PREDEG. pp. 41-46 (Serie Técnica no. 6).
14. CIP (Centro Internacional de la Papa, PE). 2006. Procedures for standard evaluation trials of advanced potato clones. Lima. 144 p.
15. Colnago, P.; González, P.; Noguez, M.; Bentancur, O.; Galván, G. 2012. Evaluación de la respuesta a *Peronospora destructor* (Berk.) Casp. en el germoplasma local de cebolla en Uruguay. *Agrociencia (Uruguay)*. 16 (1):33-44.
16. _____.; Vilaró, F.; González, P. 2019. Production and multiplication of national potato varieties in family farming system. *Revista Latinoamericana de la Papa*. 23 (2):74-79.
17. Cortez, M.; Hurtado, G. 2002. Cultivo de la papa. (en línea). Arce, CENTA. 34 p. Consultado 17 abr. 2021. Disponible en <http://www.centa.gob.sv/docs/guías/hortalizas/Guia%20Papa.pdf>
18. Crisci, C.; Vilaró, F. 1983. Virus y agentes relacionados en cultivos de papa del Uruguay. *CIAAB. Investigaciones Agronómicas*. 4(1):59-61.

19. _____. 1992. Almacenamiento de papa. Montevideo, INIA. 24 p. (Serie Técnica no. 23).
20. _____.; Vilaró, F. 1993. Aportes tecnológicos para el cultivo de papa. Montevideo, INIA. 32 p. (Boletín de Divulgación no. 32)
21. De Haan, S.; Forbes, A.; Amoros, W.; Gastelo, M.; Salas, E.; Hualla, V.; De Mendiburu, F.; Bonierbale, M. 2014. Metodologías de evaluación estándar y manejo de datos de clones avanzados de papa. Lima, Perú, CIP. 44 p.
22. _____.; Salas, E.; Fonseca, C.; Gastelo, M.; Amaya, N.; Bastos, C.; Hualla, V.; Bonierbale, M. 2017. Selección participativa de variedades de papa (SPV) usando el diseño mamá y bebé: una guía para capacitadores con perspectiva de género. Lima, Perú, CIP. 82 p.
23. De Los Santos, M. 2001. Uso y producción de papa semilla en el Uruguay. In: Aldabe, L.; Aldabe, R.; Borde, J.; Carballo, R.; Curbelo, L.; De Los Santos, M.; Díaz, L.; Etchebarne, C.; Fernández, D.; Tozzi, D.; Molinelli, C.; Proto, J.; Verdier, E.; Vilaró, F.; Zink, R. eds. Producción de semilla de papa en Uruguay. Montevideo, Uruguay, PREDEG. pp. 10-16 (Serie Técnica no. 6).
24. Dogliotti, S.; Colnago, P.; Galván, G.; Aldabe, L. 2011. Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Montevideo, Facultad de Agronomía, 16 p.
25. Ezekiel, R.; Singh, N.; Sharma, S.; Kaur, A. 2013. Beneficial phytochemicals in potato. Food Research International. 50(2):487-496.
26. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, IT). 2008. Año internacional de la papa: el cultivo. (en línea). Roma. s.p. Consultado nov. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/cultivo.html>
27. _____. 2016. Bases de datos FAOSTAT. (en línea). Roma. s.p. Consultado abr. 2020. Disponible en <http://faostat3.fao.org/>
28. Feltran, J.; Lemos, L.; Vieites, R. 2004. Technological quality and utilization of potato tubers. (en línea). Scientia Agrícola. 61(6):593-

597. Consultado nov. 2020. Disponible en <https://www.scielo.br/j/sa/a/HMdFqxXNxcbbjw5p9JwtkXd/?lang=en>

29. Fernandes, A.; Soratto, R.; Evangelista, R.; Nardin, I. 2010. Qualidade físico-química e de fritura de tubérculos de cultivares de batata nasafr de inverno. (en línea). Horticultura Brasileira. 28 (3):299-304. Consultado set. 2020. Disponible en <https://www.scielo.br/j/hb/a/Q7VKQM8V99W6gZkgCFtSntS/?format=pdf&lang=pt>
30. Gallego, E.; Miguez, M.; De La Montaña, J. 2006. Aptitud de variedades de patata para su transformación en barritas prefritas. Ciencia y Tecnología Alimentaria. 5(3):189-194.
31. Garcia, É.; Carmo, E.; Pádua, J.; Leonel, M. 2015. Potencialidade de processamento industrial de cultivares de batatas. Ciencia Rural. 45(10):1742-1747.
32. Giménez, G.; González, M.; Rodríguez, G.; Vicente, E.; Vilaró, F. 2014. Catálogo de cultivares hortícolas 2014. Montevideo, INIA. 71 p.
33. González, M.; Rodríguez, G.; Vilaró, F. 2019. Papas INIA: opciones varietales para el escenario actual y perspectivas. Revista INIA. no. 57:9-12.
34. Henfling, J. 1987. El tizón tardío de la papa; *Phytophthora infestans*. 2ª. ed. rev. CIP. Boletín de Información Técnica no. 4. 25 p.
35. INASE (Instituto Nacional de Semilla, UY). 2014. Resultados de la evaluación nacional de cultivares de papa otoño 2014. (en línea). Canelones. 14 p. (Serie de divulgación técnica no. 21). Consultado abr. 2014. Disponible en <https://es.calameo.com/read/002993183b98c5f3ce746>
36. INIA. GRAS (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Grupo Agroclima y Sistemas de información, UY). 2019. Normales climatológicas; temperatura, precipitaciones. (en línea). Rincón del Colorado, Canelones, INIA Las Brujas. Estación Experimental "Wilson Ferreira Aldunate". Consultado jun. 2019. Disponible en <http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico>
37. Inostroza, J. 2009. Manual de la papa para la araucanía: manejo y plantación. Temuco, INIA. 114 p. (Boletín de Divulgación no. 193).

38. Janski, S. 2009. Breeding, Genetics, and Cultivar Development. In: Singh, J.; Kaur, L. eds. *Advances in Potato Chemistry and Technology*. New York, Academic Press. pp. 27-62.
39. Maeso, D. 2001. Enfermedades del cultivo de papa transmitidas por semilla: Virosis y afines. In: Aldabe, L.; Aldabe, R.; Borde, J.; Carballo, R.; Curbelo, L.; De Los Santos, M.; Díaz, L.; Etchebarne, C.; Fernández, D.; Tozzi, D.; Molinelli, C.; Proto, J.; Verdier, E.; Vilaró, F.; Zink, R. eds. *Producción de semilla de papa en Uruguay*. Montevideo, Uruguay, PREDEG. pp. 28-40 (Serie Técnica no. 6).
40. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura Y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2019a. Encuesta de papa: primavera 2018. Montevideo. 12 p. (Serie Encuestas no. 355).
41. _____. _____. 2019b. Encuesta papa: otoño 2019. (en línea). Montevideo. 17 p. Consultado mar. 2020. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/estadisticas/encuesta-papa-otono-2019>
42. Moreira, V.; Scarzella, J. 2014. Estudio de la susceptibilidad de variedades de papa a sarna común (*Streptomyces scabies* y *S. acidiscabies*) y tizón temprano (*Alternaria solani*). Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 72 p.
43. Naranjo, H. 1986. Algunas sugerencias sobre cómo debe manejar su semilla de papa. In: Curso sobre Tecnología del Cultivo y Manejo de Semilla de Papa (5°. 1986, Quito, Ecuador). Memorias. Santa Catalina, INIAP. pp. 173-186.
44. Orena, S. 2015. Manual interactivo de la papa: comportamiento fisiológico de los tubérculos durante el almacenamiento. (en línea). Osorno, INIA. s.p. Consultado mar. 2020. Disponible en <https://manualinia.papachile.cl/?page=consumo&ctn=87>
45. Pérez, W.; Forbes, G. 2008. Manual técnico: el tizón tardío de la papa. Lima, Perú, CIP. 38 p.

46. _____.; _____. 2011. Guía de identificación de plagas que afectan a la papa en la zona andina. Lima, Perú, CIP. 48 p.
47. _____.; _____. 2017. Manejo integrado de tizón tardío. FIDA. CIP. Hoja de divulgación no. 3. 4 p.
48. Pumisacho, M.; Sherwood, S. 2002. El cultivo de la papa en el Ecuador. Quito, INIAP/CIP. 231 p.
49. Rojas, J.; Alvarado, S. 2008. Control de enfermedades virales en el cultivo de papa. INIA. Boletín informativo no. 65. 8 p.
50. Román, M.; Hurtado, G. 2002. Cultivo de la papa: guía técnica. Arce, CENTA. 34 p.
51. Silveira, A.; Vilaró, F.; Kvapil, M.; Rodríguez, S.; Zaccari, F.; 2020. Caracterización físico-química y potencial para fritura de materiales genéticos de papa (*Solanum tuberosum*). Revista Chapingo. 26(2):143-157.
52. Singh, J.; Kaur, L.; Rao, M. 2009. Textural and Rheological Characteristics of Raw and Cooked Potatoes. In: Singh, J.; Kaur, L. eds. Advances in Potato Chemistry and Technology. New York, Academic Press. pp. 249-271.
53. Torres, H.; Ames, T. 1993. Tizón temprano (*Alternaria solani*): síntomas, especies, producción de inóculo y evaluación de resistencia. In: Seminario Taller el Control Integrado de las Principales Enfermedades de la Papa (1993, Bellavista, Uruguay). Memorias. Lima, CIP. pp. 27-30.
54. _____. 2002. Manual de enfermedades más importantes de la papa en Perú. Lima, Perú, CIP. 68 p.
55. Velásquez, J. 2006. Producción de tubérculo-semilla de papa en la estación experimental "Santa Catalina" del INIAP y su relación con el sector semillero nacional. In: Congreso Ecuatoriano de la Papa (2º., 2006, Santa Catalina, Ecuador). Memorias. Ambato, CIP. pp. 1-7.

56. Vilaró, F. 2001. Mejoramiento de papa y la producción de semilla. In: Aldabe, L.; Aldabe, R.; Borde, J.; Carballo, R.; Curbelo, L.; De Los Santos, M.; Díaz, L.; Etchebarne, C.; Fernández, D.; Tozzi, D.; Molinelli, C.; Proto, J.; Verdier, E.; Vilaró, F.; Zink, R. eds. Producción de semilla de papa en Uruguay. Montevideo, Uruguay, PREDEG. pp. 79-83 (Serie Técnica no. 6).
57. _____. 2003. Calidad de consumo en variedades de papa. In: Jornada Mercado Modelo (2003, Montevideo, Uruguay). Memorias. s.n.t. pp. 1-9.
58. _____.; González, M.; Rodríguez, G.; Pereyra, N.; Lenzi, A. 2013. Nuevas variedades de papa adaptadas a diferentes sistemas de producción y preferencias comerciales. Montevideo, INIA. 4 p. (Boletín de Divulgación no. 35)
59. _____.; _____.; Giménez, G.; Rodríguez, G.; Vicente, E. 2014. Catálogo de cultivares hortícolas. Montevideo, INIA. 38 p.
60. _____. _____. 2017. Papas. In: Giménez, G.; González, M.; Rodríguez, G.; Vicente, E.; Vilaró, F. eds. Catálogo de cultivares hortícolas. 2ª. ed. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 40-45 (Boletín de Divulgación no. 113).
61. Wiersema, S. 2002. Desarrollo fisiológico de tubérculos semilla de papa. In: Papa: compendio de información técnica. Lima, PE, INIA. pp. 22-33 (Serie Técnica no. 3).
62. Zaccari, F.; Cabrera, M.; Saadounb, A. 2018. Storage of Roots and Tubers. s.l., Elsevier. 7 p.
63. Zachmann, R. 1986. El tizón temprano de la papa: *Alternaria solani*. Montevideo, Hemisferio Sur/Centro Internacional de la Papa. 14 p. (Boletín de Información Técnica no. 17).

9. ANEXOS

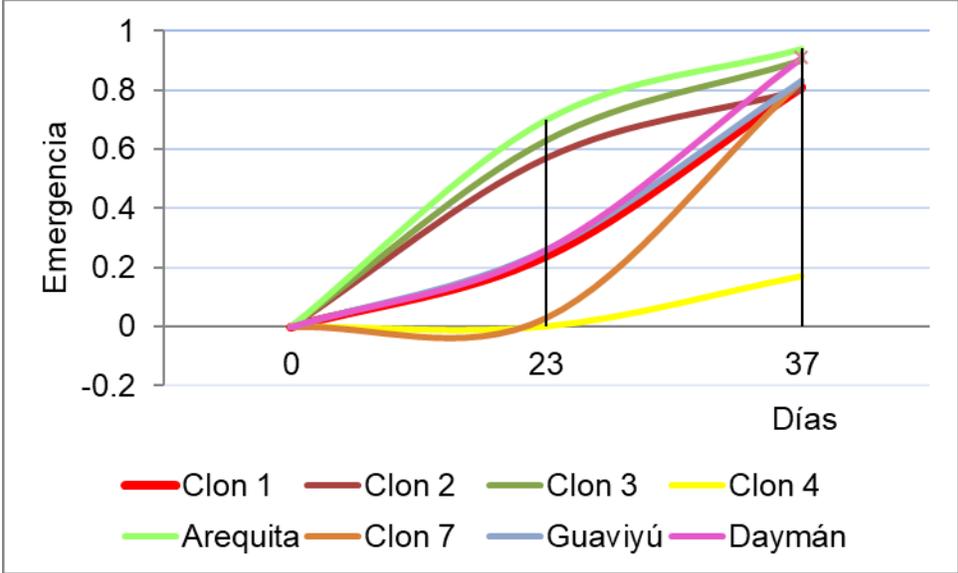
Anexo 1. Aplicaciones durante el cultivo

A continuación, se presenta un cuadro en el que se expresa fecha de aplicación, dosis y nombre de insecticidas, fungicidas y herbicidas durante el cultivo.

	fecha	producto	dosis (ha)
herbicidas	25/2	s-metolaclor linurón	1,2 l
	25/3	metribuzin	0,48 l
insecticidas	12/4	deltametrina	0,48 l
	17/ 5	imidacloprid	0,5 l
fungicidas	12/4	fluopicolide	1,4 l
	25/4	fluopicolide	1,4 l
	2/5	mancozeb+ cymoxanilo	1,5 kg
	7/5	mancozeb+ cymoxanilo	1,5 kg
	17/5	oxicloruro de cobre	2 kg/ha
	17/5	mancozeb+ cymoxanilo	1,5 kg/ha

A los 102 días de implantado el cultivo se hizo una aplicación de paraquat con el fin de arrasar el follaje, cortando el ciclo de enfermedades que podrían afectar a tubérculos y dando fin al ciclo. Se dejó sazonar la piel alrededor de 10 días y luego se cosechó.

Anexo 2. Nivel de emergencia de los diferentes genotipos



Anexo 3. Proporción de pérdida de peso acumulado por deshidratación (DHT) y pudrición (Pudric.) según momento de evaluación

genotipo	14 ddc		26ddc		42 ddc		69 ddc		pérdida de peso acumulado	
	DHT	pudric.	DHT	pudric.	DHT	pudric.	DHT	pudric.	DHT	pudric.
13037	45	55	41	59	80	20	100	0	66	34
04033.1	68	33	100	0	100	0	100	0	92	8
05012.3	100	0	100	0	82	18	100	0	96	4
14098	91	9	33	67	71	29	100	0	74	26
Arequita	81	19	100	0	82	18	79	21	86	14
11007	24	76	76	24	36	64	37	63	43	57
Daymán	56	44	49	51	85	15	60	40	62	38
Guaviyú	85	15	77	23	100	0	89	11	88	12