

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO NA
IDADE FISIOLÓGICA DA BATATA-SEMENTE**

Tese de Doutoramento em Ciências Agronómicas e Florestais

Paula Maria Fidalgo Rodrigues

Orientador: Professor Doutor Fernando Manuel Coelho Franco Martins



Vila Real, 2018

O conteúdo desta tese é da exclusiva responsabilidade da autora.

Tese apresentada para o efeito de obtenção do grau de Doutor em Ciências Agronómicas e Florestais, de acordo com o disposto no Decreto-Lei nº 207 de 25 de outubro de 2010, 2ª Série, despacho nº 16079/2010.

Orientador: Fernando Manuel Coelho Franco Martins
Professor Associado com Agregação da Universidade
de Trás-os-Montes e Alto Douro.



Paula Maria Fidalgo Rodrigues - Bolsa de
Doutoramento da Fundação para a Ciência e
Tecnologia (FCT) – PRAXIS XXI/BD/19542/99.

Sísifo

*Recomeça....
Se puderes
Sem angústia
E sem pressa.
E os passos que deres,
Nesse caminho duro
Do futuro
Dá-os em liberdade.
Enquanto não alcances
Não descanses.
De nenhum fruto queiras só metade.*

*E, nunca saciado,
Vai colhendo ilusões sucessivas no pomar.
Sempre a sonhar e vendo
O logro da aventura
És homem, não te esqueças!
Só é tua a loucura
Onde, com lucidez, te reconheças...*

Miguel Torga

*Aos meus Pais, que mesmo não estando presentes,
jamais sairão do meu pensamento e coração.*

*Aos meus filhos, Miguel e Maria, as pessoas especiais
da minha vida, que são a minha fonte de força de
vontade e persistência e a razão de todas as minhas
realizações.*

*Ao meu marido, Sérgio, companheiro presente em
todas as lutas.*

AGRADECIMENTOS

“A gratidão é a memória do coração”

Mais do que um reconhecimento, estas palavras servirão para prestar uma genuína homenagem a todos os que fizeram parte deste percurso. Foram encontrados obstáculos e desafios que se ultrapassaram por vezes graças a algumas palavras de apoio e incentivo que me motivaram a continuar. Por isso, fica aqui registado o meu agradecimento.

Ao Senhor Professor Doutor Fernando Martins, orientador científico desta tese, pelos ensinamentos transmitidos, conversas, esclarecimento de dúvidas e sugestões; pela cedência de bibliografia, revisão desta dissertação, conselhos e incentivo; pela amizade, disponibilidade, apoio, carinho e paciência em alguns momentos mais complicados.

Ao Engenheiro Adelino Bernardo, Diretor Regional Adjunto da Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte, pela cedência de bibliografia relativa à produção de batata-semente na região norte.

Ao Engenheiro Nuno Reis, pela transmissão de conhecimentos sobre a produção de batata-semente certificada da região de Montalegre.

À técnica Áurea Queirós do departamento de agronomia da UTAD, por todo o apoio prestado durante a realização dos ensaios experimentais.

À Prof^a Eugénia Figueira, o meu profundo agradecimento pela revisão do texto e amizade sempre patente.

Ao meu grande amigo e colega Alfredo Aires, pelo auxílio demonstrado, pela constante disponibilidade, pelas conversas e sugestões, por todo o apoio, carinho e incentivo e por nunca permitir que duvidasse que conseguiria. Obrigada por tudo Alfredo foste, e és, um amigo importante.

À minha amiga/irmã, Susana Mendes, pela cumplicidade e pela grande amizade desinteressada que nos une; pelos conselhos e pelas longas conversas telefónicas de motivação. Obrigada por não me deixares desviar do caminho. É reconfortante saber que posso sempre contar contigo.

Aos meus amigos, Marlene, Marta, Carlos, João Ricardo e Rui Pedro, pela amizade sempre presente, pelas palavras reconfortantes e motivadoras e pelo afeto demonstrado. Mesmo estando distante de alguns de vós, continuo a sentir presente a vossa amizade e carinho. Obrigada, continuais a ser importantes na minha vida.

A todos os colegas do Laboratório de Solos e Plantas da UTAD, na pessoa do responsável, Professor Doutor João Coutinho, pela amizade e entusiasmo transmitidos durante a realização da tese. Continua a ser um prazer trabalhar convosco todos os dias.

À minha família por todo o carinho demonstrado. Foram sempre um forte pilar que me apoiou. Obrigada!

E por fim, mas seguramente os primeiros no meu coração: ao meu marido, pela paciência, pelo carinho, pela força, pelo amparo e pela presença constante; aos meus queridos filhos, Miguel e Maria, que sempre foram a razão deste percurso, que nunca me deixaram desistir nem vacilar, que sempre me motivaram e que me cederam tempo deles “de mãe”. Espero que fiquem com este exemplo de persistência e força de vontade, apesar das contrariedades que por vezes a vida nos pode dar. Amo-vos muito!

Resumo

Em Portugal, a cultura da batata é ainda uma cultura representativa do ponto de vista económico dos sistemas de agricultura da região de Trás-os-Montes. As preocupações centram-se sobretudo na manipulação da batata-semente de modo a obter a maior produtividade, dado o seu peso no custo da produção. No entanto, a compreensão de que produções de qualidade podem ser obtidas também pela manipulação dos ciclos de produção, idade fisiológica e condições de armazenamento tem levado à procura de quais as melhores condições de armazenamento da batata-semente, por forma a permitir a sua adequada utilização com redução de custos por perdas de qualidade. É neste contexto que surge esta dissertação, onde apresentamos um conjunto de trabalhos que visa a avaliação do comportamento fisiológico de três cultivares de batata-semente (Désirée, Kennebec e Jerla), produzidas em duas zonas diferentes de Trás-os-Montes (Portugal) e na Holanda; quando submetidas a dois diferentes regimes de temperatura (4 °C e temperatura ambiente) e 165 dias de armazenamento. Neste âmbito, observou-se os efeitos nos hábitos fisiológicos da batata-semente, na capacidade de abrolhamento, no período de incubação e o seu comportamento no campo, através de um ensaio preliminar. Os resultados obtidos permitiram observar que combinando regimes de temperatura e duração de conservação é possível influenciar de forma significativa a idade fisiológica, para além de que cultivares diferentes requerem condições de armazenamento diferentes. Observamos que aumentos de temperatura tendem a provocar um maior grau de abrolhamento combinado com maiores perdas de peso do tubérculo eventualmente por aumento da respiração e transpiração, sendo favoráveis à antecipação da idade fisiológica, situação favorável quando temos calendários de produção de ciclos curtos em que se deseja precocidade. Em situações de ciclo de produção mais longo ou em plantações mais tardias serão preferíveis situações de conservação com temperaturas mais baixas, pois estas permitem uma evolução mais lenta da idade fisiológica da batata-semente, logo uma maior preservação da qualidade do tubérculo disponível para a plantação. Das cultivares estudadas, a Jerla foi aquela que esgotou mais cedo a sua capacidade de abrolhamento sendo por isso mais adequada para calendários de produção de ciclo curto, enquanto as cultivares Désirée e Kennebec, fisiologicamente mais jovens e ativas durante mais tempo, para ciclos mais longos, possuindo assim a vantagem de serem armazenadas durante mais tempo e com mais baixos custos de armazenamento.

Palavras-chave: Idade fisiológica, armazenamento, ciclos de produção, produtividade, épocas de plantação.

Abstract

In Portugal, the potato crop is still nowadays one of the most economically representative crop in the agricultural systems of Trás-os-Montes the region. The main concern is focused mainly in to achieve a highest productivity through an efficient seed handling. The understanding that production with quality can be obtained by the handling of the production cycles, physiological age and storage conditions, led to new research studies in order to look for the best storage conditions of the seeds, which allows a reduction cost by loss of quality, when appropriate conditions are used. In this context we present this PhD. Thesis, in which we present a set of different works, aiming the evaluation of the physiological behavior of three cultivars of seed potatoes (Désirée, Kennebec and Jerla), produced in two different areas of Trás-os-Montes (Portugal) and in the Netherlands, when submitted to different temperature regimes (4° C and room temperatures) and 165 days of storage. It was observed their effects on physiological habits of seeds, the ability of buds germination, the incubation period and the behavior of plants on the field, through a preliminary test. The results obtained show that combining temperature regimes and conservation type is possible to affect significantly the physiological age. Moreover, it was possible to observe that different cultivars require different storage conditions. Temperature increments tend to result in a combination of larger sprouting capacity with tuber weight losses, probably due to the increment of respiration and transpiration rates, and thus being more advantageous for situations in which the anticipation of physiological age is needed, as we observe in short cycles of production. While in the cases of longer production cycles or in the later plantations, will be preferable the preservation of seeds with lower temperatures, since these slow the evolution of physiological age and thus extend the quality of tubers for planting for longer periods. From the cultivars studied, Jaerla sold out sooner their ability of sprouting, therefore, more suitable for short cycle of production, while the cultivars Désirée and Kennebec, physiologically younger and more active for longer periods, have the advantage of supporting longer periods of storage, and thus more adequate for longer cycles of production.

Keywords: Physiological age, storage, production cycles, productivity, production season.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	XV
Resumo.....	XVII
Abstract	XIX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XXIII
ÍNDICE DE QUADROS.....	XXV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XXVII

1 - INTRODUÇÃO GERAL E OBJETIVOS	29
1.1 - Introdução	31
1.2 - Objetivos.....	34

2 - FORMAÇÃO DA BATATA E DESENVOLVIMENTO FISIOLÓGICO DA BATATA-SEMENTE	37
2.1 – A batata-semente	40
2.1.1 – Morfologia do tubérculo.....	41
2.1.2 – Dormência	44
2.1.3 - Abrolhamento	49
2.1.3.1 – Dominância apical.....	50
2.1.3.2 – Crescimento dos brotos	51
2.2 - Idade Fisiológica da batata-semente	54
2.2.1 – Pré-abrolhamento	56
2.2.2 – Avaliação da idade fisiológica	57
2.2.2.1 – Indicadores morfológicos.....	58
2.2.2.2 – Indicadores fisiológicos.....	58
2.2.2.3 – Indicadores biofísicos.....	59
2.2.2.4 – Indicadores bioquímicos	61
2.2.2.5 – Índice de idade fisiológica (PAI).....	62
2.2.3 – Efeito das condições de crescimento do tubérculo mãe na idade fisiológica da batata-semente filha	63
2.2.4 – Efeito das condições de armazenamento da batata-semente na idade fisiológica.....	66
2.3 – Crescimento da planta	69
2.3.1 - Desenvolvimento da canóvia	70
2.3.1.1 - Desenvolvimento de folhas.....	71
2.3.1.2 - Desenvolvimento de caules.....	72
2.3.2 - Desenvolvimento de raízes	73
2.3.3 – Formação e crescimento dos rizomas.....	75
2.3.4 - Tuberização.....	75
2.3.4.1 - Ação do fotoperíodo	78
2.3.4.2 – Ação da temperatura.....	79

2.3.4.3 – Ação da radiação	80
2.3.4.4 – Ação da nutrição azotada	81
2.3.4.6 - Ação dos reguladores de crescimento.....	82
3 - MATERIAL E MÉTODOS	85
3.1 - Instalações.....	89
3.2 - Material vegetal	90
3.3 - Condições de armazenamento.....	92
3.4 - Determinações	92
3.4.1 – Crescimento dos brotos durante o armazenamento	94
3.4.2 - Capacidade de abrolhamento	94
3.4.3 - Período de incubação	95
3.4.4 - Comportamento das plantas em vaso.....	95
3.5 - Delineamento experimental e análise estatística.....	96
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	99
4.1 – Efeito da temperatura de armazenamento no desenvolvimento dos brotos na batata-semente	101
4.1.1 – Número total de brotos.....	102
4.1.2 – Peso fresco dos brotos.....	107
4.1.3 – Comprimento total dos brotos	110
4.1.4 – Comprimento do broto maior.....	113
4.1.5. – Crescimento dos brotos e a perda de peso fresco dos tubérculos durante o armazenamento	115
4.1.6 – Indicadores do abrolhamento - Influência da temperatura de armazenamento nos valores máximos atingidos e suas correlações.....	120
4.2 – Efeito da temperatura de armazenamento na capacidade de abrolhamento da batata-semente	125
4.2.1 – Número total de brotos.....	125
4.2.2 – Peso fresco dos brotos.....	128
4.2.3 – Comprimento total dos brotos	131
4.2.4 – Comprimento do broto maior.....	134
4.3 – Efeito da temperatura de armazenamento no período de incubação	136
4.4 – Discussão geral sobre a capacidade de abrolhamento – indicadores de envelhecimento fisiológico.....	140
4.5 – Ensaio preliminar em vaso	142
5 - CONCLUSÕES.....	149
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	155
ANEXOS	167

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Estados fenológicos da cultura da batata.	39
Figura 2.2 – Desenvolvimento de tubérculos.....	41
Figura 2.3 – Diagrama de um olho de batata.	42
Figura 2.4 – Detalhes anatómicos de um tubérculo.	42
Figura 2.5 – Número de olhos dos tubérculos em função do peso.....	43
Figura 2.6 – Brolho de batata.....	44
Figura 2.7 – Representação esquemática da capacidade e abrolhamento em função do tempo.	54
Figura 2.8 – Desenvolvimento dos brolhos de batata e idade fisiológica	55
Figura 2.9 – Desenvolvimento da idade cronológica e fisiológica da batata-semente.....	56
Figura 2.10 – Desenvolvimento das raízes na cultura da batata.	74
Figura 3.3 – Cronograma adoptado para a execução do ensaio experimental.	91
Figura 3.4 – Esquema resumo das observações efectuadas.	93
Figura 4.1 - Relação entre o peso fresco dos brolhos e as perdas de peso dos tubérculos a temperatura ambiente.	118
Figura 4.2 - Variação do comprimento do brolho maior com o somatório da temperatura de armazenamento nas observações efectuadas.....	136

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1. – Designação dos tratamentos realizados no trabalho experimental.....	90
Quadro 4.1 – Número total de brotos / tubérculo –Frio a 4 °C.....	103
Quadro 4.2 – Número total de brotos / tubérculo - temperatura ambiente.....	105
Quadro 4.3 – Peso fresco dos brotos (g/tub) – Frio a 4 °C	107
Quadro 4.4 – Peso fresco dos brotos (g/tub) - temperatura ambiente	108
Quadro 4.5 – Comprimento total dos brotos (mm/tub.) - Frio a 4 °C.....	111
Quadro 4.6 – Comprimento total de brotos (mm/tub.) - temperatura ambiente	112
Quadro 4.7 – Comprimento do broto maior (mm/tub.) - Frio a 4 °C.....	114
Quadro 4.8 – Comprimento do broto maior (mm/tub.) - temperatura ambiente.....	114
Quadro 4.9 – Perdas de peso do tubérculo (g/tub.).....	117
Quadro 4.10 - Efeito da temperatura de armazenamento no número de dias que a batata-semente demorou a atingir os máximos para cada um dos indicadores.	121
Quadro 4.11 – Correlação de Pearson para os diferentes indicadores de abrolhamento	123
Quadro 4.12 – Número total dos brotos / tubérculo – Frio a 4 °C	126
Quadro 4.13 – Número total dos brotos / tubérculos - temperatura ambiente	127
Quadro 4.14 – Peso fresco dos brotos (g/tub) – Frio a 4 °C	129
Quadro 4.15 – Peso fresco dos brotos (g/tub) - temperatura ambiente.....	130
Quadro 4.16 – Comprimento total dos brotos (mm/tub.)– Frio a 4 °C	132
Quadro 4.17 – Comprimento total de brotos (mm/tub.) - temperatura ambiente	132
Quadro 4.18 – Comprimento do broto maior (mm) – Frio a 4 °C	134
Quadro 4.19 – Comprimento do broto maior (mm) - temperatura ambiente	135
Quadro 4.20 – Período de incubação (dias) –Frio a 4 °C	137
Quadro 4.21 – Período de incubação (dias) - temperatura ambiente	137
Quadro 4.22 – Correlação de Pearson para os diferentes indicadores do abrolhamento	139
Quadro 4.23 – Efeito da temperatura de armazenamento no número de dias que a batata-semente demorou a atingir os máximos para cada um dos indicadores da capacidade de abrolhamento	141
Quadro 4.24 – Parâmetros da batata-semente – 1ª e 2ª plantação (100 e 150 DA).....	143
Quadro 4. 25 – Emergência das plantas (dias).....	144
Quadro 4. 26 – Desenvolvimento das plantas 1ª e 2ª plantação (100 e 150 DA)	145
Quadro 4. 27 – Produção 1ª plantação/2ª plantação (média por tubérculo).....	146

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A - Elementos do clima	169
Quadro A1.1. Evolução da média das Temperaturas mínimas (T.min.),	169
máximas (T.máx.) e média (T.méd.) do ar e Humidade relativa do ar (HR)	169
em armazém da batata-semente.....	169
Quadro A1.2. Temperatura média em armazém (dos dois anos de ensaio) e somatório das temperaturas nas observações	175
Quadro A1.3. Evolução da média das Temperaturas	176
 ANEXO B. Características morfológicas	 182
Quadro B1. Resumo das características morfológicas das cultivares utilizadas	182
 ANEXO C. Análise estatística.....	 183
Quadro C.1.1 Análise de variância do número de brotos por tubérculo em armazém	183
Quadro C.1.2. Análise de variância do peso fresco dos brotos (g/tub.) em armazém.....	183
Quadro C1.3. Análise de variância do comprimento total dos brotos (cm) em armazém.....	184
Quadro C1.4. Análise de variância do comprimento do broto maior (cm) em armazém.....	184
Quadro C1.5. Análise de variância das perdas de peso fresco dos tubérculos (g/tub.) em armazém	185
Quadro C1.6. Análise de variância do número de brotos por tubérculo em câmara	185
Quadro C1.7. Análise de variância do peso fresco dos brotos (g/tub.) em câmara.....	186
Quadro C1.8. Análise de variância do comprimento total dos brotos (cm) em câmara	186
Quadro C1.9. Análise de variância do comprimento do broto maior (cm) em câmara.....	187
Quadro C1.10. Análise de variância do período de incubação da batata-semente (dias).....	187
Quadro C2. Regressão entre o peso fresco dos brotos (x) e as perdas de peso dos tubérculos (y) a temperatura ambiente	188
 ANEXO D. Avaliação Fenológica.....	 189
Quadro D1. Evolução da Fenologia de acordo com escalas referenciadas	189

1 - INTRODUÇÃO GERAL E OBJETIVOS

1.1 - Introdução

A cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma das principais culturas do nosso país e é, economicamente, uma das mais representativas dos sistemas de agricultura da região de Trás-os-Montes. É a produção agrícola mais importante, pois constitui com a pecuária, aquelas que o agricultor normalmente vende, para além do seu valor no auto-consumo (Martins, 1990).

Em Portugal, a batata é cultivada em todo o território nacional, mas é sobretudo no norte e centro do país que ocupa a maior área geográfica. As áreas de mercado mais representativas são Aveiro, Viseu, Montijo, Oeste, Bragança e Chaves (OMAIAA, 2015). Tradicionalmente, a cultura da batata está muito enraizada no norte de Portugal, seja para consumo humano seja para a produção de batata-semente. Quer o gosto, quer a tradição são duas razões largamente referidas pelos produtores e consumidores para a sua importância económica, que aliás tem sido decisiva nas opções de produção dos agricultores. Para além da produção de batata-consumo, atinge considerável expressão também a cultura e comércio de batata-semente, certificada ou não (informação pessoal- Engº Nuno Reis). Em 2015, a Cooperativa de Montalegre certificou da região norte a produção de batata-semente da cv. Désirée (10 toneladas) e da Kennebec (41 toneladas) (informação pessoal- Diretor Regional Adjunto- Adelino Bernardo).

Já pela segunda metade do séc. XIX a cultura teria alguma expressão, pois já se importava batata-semente inglesa, cv. Royal Kidney. Historicamente, as cultivares predominantes na região foram a Russet burbank (*Solanum tuberosum* L. cv. Russet burbank), destinada essencialmente à produção de batata para fritar (muito utilizada pela Macdonalds); a Kennebec (*Solanum tuberosum* L. cv. Kennebec), com origem em 1941 nos Estados Unidos e talvez a cultivar mais utilizada em Portugal, Espanha e Itália; a Jaerla (*Solanum tuberosum* L. cv. Jaerla) e a Désirée (*Solanum tuberosum* L. cv. Désirée) com origem na Holanda. Esta última surgiu em 1951 na Holanda e rapidamente se difundiu no espaço europeu. No entanto, é a Holanda o seu principal produtor, mas a quase totalidade da produção destina-se essencialmente à exportação para Portugal e Espanha. (Informação pessoal- Prof. Fernando Martins).

A dinamização da indústria da batata-frita, acompanhando a tendência europeia de alteração dos hábitos de consumo de batata em favor dos produtos transformados, vem acrescentar um vivo interesse à cultura (Almeida, 1995).

A produção de batata-semente para comércio e/ou consumo próprio, tinha grande peso nos sistemas de agricultura da região de Trás-os-Montes (Moreira, 1984). No nosso país, de acordo com os dados mais recentes da FAO (FAOStat, 2018) a cultura da batata é ainda uma cultura importante com uso de cerca de 58 000 toneladas de batata-semente em 2013 (dados mais recentes disponibilizados) e produção de 412953 toneladas em 2016 (FAOStat, 2018). No Quadro 1.1 podemos observar a evolução nos últimos vinte anos, tanto na área ocupada com a cultura como no uso de batata-semente.

Quadro 1.1. – Indicadores da cultura da batata para Portugal

Ano	Área colhida (ha)	Produtividade (ton/ha)	Produção (ton)	Uso da semente (ton)
1993	87 903	14,1	1241192	129654
1995	94 300	15,2	1435663	121000
2000	57 345	13,0	742588	72000
2005	41 786	13,8	376304	65000
2010	25 800	14,9	384000	60000
2013	26 700	18,0	480800	58000
2014	27 200	19,8	539872	-----*
2016	21 575	19,1	412953	-----*

Fonte: FAOStat (2018)* Sem dados disponíveis para o último ano publicado.

Se em 1993, Portugal apresentava cerca de 87 900 hectares ocupadas pela cultura da batata, em 2016 apresentou cerca de 21 500 hectares, o que significa uma redução de 76 %. No entanto, apesar desta redução na superfície ocupada e da produção, a produtividade aumentou de 14,1 ton/ha em 1993 para 19,1 ton/ha em 2016 (FAOStat, 2018). Em termos de balança comercial e de acordo com os dados publicados nos últimos 5 anos, Portugal continua a ser um País deficitário quer em batata de semente, quer em batata de consumo. De acordo com os dados publicados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE), em 2009 Portugal importava cerca de 406 602 toneladas, das quais 44 785 toneladas para batata-semente, enquanto exportava apenas 49 802 toneladas das quais 7 383 como batata-semente (INE, 2011). Já em 2015, de acordo com os dados mais recentes do INE (INE, 2017), Portugal importou 408 403 toneladas de batata, das quais 42 755 toneladas para semente e exportou 42 355 toneladas das quais 4 907 toneladas para semente. Assim

sendo, Portugal assume-se como um país deficitário quer na batata-consumo quer na batata-semente (INE, 2017). Em termos de utilização interna, Portugal em 2010 utilizava cerca de 974 000 toneladas de batata para consumo e 51 000 toneladas para semente, num total de 1 044 000 toneladas; enquanto em 2016, os valores decresceram ligeiramente para as 1 016 000 toneladas, sendo 963 000 toneladas para consumo humano 36 000 toneladas como semente (INE, 2017). Apesar deste decréscimo de 2,68%, a cultura da batata continua a ter uma importância elevada em Portugal.

A preocupação constante em garantir uma produção e sobretudo a utilização de batata-semente de elevada qualidade têm também contribuído para a manutenção da produtividade. De facto, a qualidade da batata-semente é um dos fatores determinantes para garantir a qualidade e a produtividade na cultura da batata, pelo que o estado fisiológico correto no momento da plantação é a sua principal exigência (Bus e Wustman, 2007). Neste contexto, a escolha e preparação da batata-semente é um parâmetro economicamente importante a ter em consideração. Um melhor entendimento dos fatores que controlam a formação dos diferentes órgãos da planta, que passam pelo estudo fisiológico da batata-semente, poderá levar a um controlo mais eficaz da produção final. É essencial o controlo das condições de armazenamento da batata-semente para otimizar a sua qualidade. Assim, podemos manipular a idade fisiológica da batata-semente e interferir no número, tamanho e peso dos tubérculos produzidos (Struik *et al.*, 2006). Martins (1990) referiu a importância da idade fisiológica e da dominância apical da batata-semente utilizada no número de caules e na área foliar formada. Segundo o mesmo autor, se se atender a estes aspetos, será possível produzir um adequado povoamento de caules, ao mais baixo preço.

Conseguir compreender o comportamento fisiológico das cultivares de batata-semente durante o armazenamento, bem como perceber quais as possibilidades de manipulação do ciclo de produção, são pontos fundamentais para uma utilização correta da batata-semente e garantir uma redução do custo de produção da cultura.

A batata-semente de elevada qualidade como propágulo é essencial para a produção de uma cultura economicamente rentável. Assim, é fundamental conhecer os mecanismos envolvidos e os fatores que podem condicionar a produção. Um dos problemas que se coloca quando se seleciona batata-semente, prende-se com o facto de estas poderem ser ou não as mais adequadas às características edafo-climáticas da região onde serão utilizadas. Assim, compreender a influência de diferentes fatores, nomeadamente as condições de

armazenamento, no padrão de comportamento de batata-semente e a sua influência na produção é fundamental; com estes conhecimentos as decisões tomadas poderão resultar numa maior produtividade da cultura e com tubérculos de melhor qualidade.

A duração do ciclo cultural em determinadas condições pode ser limitada por vários fatores, entre os quais geadas tardias e temperaturas elevadas, assim um melhor conhecimento e manipulação do armazenamento da batata-de-semente poderá permitir alcançar uma melhor produtividade. Na realidade, quando ocorrem ciclos culturais de curta duração, qualquer falha na cultura dificilmente será recuperável (Martins, 1990). Neste contexto, no âmbito desta dissertação e com o conjunto de trabalhos que nos propomos realizar, pretendemos conhecer a evolução fisiológica da batata-semente. Necessitamos de conhecer o comportamento das cultivares de batata-semente em armazém sob diferentes regimes de temperatura de conservação obtendo assim um melhor abrolhamento. Para tal, utilizamos as cultivares (Désirée, Kennebec e Jerla) comuns em Trás-os-Montes para a obtenção de produto certificado IGP, Indicação Geográfica Protegida: “*Batata de Trás os Montes*” Decorrente das condições particulares dos solos e clima transmontano, a “*Batata de Trás-os-Montes*” tem um sabor agradável, muito característico, ligeiramente adocicado e um aroma igualmente agradável, com cheiro a terra. As características muito apreciadas da “*Batata de Trás-os-Montes*” fez com que este produto atingisse a reputação de que goza hoje em dia. Esta reputação está bem patente no sucesso que é a procura da batata na região (EC, 2005).

1.2 - Objetivos

Foi estudado o comportamento da batata-semente de três cultivares, produzidas em diferentes regiões, sob dois regimes de temperatura de armazenamento e sua influência no comportamento da batata-semente. Foram avaliados:

- i. a influência da temperatura de armazenamento no abrolhamento;
- ii. a influência da temperatura de armazenamento sobre a capacidade de abrolhamento;
- iii. a influência da idade fisiológica da batata-semente sobre a capacidade de abrolhamento;
- iv. a influência das condições de armazenamento na duração do período de incubação;

v. a influência das condições de armazenamento sobre o comportamento de plantas com um ensaio preliminar em vaso;

Pretendeu-se assim estudar o comportamento da batata-semente submetida a diferentes condições de armazenamento, de forma a conhecer a sua evolução fisiológica quando em conservação, podendo assim estimar a altura ideal de abrolhamento desta batata-semente.

**2 - FORMAÇÃO DA BATATA E DESENVOLVIMENTO
FISIOLÓGICO DA BATATA-SEMENTE**

São vários os trabalhos que incidem sobre a compreensão dos fatores que controlam, ao longo do ciclo vegetativo, a formação dos diferentes órgãos da batata. Um melhor entendimento destes fatores leva a um melhor uso da batata-semente.

A cultura da batata, ao longo do ciclo vegetativo, pode ser dividida em vários estados de crescimento, controlados genética e ambientalmente (Kolbe e Stephan-Beckmann, 1997). Apesar da descrição das várias etapas não ser fácil, pois não existem nesta planta fenômenos externos bem marcados, para além da floração, Hack *et al.* (1993) propuseram 10 estados de crescimento, numa escala de 00 (batata-semente dormente) até 99 (tubérculos armazenados), conforme se pode observar na Figura 2.1 (Hack *et al.*, 1993 in Kolbe e Stephan- Beckmann, 1997).

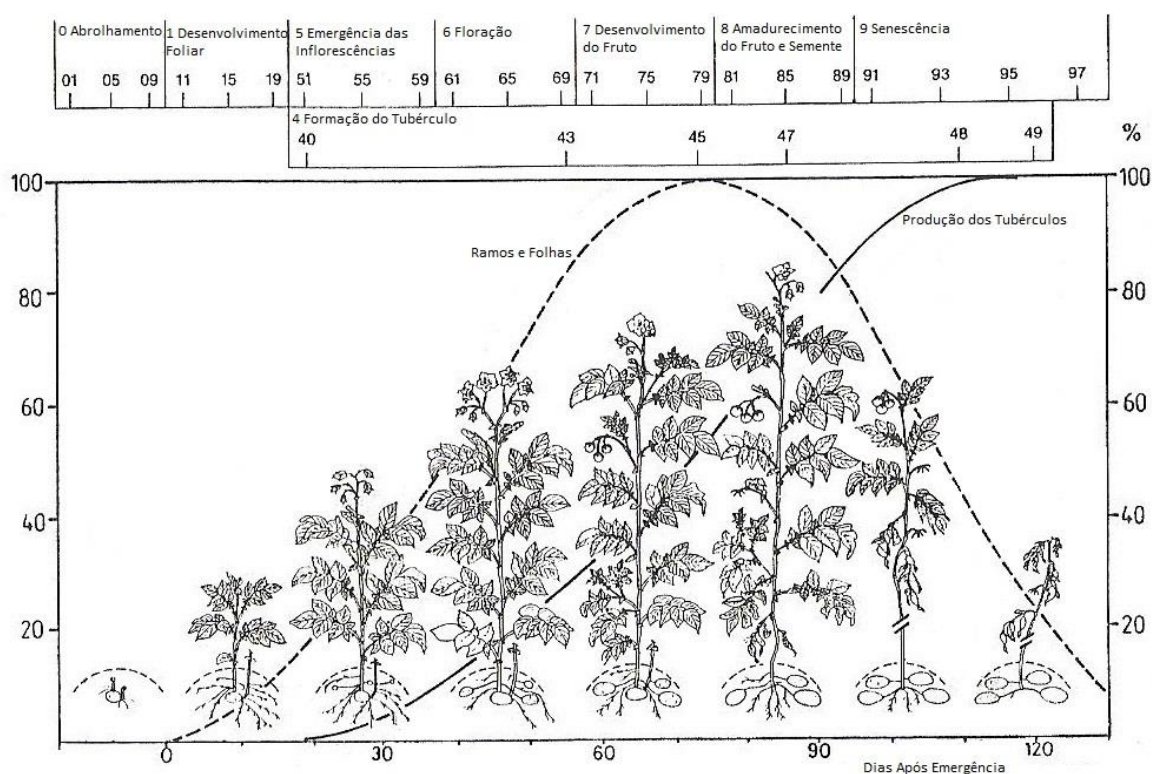


Figura 2.1 – Estados fenológicos da cultura da batata. Adaptado de Hack *et al.*, 1993 in Kolbe e Stephan-Beckmann (1997).

Segundo diferentes autores (Struik e Wiersema, 1999; Celis-Gamboa *et al.*, 2003/4) o desenvolvimento da cultura da batata ocorre:

- 1) acima do nível do solo: caracterizado pelo crescimento e senescência da canópis com a produção de flores;
- 2) abaixo do nível do solo com
 - a) aparecimento e crescimento dos caules,
 - b) aumento da região sub-apical do caule
 - c) formação de tubérculos iniciais,
 - d) crescimento dos tubérculos e
 - e) maturação dos tubérculos.

Almeida (2006) referia as seguintes fases de desenvolvimento para a cultura da batata:

- 1- pré-abrolhamento (que ocorre antes da plantação, mas que pode ser considerado como parte do ciclo cultural);
- 2- plantação-emergência;
- 3- emergência-tuberização;
- 4- tuberização-início da floração;
- 5- floração-maturação dos tubérculos;
- 6- dormência até pré-emergência.

A batata-semente represente cerca de 50% dos custos de produção da cultura (EC, 2005), pelo que a sua correta utilização pode traduzir-se numa melhoria do custo da produção e de um aumento da competitividade da cultura.

2.1 – A batata-semente

Os brotos na batata-semente crescem pela produção e expansão de uma sucessão de entre-nós que depois de completamente desenvolvidos irão dar origem a novas plantas. O principal fator externo que controla a expansão dos entre-nós é a luz. Os brotos que crescem à sombra diferem dos desenvolvidos à luz pela ausência de clorofila e por originarem entre-nós compridos e pequenas folhas. Durante esta fase a dominância apical entre os brotos parece ser menos pronunciada que durante o abrolhamento, crescendo alguns primórdios dos rizomas e gomos laterais. Deste modo, o número de caules que emerge é geralmente superior ao número de brotos em crescimento à plantação (Cutter, 1992).

O período que decorre entre a plantação e a emergência é variável dependendo, entre outros fatores, do estado fisiológico da batata-semente (Almeida, 1995). Devido à importância do estado fisiológico da batata-semente na duração do período de emergência e no estabelecimento da cultura, segue-se uma breve análise de alguns aspetos que definem este estado.

2.1.1 – Morfologia do tubérculo

São muitos os autores que descrevem a morfologia do tubérculo (Portas, 1979; Peterson *et al.*, 1985; Martins, 1990; Cutter, 1992; Almeida, 2006). O tubérculo é um caule subterrâneo modificado (rizoma), com um eixo curto e alargado, folhas pouco desenvolvidas e entre-nós curtos (Cutter, 1992).

Cada folha possui um gomo axilar, com a sua própria sequência de primórdios foliares. No pólo basal podem encontrar-se restos do rizoma ou a sua cicatriz, ligeiramente afastado do eixo central está o gomo apical (Peterson *et al.*, 1985; Cutter, 1992) (Fig. 2.2).

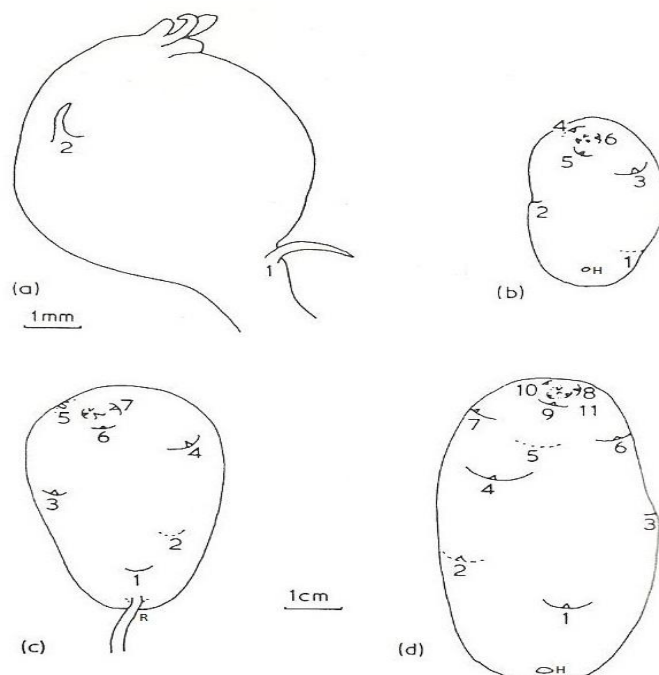


Figura 2.2 – Desenvolvimento de tubérculos. (a) tubérculo ampliado 5x e (b a d) ampliado 0,5x. Os olhos apresentam-se por ordem de formação e a tracejado os olhos do lado oposto do tubérculo. R- Rizoma e H- Hilo. Fonte: Cutter (1992).

Almeida (2006) refere ainda que os caules subterrâneos da batata podem ser divididos em dois tipos, os estolhos e os tubérculos. Os tubérculos acumulam amido como substância de reserva e uma vez maduros possuem epiderme (casca), córtex, anel vascular e medula central, a sua forma é em geral redonda e oval alongada. A cor da polpa varia entre branca e amarela; e a cor da casca varia de castanho-claro, vermelho, violeta e até bicolor. Os gomos dos tubérculos agrupam-se em olhos (Fig. 2.3). Cada olho é constituído pelo gomo axilar da folha e os gomos axilares de segunda ordem dos dois primeiros primórdios foliares.

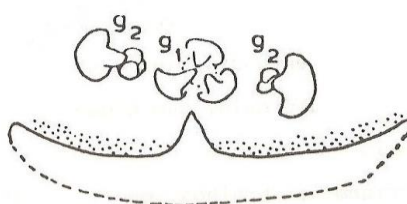


Figura 2.3 – Diagrama de um olho de batata. Gomo axilar com as duas primeiras folhas, á direita e à esquerda (g₁), gomos axilares (g₂) das duas primeiras folhas. Fonte: Cutter (1992).

Os tubérculos apresentam uma grande variação de tamanho e possuem um número variável de olhos, distribuídos na sua superfície. O número de olhos depende do grau de desenvolvimento do tubérculo (Fig. 2.4 e Fig. 2.5).

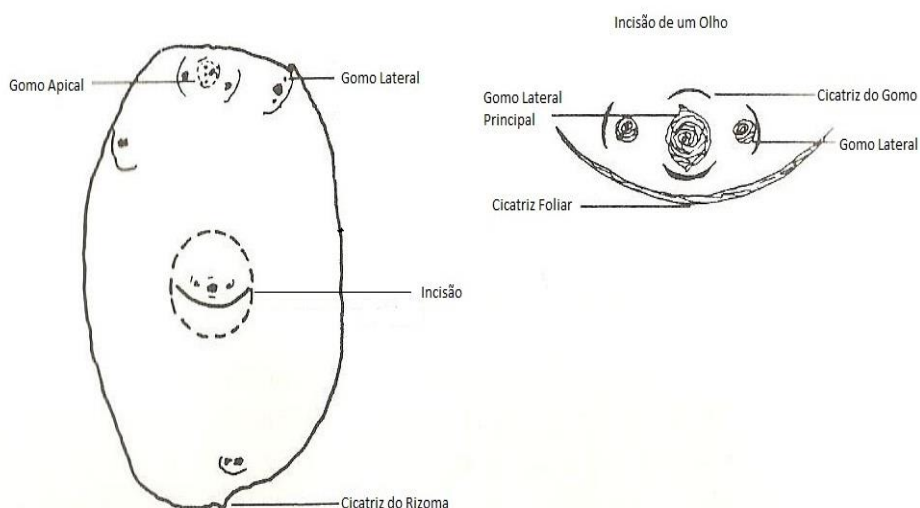


Figura 2.4 – Detalhes anatômicos de um tubérculo. Adaptado de Allen *et al.* (1992).

A Figura 2.5 mostra que o número de olhos de um tubérculo de batata-semente aumenta com o peso (massa) do tubérculo, mas esses aumentos vão sendo cada vez menores.

Já anteriormente, alguns autores referiam o paralelismo entre o número de olhos e o comprimento do tubérculo (Goodwin, 1967; Wurr e Barnes, 1977). Goodwin, 1967, encontrou em média um olho por centímetro de comprimento do tubérculo. Por isso, correntemente se utiliza a expressão prática “existe no geral um olho por centímetro de comprimento de tubérculo” (Portas, 1979). No entanto, outros autores referiam que para tubérculos do mesmo peso não existia o mesmo número de olhos. Em tubérculos com o mesmo peso, a cv. Nooksack apresentou menor número de olhos do que a cv. Russet Burbank (Nielson *et al.*, 1989). Allen *et al.*, (1992) referiram a cv. Cara como sendo uma cultivar com um elevado número de olhos, comparativamente à maioria das outras cultivares.

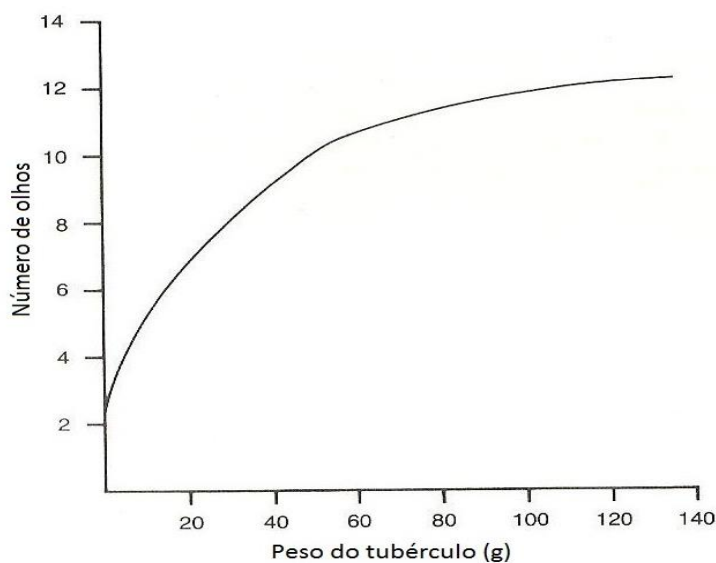


Figura 2.5 – Número de olhos dos tubérculos em função do peso. Adaptado de Allen *et al.* (1992).

Os brotos, que são originados dos gomos, vão formar os tubérculos que constituem a nova colheita (Fig. 2.6).

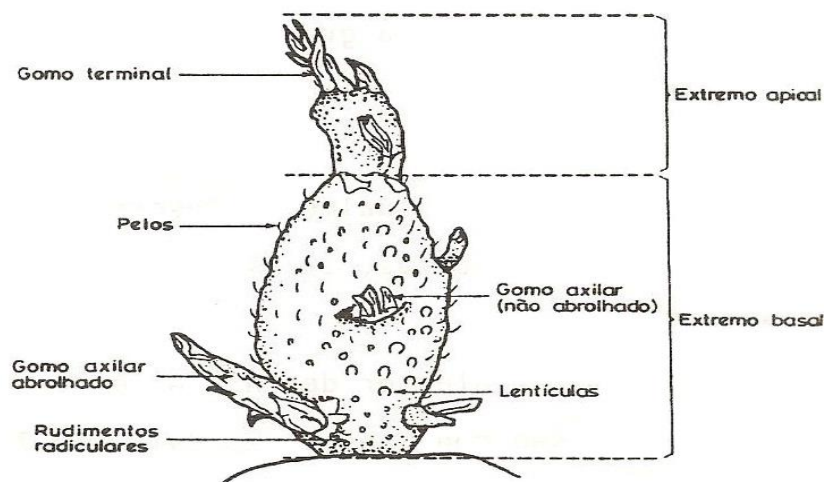


Figura 2.6 – Brolho de batata. Fonte: Martins (1990).

2.1.2 – Dormência

O termo “dormancy” é usado por diversos autores na descrição de diferentes estados no desenvolvimento do tubérculo. Não é pacífico o conceito de dormência, nem a delimitação das fases do ciclo de vida dos tubérculos durante os quais os mecanismos de dormência se fazem sentir. Esta dificuldade de definição de dormência tem implicações de ordem metodológica. Por isso, torna-se importante distinguir claramente as principais razões da falta de crescimento dos brotos, bem como indicar as condições precisas das experiências realizadas.

A definição de dormência de um tubérculo de batata é o estado fisiológico relativo à inibição do crescimento dos brotos, mesmo sob condições apropriadas ao seu desenvolvimento (van Ittersum *et al.*, 1992; Claassens e Vreugdenhil, 2000; Vreugdenhil, 2007; Johansen, 2010; Mani *et al.*, 2014).

Emilsson (1949) distinguiu, no desenvolvimento do tubérculo, dois períodos de repouso: um após a colheita, em que os tubérculos mesmo que sob condições favoráveis para abroiharem, não abroiharam, que ele chamou de “rest period” e outro em que o crescimento dos brotos não ocorreu por uma razão qualquer, que Burton *et al.* (1992) consideraram um “dormant period”. No entanto, se essa inibição aconteceu mesmo sob condições favoráveis então estamos perante um “endodormant period”, que Hemberg (1985) referiu como sendo devido a “causas internas”. Quando esta falta de crescimento

for devida a “causas externas”, por exemplo temperatura insuficiente para o crescimento, então a dormência é considerada imposta (Hemberg, 1985). De forma a uniformizar a terminologia o grupo de fisiologia de “European Association for Potato Research” (EAPR) propuseram as seguintes definições:

a) - “rest period”, período durante o qual não há crescimento visível dos brotos colocados em condições ideais após a colheita (ausência de luz, temperatura de 15-20 °C e humidade relativa próxima de 90%);

b) - “dormant period”, dormência imposta por condições ambientais que inibem o crescimento dos brotos;

c) - “dormancy period” que engloba os dois primeiros períodos (Burton *et al.*, 1992).

A duração do período de dormência pode variar de algumas semanas a vários meses dependendo de fatores, como cultivar, estado de maturação dos tubérculos no momento da colheita, condições edafo-climáticas prevalentes durante a produção de batata-semente, condições de armazenamento, infecções dos tubérculos por microrganismos (Aguirre e Arcaute, 1998; Vreugdenhil, 2007; Daniels-Lake e Prange, 2007; Johansen, 2010; Mani *et al.*, 2014). Normalmente, nas cultivares precoces os períodos de dormência são mais curtos do que nas tardias, embora existam algumas exceções (Allen *et al.*, 1992). Dentro da mesma cultivar, o local e o ano de produção da cultura da batata-semente também influenciam o período de dormência (van Ittersum, 1992c; Aguirre e Arcaute, 1998). Já em 1989, Burton considerava que a inibição do crescimento dos brotos no tubérculo de batata era devida à influência de um conjunto de fatores, incluindo fatores ambientais, que atuavam sobre as características físicas e químicas do tubérculo.

Tem sido discutido por muitos fisiologistas a dificuldade em estabelecer delimitações no período de dormência do tubérculo. Coleman (1987) considerou incorreta a data de colheita como marca do início da dormência, uma vez que não tem significado fisiológico porque a colheita pode ser realizada com as folhas ainda funcionais. Para este autor, o início do período de dormência começa logo na tuberização. Já, Cutter (1992) refere que só existe verdadeira dormência após a colheita. Contudo, Bogucki e Nelson (1980) consideravam como período de dormência o número de dias decorridos desde a colheita até ao início do abrolhamento.

Segundo Vreugdenhil (2007), o início da dormência ocorre na tuberização. Nesta etapa do desenvolvimento do tubérculo, o olho apical já não origina um crescimento longitudinal, enquanto as partes sub-apicais assumem um crescimento radial, produzindo o tubérculo final. No final do período de dormência o olho apical começa novamente a estar ativo e o abrolhamento inicia-se. Por isso, a formação dos tubérculos e a quebra de dormência são descritos como fenómenos opostos (Claassens e Vreugdenhill, 2000).

Celis-Gamboa *et al.* (2003/4) concluíram que a duração do período de dormência da batata-semente não é um fator determinante no desenvolvimento da planta e formação de tubérculos, se existir uma grande variação genética, sugerindo que os fatores de ordem genética associados à batata-semente deverão ser considerados.

Alguns autores consideram ser difícil afirmar de uma forma clara e precisa qual o momento que define o início da dormência no ciclo de vida de um tubérculo, dificultando por isso as metodologias elaboradas, o que causa muitas vezes falta de exatidão na comparação de resultados (Allen *et al.*, 1992).

A dormência e o abrolhamento são provavelmente controlados pelo balanço de substâncias endógenas, inibidoras/promotoras de crescimento (Cutter, 1992; Dennis, 1994; Claassens e Vreugdenhill, 2000; Vreugdenhill, 2007); o tratamento dos tubérculos com ácido abcísico (ABA) e auxinas inibem o abrolhamento (Hemberg, 1985), enquanto o ácido giberélico (GA) estimula a quebra da dormência, por promover o crescimento dos brotos (Burton *et al.*, 1992; Dennis, 1994). Claassens e Vreugdenhill (2000) referiram que para tubérculos mais desenvolvidos (mais velhos) era necessária uma maior concentração de GA para promover o abrolhamento. Mais recentemente, Suttle (2007) referia o ABA e o etileno como indutores da dormência, as citoquininas estariam envolvidas na quebra de dormência, enquanto, provavelmente, o GA e auxinas no consequente crescimento dos brotos. No entanto, uma outra equipa de investigadores não observou correlação entre os níveis de ABA e o abrolhamento, sugerindo que outros conceitos, como alterações e mobilização dos açúcares, estarão mais intimamente relacionados com o controlo da dormência (Biemelt *et al.*, 2000).

O facto dos tubérculos, logo após a colheita, não apresentarem crescimento visível dos brotos, é segundo Allen *et al.* (1992), um problema nas regiões onde é prática frequente a realização de duas culturas de batata por ano, por isso, a quebra do período de dormência é importante. Pode considerar-se que o ciclo cultural da batata começa no

momento da quebra da dormência, uma vez que é frequente o pré-abrolhamento da batata-semente, assim, em termos práticos, o crescimento visível dos brolhos marca a data da quebra da dormência (Almeida, 1995).

A quebra da dormência aparece como um processo gradual. Coleman (1987) demonstrou que, mesmo durante a fase dormente, os brolhos tinham um crescimento lento e contínuo. Para este autor poder-se-á falar em quebra de dormência em termos práticos, mas mesmo num brolho dormente há um conjunto de reações bioquímicas que continuam a acontecer. Contudo, outros autores observaram um período sem crescimento dos brolhos, logo após a destruição da rama na cultura (Allen *et al.*, 1992; van Ittersum *et al.*, 1992).

Os critérios de quebra de dormência que têm sido adotados variam de autor para autor. Krijthe (1962) considerou que dormência termina quando pelo menos 80% dos tubérculos, colocados a 20 °C desenvolvem brolhos, de no mínimo 3 mm de comprimento, dentro das três semanas seguintes. Bogucki e Nelson (1980) utilizam um critério muito semelhante, diferindo apenas no facto de não considerarem o período de tempo necessário para o brolho se desenvolver. Para Cho *et al.* (1983), um tubérculo quebra a dormência quando possui pelo menos um brolho com 3 mm de comprimento, cujo desenvolvimento tenha ocorrido à mesma temperatura a que o tubérculo está armazenado. Já Firman *et al.* (1991) consideram que um tubérculo quebra a sua dormência quando pelo menos um brolho apresente 3 mm de comprimento, ou então quando em 80% dos tubérculos apresente um brolho com 2 mm de comprimento, tal como referem van Ittersum *et al.* (1992). No entanto, há autores que consideram, do ponto de vista fitotécnico, que é mais importante saber se a batata-semente apresenta os brolhos convenientemente desenvolvidos no momento da plantação ou se os desenvolve rapidamente (Martins, 1990).

Nos países que precisam de batata-semente durante todo o ano, ou mesmo que exportam para regiões onde as épocas de crescimento da cultura são precoces, estabelecem-se técnicas avançadas de quebra artificial da dormência pelo uso de substâncias químicas, de forma a obter batata-semente viável para plantar a qualquer altura (Burton *et al.*, 1992; Sorce *et al.*, 1997; Aguirre e Arcaute, 1998; Claassens e Vreugdenhill; 2000 e Vreugdenhill, 2007).

Sorce *et al.* (1997) demonstraram que um monoterepeno ((S)-(+)-carvão) pode ser utilizado na quebra da dormência sem afetar a viabilidade dos brolhos. Aguirre e Arcaute (1998) ao investigarem a ação de vários promotores da quebra de dormência (tiocianato de

potássio, tioureia, GA e rindite), verificaram que a imersão dos tubérculos numa solução de tiocianato de potássio é eficaz na quebra da dormência, embora o tratamento à base de tioureia surgisse como satisfatório, principalmente para mini-tubérculos. No entanto, a rindite (uma mistura de cloridrina de etileno, dicloreto e tetracloreto de carbono, numa proporção de 7:3:1) continua um método efetivo, apesar das suas dificuldades de uso e efeitos tóxicos. Claassens e Vreugdenhill, (2000) constataram o mesmo efeito quando os tubérculos são submetidos a uma substância volátil, antagonista do etileno – nitrato de prata ou 2,5-norbornadieno. Vreugdenhill (2007) referiu também a rindite como um potente indutor do abrolhamento. O mesmo autor referiu que muitos produtos químicos são utilizados como inibidores do abrolhamento, no entanto há fortes pressões para serem abandonados e, por isso, alternativas para o controlo da dormência tem que ser investigadas.

Quando se efetua o corte do tubérculo, prática usual nas nossas condições para a obtenção de maior número de propágulos, a quantidade de GA produzido é suficiente para promover mudanças bioquímicas nos brotos e assim quebrar a dormência (Cutter, 1992). No entanto, Aguirre e Arcaute (1998) não encontraram relação positiva do corte da batata-semente na quebra de dormência, por promover a dominância apical.

Burton, (1978), relativamente aos fatores ambientais que influenciam o período de dormência, dá maior ênfase à temperatura de armazenamento do que à humidade, fotoperíodo ou mesmo composição da atmosfera.

A temperatura de armazenamento é o fator ambiental de maior relevância na duração do período de dormência (Burton *et al.*, 1992; van Ittersum e Scholte, 1992b). Nas gamas de temperatura a que normalmente a batata-semente é armazenada quanto mais alta for a temperatura mais curto é o período de dormência (Burton, 1978; van Ittersum e Scholte, 1992b). A redução da temperatura de armazenamento de 10 para 3 ou 5 °C aumenta a duração do período de dormência (Burton, 1978). Enquanto, com pré-tratamentos de calor (vinte dias a 28 °C) e posterior armazenamento a 18 °C a dormência nos tubérculos é encurtada em cerca de 2 a 3 semanas e estimulado o abrolhamento (van Ittersum e Scholte, 1992b). Quando a determinação da quebra de dormência é realizada pela medição do crescimento dos brotos, Martins (1990) põe em causa o efeito da temperatura de armazenamento na dormência, uma vez que não se consegue discernir se esse efeito reside na quebra de dormência ou na taxa de crescimento dos brotos. Este

autor considera que a temperatura de armazenamento terá um efeito mais marcado na forma como se desenvolvem os brotos.

Os autores van Ittersum e Scholte (1992a) estudaram o efeito das condições ambientais no crescimento da planta mãe. A temperatura, e outros fatores durante o desenvolvimento da batateira, foram referidos como parâmetros de grande importância na duração do período de dormência dos tubérculos filhos. Um aumento da temperatura, aplicações de azoto em cobertura e condições de dias-curtos, foram referidos como capazes de encurtar o período de dormência (van Ittersum, 1992a; van Ittersum 1992b; van Ittersum e Scholte, 1992a). Mais tarde, Rykaczewska (1998) referiu que em cultivares precoces desenvolvidas sob condições de “stress” de temperatura e rega, 30-32°C /20 °C (dia/noite) com metade de irrigação necessária, o período de dormência é encurtado em cerca de 50 dias na cv. Irga e 41 dias na cv. Mila. Outros autores apontaram a influência da época de plantação na duração do período de dormência. Bisognin *et al.* (2008) referiram que as características ambientais de uma plantação na Primavera (temperaturas e fotoperíodos crescentes) originavam períodos de dormência mais curtos face a épocas de plantação no Outono na batata-semente filha. Assim, o envelhecimento fisiológico é acelerado, podendo reduzir-se o tempo de armazenamento pós-colheita.

A composição da atmosfera no armazenamento da batata-semente é também um fator a considerar na duração do período de dormência. Burton *et al.* (1992) referiram que o armazenamento de tubérculos, recentemente colhidos, em condições de anaerobiose durante uma semana era suficiente para quebrar a dormência; sendo o crescimento dos brotos estimulado pelo aumento das concentrações de CO₂. Em 1997, Coleman e Mcinerney indicaram uma combinação de gases, composta por 60% de CO₂ e 20% de O₂, como sendo eficaz na quebra da dormência. Já a humidade relativa alta durante o armazenamento não tem qualquer efeito na quebra da dormência, mas sim no desenvolvimento dos brotos (Burton, 1978).

2.1.3 - Abrolhamento

Sendo a cultura da batata propagada vegetativamente, o abrolhamento é uma parte essencial do ciclo da planta – se a batata-semente não abrolhar a planta não se forma e não vai haver produção.

Os brotos são caules rudimentares nos seus primeiros estádios, entre-nós muito curtos, gomo terminal fortemente inibidor dos laterais, conforme já referimos (Fig. 2.6), mas rapidamente estes entre-nós atingem alguns centímetros (Allen, 1978). Os primórdios de rizoma, de ramos auxiliares e de raízes nascem dos gomos laterais situados nas axilas das folhas atrofiadas, que são as escamas dos brotos (Madec e Perenec, 1955).

O abroto é o crescimento visível dos olhos nos tubérculos, que ocorre após o período de dormência (Daniels-Lake e Prange, 2007). No final deste período, sob condições favoráveis, os olhos começam a crescer levando ao aparecimento dos brotos. A duração deste crescimento e a temperatura a que ele ocorre determina o grau de desenvolvimento dos brotos (Allen *et al.*, 1992).

Marinus (1993) considerou que o número de brotos presentes na batata-semente a quando a plantação pode afetar o desenvolvimento normal da cultura. Os brotos de maiores dimensões presentes na batata-semente irão no campo originar caules. Assim, torna-se necessário o estudo dos fatores que afetam o número de brotos presentes na batata-semente.

2.1.3.1 – Dominância apical

Allen *et al.* (1992) verificaram que os tubérculos colocados a temperaturas ótimas para o crescimento dos brotos, quando se quebra a dormência, produzem poucos ou apenas um único broto, dado que o broto apical cresce rapidamente e suprime o desenvolvimento dos outros, produzindo a “dominância apical”, que vamos abordar.

Em 1990, Martins apontou a influência do grau de dominância apical no número de caules principais originados do tubérculo-mãe. O grau de dominância apical vai diminuindo à medida que abroto os olhos laterais (Daniels-Lake e Prange, 2007).

Em 1963, Goodwin referia que se os tubérculos forem sujeitos a temperaturas elevadas, após um armazenamento a temperaturas de 1 a 5 °C, todos os brotos começam a crescer, embora os da coroa comecem mais cedo e atinjam maior comprimento. Surgindo posteriormente o processo de inibição, que atinge primeiro os brotos mais pequenos e progressivamente os maiores. Os brotos são inibidos abruptamente e não crescem mais, a não ser que os que estão a crescer sejam removidos. Num estudo efetuado por Goodwin (1963), o desgrelamento foi eficaz na quebra da dominância apical, no entanto, esta foi-se restabelecendo.

Burton *et al.* (1992) referiram que o uso de baixas temperaturas de armazenamento (2 a 5 °C), com posterior transferência dos tubérculos para temperaturas mais altas (12 a 15 °C), ou a destruição do broto apical, favorece o crescimento dos brotos resultando na quebra da dominância apical, e possibilita, assim, o aparecimento de vários brotos.

2.1.3.2 – Crescimento dos brotos

Allen *et al.* (1992) consideraram que o número de brotos que crescem por tubérculo é principalmente determinado pelo tamanho deste, pela temperatura e duração do período de armazenamento. Wurr (1979) referia que as temperaturas de armazenamento influenciam o número de brotos na batata-semente, mas, não observaram diferenças no número de caules formados na planta.

A relação entre o número total de brotos por tubérculo (N) e o tamanho do tubérculo pode ser descrita pela função:

$$N - N_0 = (cA)^k$$

em que N_0 é o limite inferior de N, A é a área da superfície do tubérculo e c e k são constantes (Moorby e Milthorpe, 1975). O número de brotos (N) tende a aumentar linearmente com o peso do tubérculo (W) (Allen *et al.*, 1992). No entanto, Moorby e Milthorpe (1975) relacionaram os dois parâmetros através da expressão:

$$N - b N_0 = (dW)^{k'}$$

em que b e d são constantes, $k' = 0,67k$ e k e N_0 têm os significados anteriormente referidos. Os valores destes parâmetros variam com a cultivar, condições ambientais e história da batata-semente. Os mesmos autores consideram ainda que, o número de brotos que emerge após a plantação está mais relacionado com o número de brotos em crescimento ativo no momento da plantação do que com o número total de brotos presente (Moorby e Milthorpe, 1975).

O número de brotos aumenta com o aumento do tamanho do tubérculo, mas este número é também muito influenciado pelas condições de armazenamento (Fig. 2.5). Allen *et al.* (1992) consideraram que o efeito de dominância apical se manifestava mais

rapidamente a altas (13 °C) do que a baixas temperaturas (8 °C), e era mais intenso nos tubérculos pequenos do que nos grandes.

Martins (1990) e Zarzynska (1998) referiam a cultivar e o calibre como determinantes no número de brotos, assim como as condições de armazenamento da batata-semente, que poderão alterar os fenômenos de dominância apical. O primeiro autor referia ainda a importância deste assunto, devido às implicações que a batata-semente e o calibre têm no custo de produção total de batata. Almeida (1995) considerou, para além da cultivar, as condições ambientais e a história da batata-semente como sendo parâmetros com influência no número de brotos por tubérculo. Zarzynska (1998) considerou o número de caules por unidade de área o fator que mais influencia o número e calibre dos tubérculos produzidos. Por outro lado, o número de caules produzidos depende de muitos parâmetros, incluindo o tamanho do tubérculo-mãe e do respetivo abrotamento. O crescimento e desenvolvimento dos gomos na fase de abrotamento é muito importante, e determina o crescimento posterior dos caules e da planta (Firman *et al.*, 1991). Os mesmos autores, referiram que o desenvolvimento dos brotos consistia na diferenciação dos primórdios foliares, podendo ocorrer iniciação dos primórdios florais. A taxa de formação dos primórdios foliares aumenta com a temperatura, situando-se a temperatura base para o desenvolvimento dos brotos entre 2 e 6 °C (Firman *et al.*, 1991), no entanto, este parâmetro será variável com a cultivar (Allen *et al.*, 1992).

O alongamento dos brotos pode ser caracterizado por uma fase de crescimento lento (fase *lag*) seguida de uma fase de alongamento rápido e linear (Firman *et al.*, 1992). Para Tossey (1963) a taxa de crescimento dos brotos aumenta com a temperatura até aos 25 °C, mas os brotos mais compridos são produzidos por tubérculos armazenados a 15 °C.

A duração do período de abrotamento afeta a morfologia dos brotos, os brotos únicos tendem a ramificar com o prolongamento deste período, resultando em caules secundários (Allen *et al.*, 1992). O aumento da duração do período de abrotamento determina um crescimento caracterizado por poucas folhas por caule e poucos caules por planta (Allen *et al.*, 1979). O abrotamento pode ser estimulado por produtos químicos, por destruição de olhos do tubérculo, pelo aumento da humidade na atmosfera de armazenamento e por variação da temperatura (Burton *et al.*, 1992). Martins (1990) referiu ainda a influência de altas intensidades luminosas no aumento do número de brotos que se

desenvolvem. Para além deste efeito na quebra da dominância apical, a luz, assim como o aumento da temperatura, tem importância no comprimento total que os brotos atingem.

Outros tratamentos têm efeito no número de brotos que a batata-semente desenvolve. Sekhon e Singh (1984) encontraram um aumento do número de brotos e consequentemente do número de caules em batata-semente cortada tratada com GA e com tioureia. No entanto, Burton *et al.* (1992) indicaram a rindite como o produto químico mais utilizado na estimulação do abroto. Como já anteriormente tinha sido referido (ponto 2.1.2), estes produtos indutores da quebra de dormência, afetam também a produção de brotos. O controlo metabólico do abroto é determinado pelo balanço de AG e ABA, com influência das condições genéticas, ambientais da cultura mãe e armazenamento da batata-semente (Daniels-Lake e Prange, 2007). Também o corte da batata-semente reduz a dominância apical, aumentando o número de brotos e consequentemente o número de tubérculos mais pequenos na cultura (Sekhon e Singh, 1984).

O abroto afeta o tamanho e longevidade da planta-filha, influenciando a definição da densidade de plantação (Allen *et al.*, 1992). Já em 1969, Goodwin *et al.* encontraram uma relação de proporcionalidade entre o número de brotos na altura da plantação e o número de caules principais no campo. Desde então, tem havido um esforço para estabelecer uma relação entre características dos brotos, a existência de primórdios radiculares e a densidade de caules deles resultantes no campo, pois sem se conhecer essa relação será difícil prever o número de caules produzidos pela batata-semente (Allen *et al.*, 1992). No entanto, de um modo geral, a variação no número de caules produzidos pelo tubérculo-mãe como resultado do abroto parece que tem recebido limitada atenção.

A batata-semente passa por várias fases no seu desenvolvimento após a sua formação, sendo afetada sua capacidade de abroto (Burton *et al.*, 1992 - Fig. 2.7).



Figura 2.7 – Representação esquemática da capacidade e abrolhamento em função do tempo.
Adaptado de Burton *et al.* (1992).

Assim, após o período de dormência segue-se um período de baixa capacidade de abrolhamento, surgindo por vezes um único brolo, que corresponde ao estado de dominância apical. A capacidade de abrolhamento vai aumentando com o crescimento dos outros brolos, decrescendo posteriormente quando os brolos começam a ramificar e a tuberizar. Estes temas, já abordados anteriormente, estão intimamente relacionados com a idade fisiológica do tubérculo.

2.2 - Idade Fisiológica da batata-semente

O vigor da batata-semente, definido como o potencial do tubérculo em produzir brolos e plantas sob condições favoráveis ao crescimento (van der Zaag e van Loon, 1987), é um parâmetro importante a considerar. Struik (2007) definiu idade fisiológica como o estado fisiológico da batata-semente que influencia a sua capacidade de produção. Este estado tem impacto no comportamento de cada gomo da batata-semente, determinando o número de olhos e brolos que cada tubérculo produz.

O termo, idade fisiológica, surgiu nos anos sessenta para descrever o estado fisiológico da batata-semente num dado momento, ilustrando o grau de desenvolvimento dos brolos (Madec e Perennec, 1962). Mais tarde van der Zaag e van Loon (1987) consideraram idade fisiológica na descrição do desenvolvimento da batata-semente desde o início da dormência até ao final do período de incubação. Este período era definido como o

tempo decorrido desde o início do abrolhamento até à formação de tubérculos nos brotos (Fig. 2.8).

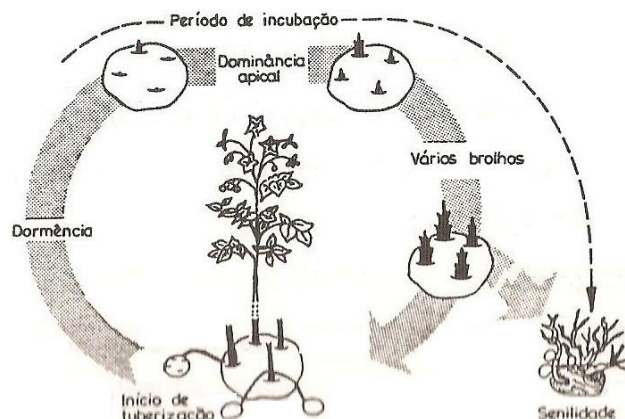


Figura 2.8 – Desenvolvimento dos brotos de batata e idade fisiológica. Fonte: Martins (1990).

Para Mackerron (1998) o conceito utilizado como idade fisiológica do tubérculo implica que as alterações do vigor possam ser manipuladas, ou seja, o processo de envelhecimento da semente pode ser acelerado ou atrasado de modo que o tubérculo se encontre num estado de desenvolvimento que não é apenas definido pela sua idade cronológica.

Todo o processo de envelhecimento da batata-semente influencia o comportamento da cultura. Struik (2006) referia que o desenvolvimento da batata-semente começava com o período de dormência. Durante este período, processos bioquímicos e fisiológicos ocorrem, mas não desencadeiam mudanças morfológicas imediatas. As condições, durante e após a dormência têm influência na idade fisiológica dos tubérculos. Como já foi anteriormente referido, a batata-semente passa por diferentes estados de desenvolvimento ao longo da sua idade cronológica: dormência (sem abrolhamento); dominância apical (apenas um único broto); abrolhamento (apenas alguns brotos por tubérculo); abrolhamento máximo (muitos brotos por tubérculo); senescência (excessivo abrolhamento com brotos fracos); período de incubação (formação de pequenos tubérculos nos brotos) (Struik, 2006). O comportamento dos tubérculos durante estes períodos reflete a sua idade fisiológica e tem primordial influência no comportamento da batata-semente em campo.

Para Caldiz (2009) idade fisiológica da batata-semente é considerada como qualquer estado fisiológico do tubérculo, a qualquer altura da sua idade cronológica, determinado pelo genótipo e pelas condições ambientais desde o início da tuberização até à emergência da planta (Fig. 2.9).

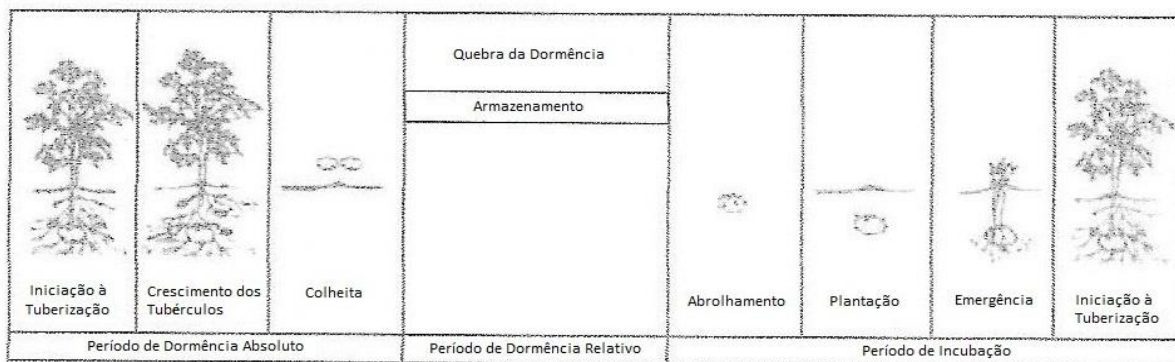


Figura 2.9 – Desenvolvimento da idade cronológica e fisiológica da batata-semente. Fonte: Caldiz (2009).

O processo de envelhecimento da batata-semente decorre mesmo quando não há sinais visíveis (abrolhamento) e até à quebra de dormência a idade fisiologia é totalmente refletida pelas mudanças fisiológicas e bioquímicas do tubérculo mãe e não por mudanças morfológicas (Struik, 2006). Depois do início do abrolhamento o comportamento do brolho é influenciado pela idade do tubérculo mãe, mas este efeito pode ser modificado por condições ou tratamentos aplicados diretamente aos brolhos nomeadamente, luz difusa ou desabrolhamento (Caldiz, 2009).

2.2.1 – Pré-abrolhamento

O pré-abrolhamento da batata-semente tem sido visto como um fator importante na produção da cultura e as suas vantagens têm merecido interesse na comunidade científica. No entanto, poucos estudos, pelo menos nas nossas condições, têm sido publicados sobre este assunto.

Em 1963, Toosey estudou o efeito do pré-abrolhamento da batata-semente no crescimento das plantas e referia a vantagem da antecipação de cada estado do ciclo vegetativo da cultura com a plantação de tubérculos pré-abrolhados.

Estudos relatados por Vakis (1986) apontaram para uma emergência mais rápida em plantas provenientes de semente fisiologicamente mais velha, no entanto a produção de tubérculos foi menor face às mais novas. Também Iritani e Weller (1987) não obtiveram maior produção originada de batata-semente fisiologicamente mais velha. Não é, contudo, obvio as causas dessa fraca produção. Para van der Zaag e van Loon (1987), as causas poderão ser devidas a uma falta de vigor da planta, à pouca luz intercetada, uma vez que há menos folhagem, ou devido ao menor número de caules por unidade de área plantada. Os mesmos autores apontaram a cultivar, a duração do período de crescimento da cultura e as condições climáticas prevalentes como fatores com influência na produção, apesar das diferenças na idade fisiológica da batata-semente.

Ao comparar plantas produzidas por tubérculos fisiologicamente mais velhos, com plantas resultantes de batata-semente fisiologicamente mais jovem, van Loon (1987) observou que as primeiras emergiam mais rapidamente, apresentavam uma taxa de crescimento inicial superior, possuíam mais caules e menos folhagem, produziam maior número de tubérculos, mas de menor calibre e tuberizavam e senesciam mais cedo, tal facto é também referido por Almeida (2006). Assim, a plantação de batata-semente com idade fisiológica mais avançada com brotos bem desenvolvidos é preferível para um ciclo cultural curto, em que seja desejável precocidade. Quando se trata de um ciclo cultural longo e colheitas tardias, que permitam maior produtividade, pretende-se batata-semente fisiologicamente mais jovem.

Como já referimos, as diferenças na idade fisiológica da batata-semente podem determinar o comportamento da cultura como a data de emergência, o número de caules, o crescimento da canópia, o início da maturação e a produção de tubérculos (Hagman, 2006). Contudo, alguns autores consideram que falta ainda um método simples e expedito de quantificar a idade fisiológica (Christiansen *et al.*, 2006).

2.2.2 – Avaliação da idade fisiológica

Os tubérculos com a mesma idade cronológica podem ter diferentes idades fisiológicas devido ao efeito das condições de crescimento e armazenamento a que foram sujeitos. Assim, as características morfológicas, fisiológicas, biofísicas e bioquímicas desenvolvidas durante estas fases podem ser utilizadas como indicadores da idade fisiológica da batata-semente (Caldiz, 2009). Estes indicadores são necessários para

quantificar e explicar as diferenças do envelhecimento da batata-semente, causado por diferentes origens, cultivar, condições de produção e armazenamento.

2.2.2.1 – Indicadores morfológicos

O desenvolvimento dos brotos é um dos mais antigos indicadores morfológicos usados para avaliar a idade fisiológica (Krijthe, 1958; Caldiz, 2009) e normalmente considera-se os seguintes estádios:

- a) - dominância apical, broto apical - batata-semente muito nova
- b) - abrotoamento, muitos brotos - semente ótima
- c) - brotos fracos e com tubérculos - semente velha.

Em 1985, Wiersema apontou a ramificação dos brotos e a formação de pequenos tubérculos, como sintomas de velhice dos tubérculos de batata-semente.

2.2.2.2 – Indicadores fisiológicos

Um desafio importante no conhecimento sobre envelhecimento fisiológico é encontrar um método fiável e rápido da avaliação da idade fisiológica, em qualquer fase do desenvolvimento da batata-semente, e prever todo o processo de envelhecimento. Para Rykaczewska (2010) a avaliação do vigor do tubérculo mãe, pela medição do comprimento dos brotos, é um bom indicador da idade fisiológica. No entanto, é um indicador muito influenciado pela luz durante o armazenamento.

Indicadores fisiológicos como, a capacidade de abrotoamento, a duração do período de incubação e o comprimento do broto mais comprido, são também usados para estabelecer diferenças na idade fisiológica (van Es e Hartmans, 1987; Carli *et al*, 2010).

De acordo com Hartmans e van Loon (1987) a capacidade de abrotoamento é uma forma de avaliar o efeito da idade fisiológica da batata-semente na cultura. Este indicador, definido como o peso fresco dos brotos por tubérculo de uma amostra, está estreitamente correlacionado com o comprimento do broto mais comprido de cada tubérculo (Hartmans e van Loon, 1987). Após um processo padronizado, com tubérculos desgrelados, durante 4 semanas a 18 a 20 °C, 80% de humidade relativa e ausência de luz, os autores estudaram a evolução da capacidade de abrotoamento em duas cultivares, Jaerla (de rápido envelhecimento fisiológico) e Désirée (de envelhecimento fisiológico lento). Os tubérculos estavam armazenados a 4 e 12 °C. Verificou-se que a 12 °C a capacidade de abrotoamento

máxima era atingida cerca de 80 a 100 dias antes face a 4 °C e a cv. Jaerla abrolhou cerca de 50 dias mais cedo do que a cv. Désirée. A duração do período de incubação diminuiu linearmente nas duas cultivares, a 4 e 12 °C, porém a 12 °C diminuiu mais rapidamente. Este período foi menor na cv. Jaerla que na cv. Désirée.

Já Claver, em 1951, referia o período de incubação como indicador da idade fisiológica e demonstrou que o armazenamento à luz, tanto as temperaturas de 5,6 a 9,5 °C como as temperaturas de 19,4 a 21,2 °C prolongavam este período (Claver, 1951 *in*: Caldiz, 2009. Segundo Hartmans e van Loon (1987) a duração deste período é também dependente da cultivar. Estes fatores, assim como o teor em matéria seca nos brotos, estão intimamente ligados à idade fisiológica, refletindo alterações na composição química e atividade fisiológica do tubérculo (van Es e Hartmans, 1987).

Carli *et al.* (2010) consideraram o comprimento do broto mais comprido como uma importante medida de avaliação do abrolhamento nos tubérculos. Estes investigadores, no entanto, não observaram uma correlação significativa no número de brotos e comprimento do broto mais comprido, quando armazenaram batata-semente a temperaturas de 8 a 15 °C. Contudo, num ambiente mais frio (2 a 4 °C) essa correlação foi positiva, contrariamente à correlação entre o comprimento do broto mais comprido e o período de dormência que foi negativa, nos dois regimes de temperatura.

Carli *et al.* (2012) estabeleceram um protocolo de avaliação do abrolhamento e do período de dormência. O período de dormência é um estado fisiológico importante no estudo da batata-semente, mas de difícil determinação. Por isso, após a colheita, este período é usado para fins práticos e está definido como o período decorrente entre a desramação e o aparecimento em 80% dos tubérculos, de brotos com pelo menos 2 mm de comprimento

2.2.2.3 – Indicadores biofísicos

Os indicadores biofísicos incluem, entre outros, a soma dos dias-grau desde a quebra de dormência (O'Brien *et al.*, 1983) e a soma das temperaturas no armazenamento (Scholte, 1987 *in* Caldiz, 2009).

O comportamento da idade fisiológica dos tubérculos era atribuído por alguns autores apenas à sua idade cronológica, ou seja, o tempo decorrido entre a colheita da batata-semente e a sua plantação (Kawakami, 1962), sem, contudo, considerarem a

possibilidade de variações causadas pelas condições climáticas durante o período de crescimento da cultura-mãe e as diferentes condições de armazenamento.

Mais tarde, Hay e Walker (1992) consideraram que o envelhecimento fisiológico dos tubérculos, que começa no momento de quebra da dormência, depende da idade cronológica, sendo, no entanto, acelerado pelo aumento da temperatura durante o armazenamento. Porém, desconhece-se se a temperatura acelera o envelhecimento fisiológico devido ao efeito direto desta ou se à perda de água originada pelo maior abrolhamento dos tubérculos armazenados a temperaturas mais elevadas (Hartmans e van Loon, 1987).

Struik *et al.* (2006) mostraram que a soma das temperaturas de armazenamento tem um efeito diferente na idade fisiológica da batata-semente, dependendo se as altas temperaturas ocorrem no início ou no fim do armazenamento. Contudo, outros trabalhos (Scholte, 1987 *in* Caldiz, 2009), apontam que a soma das temperaturas durante todo o armazenamento pode servir como indicador efetivo de avaliação das diferenças na idade fisiológica da batata-semente.

São vários os autores que referem a duração e a temperatura de armazenamento da batata-semente e as características genéticas, como importantes no comportamento da cultura seguinte, nomeadamente o início da tuberização, a duração do ciclo da cultura, o número e tamanho de tubérculos (van der Zaag e van Loon, 1987; van Ittersum, 1992a, b, c; Ewing e Struik, 1992; Celis-Gamboa *et al.*, 2003/4). Struik (2007) referia de primordial importância a temperatura de armazenamento da batata-semente. No entanto, também se devem considerar as características genéticas e o tamanho do tubérculo, as condições ambientais desde a sua iniciação até à emergência da planta mãe e posteriores condições de armazenamento da batata-semente (Caldiz, 2009).

Já em 1983, O'Brien *et al.* referiam a necessidade de quantificar de forma objetiva a idade fisiológica. Para estes autores nenhum método baseado unicamente no número de dias poderia ser adequado para avaliar o processo de envelhecimento da batata-semente por causa dos efeitos da temperatura no crescimento dos brotos. Assim, consideraram a soma da temperatura após o início do abrolhamento uma quantificação possível da idade fisiológica. Como ponto de partida para a soma das temperaturas, era tomado o momento em que surgiam brotos de 3 mm de comprimento, utilizando uma temperatura-base de 4 °C, embora este valor possa variar com a cultivar. A característica da batata-semente a

abrolhar que melhor se relacionou com a soma de temperaturas foi o comprimento do broto mais comprido e não o comprimento total dos brotos. Este último parâmetro era muito influenciado pelas condições de luz prevalentes durante o abrolhamento (O'Brien *et al.*, 1983).

Mais tarde O'Brien *et al.* (1986) quantificaram igualmente a idade fisiológica dos tubérculos pela soma dos dias-grau considerando uma temperatura-base de 4 °C e observaram o efeito de diferentes idades fisiológicas na dormência e no crescimento dos brotos da batata-semente filha. No entanto, segundo estes autores, estes fatores não influenciaram o seu crescimento no campo. Os mesmos autores registraram que, para cultivares precoces, o máximo rendimento de tubérculos de calibre "semente" foi obtido quando a idade fisiológica da batata-semente era menor que 200 dias-grau (temperatura-base 4 °C).

Também Allen *et al.* (1992) consideraram que a medição da idade fisiológica através da soma de dias-grau de crescimento (temperatura-base 4 °C) reflete uma resposta satisfatória a algumas características do abrolhamento da batata-semente e desenvolvimento da planta, nomeadamente o número de caules acima do solo e o índice de área foliar.

2.2.2.4 – Indicadores bioquímicos

Indicadores bioquímicos, baseados no teor de açúcar nos brotos ou tubérculos (van Es e Hartmans, 1984 *in* Caldiz, 2009), atividade enzimática (van Es e Hartmans, 1987), teores em ácidos orgânicos (Reust e Aerny, 1985), têm sido também usados para avaliar a idade fisiológica da batata-semente.

Durante os últimos anos, muita atenção tem sido dada aos efeitos da cultivar e das condições de crescimento e armazenamento da batata-semente na idade fisiológica da batata-semente. A capacidade de abrolhamento, o período de incubação e a soma de dias-grau após do início do abrolhamento são parâmetros úteis, já referidos, que quando avaliados regularmente permitem caracterizar a idade fisiológica da batata-semente (Hartmans e van Loon, 1987). No entanto, devemos também considerar os métodos bioquímicos de avaliação. A atividade da peroxidase parece ser uma alternativa aos anteriores métodos na avaliação da idade fisiológica. van Es e Hartmans, (1987) referiram que, após os tubérculos terem atingido a capacidade de abrolhamento máxima, a atividade

da peroxidase pode ser um indicador do estado de idade fisiológica da batata-semente. Estes autores mostraram que a matéria seca dos brotos e a atividade da peroxidase estão bem correlacionados com a diminuição da capacidade de abrolhamento e a duração do período de incubação.

Assim, a idade fisiológica da batata-semente pode ser manipulada também pela aplicação de reguladores de crescimento na planta ou nos tubérculos de batata-semente (van Ittersum *et al.*, 1993). Caldiz *et al.* (1998) referiram a possibilidade de modificar os efeitos da idade fisiológica da semente no desenvolvimento da cultura pela aplicação foliar de reguladores de crescimento (benzilaminopurina e ácido giberélico). Como anteriormente referimos, também a aplicação de outros compostos, promotores da quebra de dormência, como rindite, etileno e tioureia influem na idade fisiológica da batata-semente (Stuik e Wiersema, 1999 *in* Celis-Gamboa *et al.*, 2003/4).

2.2.2.5 – Índice de idade fisiológica (PAI)

A comparação dos indicadores da idade fisiológica e a sua relação com a produção da cultura ainda não é totalmente clara, provavelmente porque valores semelhantes para o mesmo indicador não refletem exatamente a mesma idade fisiológica ou porque as diferenças são “mascaradas” por outros fatores (Van der Zaag e Van Loon, 1987). O índice da idade fisiológica (PAI), desenvolvido por Caldiz *et al.* (2001) superou algumas destas dificuldades. O PAI é baseado na data de desramação da cultura (T₀), na possível data de plantação e na duração do período de incubação (desde o aparecimento dos brotos até ao aparecimento de novos tubérculos nos brotos). Assim, o PAI é calculado por:

$$PAI = T_1 / T_2$$

T₁ - Dias desde T₀ (data da desramação) à possível data de plantação

T₂ - Dias desde T₀ até ao final do período de incubação.

Este índice varia desde 0 para tubérculos de batata-semente muito novos, quando plantados imediatamente após a desramação, a 1 para batata-semente velha, quando plantadas incubadas ou num estágio de “little potato”. Para estes autores, o PAI inclui ambos os componentes de idade cronológica e idade fisiológica e pode explicar as diferenças na idade fisiológica devido à cultivar, à origem da batata-semente, à data da desramação e às condições de armazenamento. Por exemplo, para a cv. Spunta, o PAI seis dias após a desramação foi de 0,025 e após 100 dias de armazenamento foi de 0,56 (no

campo com temperaturas elevadas), 0,52 (com luz natural) e 0,49 (com armazenamento no frio e ventilado). A mesma equipa de autores, verificaram ainda que para valores baixos de PAI (0, 55) corresponderam produções mais elevadas (55 t/ha) face a valores mais elevados de PAI (0,80) que originaram produções de 40 t/ha.

Este método é simples, não invasivo e requer um baixo investimento. No entanto, tem a desvantagem de necessitar de um longo período de tempo para obter os resultados finais (Caldiz, 2009).

Outos autores aplicaram o PAI nas suas investigações como Johansen (2006), Johansen *et al.* (2008) e Delaplace *et al.* (2008). Johansen *et al.* (2008) aplicaram o PAI em cultivares da Noruega, mas não encontraram relação do PAI na idade fisiológica da batata-semente, provavelmente devido às acentuadas diferenças nas datas de desramação (Caldiz, 2009).

Delaplace *et al.* (2008) avaliaram o PAI em duas cultivares, Désirée e Bintje, e concluíram que a cv. Désirée apresentava valores mais baixos de PAI, 0,14 face a 0,17 na cv. Bintje. Estes autores referiram que os baixos valores de PAI correspondiam aos elevados valores para o período de incubação. Realçaram ainda o facto de a determinação de PAI incluir o período de dormência que é importante porque o envelhecimento do tubérculo avança mesmo quando ainda não há brolhos visíveis. Para estes autores o PAI foi capaz de descrever a variação da idade fisiológica e por isso é um parâmetro útil para caracterizar o processo de envelhecimento da batata-semente.

2.2.3 – Efeito das condições de crescimento do tubérculo mãe na idade fisiológica da batata-semente filha

Para Madec e Perennec (1969) as condições de armazenamento e de abrolhamento são os fatores que mais influem a idade fisiológica da batata-semente, no entanto há a considerar a forma como foi produzida a cultura que lhe deu origem. Outros autores consideram como importantes no comportamento da batata-semente as condições em que esta foi produzida. Em 1977, Wurr e Barnes estudaram o efeito da densidade de plantação, da data de desramação e da data de colheita da batata-semente em várias características dos tubérculos (peso, forma e número de olhos), e concluíram que a influência destes fatores culturais era praticamente nula na produção da batata-semente. No que diz respeito à desramação química, Panelo e Caldiz (1989) não encontraram diferenças no período de

dormência da batata-semente. Os reguladores de crescimento na planta podem também ser usados para modificar os efeitos da idade fisiológica. Por exemplo o AG aplicado na folha na altura da desramação pode encurtar o período de dormência e aumentar a idade fisiológica, assim como combinados com temperaturas de armazenamento (Van Ittersum, 1992c).

Krijthe (1962) referiu que uma plantação tardia da batata-semente atrasava o envelhecimento fisiológico e desenvolvimento dos brotos da semente filha. Mais tarde, foi estudada a resposta ao local de produção da batata-semente e registou-se maior produtividade com tubérculos provenientes do local com baixa temperatura do solo e maior altitude, independentemente das condições de armazenamento (Wiersema e Booth, 1985).

Já nos anos 90, Allen *et al.* (1992) consideraram as condições ambientais durante o crescimento no campo e durante o armazenamento anterior à plantação, determinantes da idade fisiológica da batata-semente filha. A plantação precoce da batata-semente, o arranque dos tubérculos num estado muito imaturo e o armazenamento da batata-semente filha a altas temperaturas, são alguns fatores com influência na idade fisiológica que importa destacar, contribuindo para acelerarem o fim da dormência e o subsequente envelhecimento da batata-semente filha.

Como já foi referido, o abrolhamento no tubérculo, um dos componentes da idade fisiológica da batata-semente, afeta diversas características das plantas, tais como, o número e comprimento dos caules principais, a área e peso seco das folhas, o peso seco total da planta, dos caules e dos tubérculos (Allen *et al.*, 1992). No entanto, também a batata-semente filha é influenciada pela idade fisiológica do tubérculo-mãe (Moore *et al.*, 1987). Estes autores observaram na batata-semente filha, resultante de semente fisiologicamente velha, uma redução do número, vigor e comprimento de brotos formados, o que indica alguns sintomas de maior idade fisiológica.

Caldiz (2009), citando Claver (1951), referiu que temperaturas elevadas durante a formação da cultura promovem o envelhecimento da batata-semente. Já em 1985, Caldiz *et al.* correlacionaram as temperaturas acumuladas superiores a 17 °C durante a formação do tubérculo com a consequente idade fisiológica, avaliada pelo período de incubação. Estes autores encontraram, para as diferentes cultivares (cv. Spunta, cv. Ballenera e cv. Kennebec) diferenças na idade fisiológica que podem ser atribuídas à acumulação de temperaturas.

Bisognin *et al.* (2008) estudaram o envelhecimento da batata-semente produzida em épocas diferentes (primavera e outono) e armazenada a diferentes temperaturas. Observam que a 12 °C aos 90 dias de armazenamento os tubérculos produzidos na primavera (temperatura e fotoperíodos crescentes) atingiam a mesma idade fisiológica que os produzidos no outono no fim do armazenamento (180 dias a 12 °C). Notaram um avanço no envelhecimento fisiológico: os tubérculos produzidos na Primavera tinham uma idade fisiológica aos 90 dias o que só foi igualada aos 180 dias, à mesma temperatura, quando os tubérculos foram produzidos no outono. Ou seja, há uma redução de 50% no período de armazenamento somente pelo efeito da época de plantação. Estes autores consideram que a época de plantação tem um efeito sobre o período de dormência da batata-semente filha, alterando por isso o comportamento fisiológico durante o armazenamento; e pode superar possíveis diferenças genéticas, o que deve ser considerado para uma melhor condução da cultura.

As condições ambientais de crescimento da cultura afetam a idade fisiológica da batata-semente filha produzida, o seu vigor e a sua produtividade. O vigor da batata-semente é igualmente influenciado pelas temperaturas durante a época de produção. Regiões com elevadas amplitudes térmicas (dias quentes e noites frias) produzem batata-semente mais vigorosa do que em regiões com amplitudes térmicas mais reduzidas. O mesmo é verdade para o hemisfério sul, onde a batata-semente é produzida em latitudes elevadas sob condições ambientais frias resultando em batata-semente fisiologicamente nova (Caldiz *et al.*, 1999).

Hagman (2006) avaliou o comportamento da cultura da batata, resultante de batata-semente proveniente de diferentes latitudes e concluiu que a origem da batata-semente influenciou a emergência, a floração, a senescência e a produção da cultura. As produções maiores foram obtidas para batata-semente de origem Vasterbotten (norte da Suécia, 64 °N). Também estas diferenças influenciaram a idade fisiológica. A capacidade de abrolhamento da batata-semente foi avaliada pelo número, peso e comprimento dos brotos. A batata-semente proveniente da Holanda (53°N) obteve maiores pesos nos brotos e maior comprimento, ou seja, envelheceu mais cedo como seria de esperar para cultivares fisiologicamente mais velhas. Usado também como um indicador da idade fisiológica, os teores de ácido ascórbico registaram baixos valores.

Knowles e Knowles (2006) não observaram diferenças na batata-semente proveniente do hemisfério norte e sul, estes autores referem que ambas teriam sucesso com um adequado manejo da cultura.

Outros fatores ambientais como comprimento do dia, radiação, fertilizações azotadas e fornecimento de água durante o desenvolvimento da cultura podem influenciar a dormência do tubérculo filhos e conseqüentemente a respetiva idade fisiológica (Struik, 2006). Caldiz (2009) verificaram que a desramação provoca melhor distribuição dos tubérculos, assim como uma melhor uniformização do seu tamanho. Contudo, estes efeitos não são sempre consistentes como os causados pela temperatura. Já que, temperaturas elevadas tendem a aumentar o período de dormência, tal como referido por Caldiz (2007).

2.2.4 – Efeito das condições de armazenamento da batata-semente na idade fisiológica

As temperaturas durante a época de crescimento da cultura-mãe não podem ser manipuladas, e apenas se pode intervir modificando as datas de plantação, de desramação e de colheita, contrastando com as condições de armazenamento da batata-semente, nomeadamente a temperatura que pode ser manipulada.

Como já foi referido, a acumulação de temperaturas é o principal promotor da idade fisiológica, embora este efeito seja diferente se a acumulação for no início ou no fim do armazenamento (Struik *et al.*, 2006). Quando as temperaturas são mais elevadas num período mais avançado de armazenamento resulta numa semente mais fraca, a emergência, o número de caules e de tubérculos e a produção final foram mais baixos comparativamente a baixas temperaturas no final do período de armazenamento. Tal sucedeu para as cv. Jaerla e Désirée, no entanto para a cv. Kennebec não houve diferenças. Com um aumento do período de armazenamento com elevadas temperaturas a produção precoce de tubérculos diminui, mas este efeito revelou-se mais acentuado para as cultivares Jaerla, Kennebec e Astarte face a Désirée. Assim, conclui-se que as cultivares têm uma resposta específica à acumulação das temperaturas de armazenamento, algumas cultivares (Jaerla) envelhecem mais rapidamente do que outras (Désirée) e estas diferenças mostram-se consistentes no comportamento da cultura (Struik *et al.*, 2006).

Bodlaender e Marinus (1987) referiam que o efeito da idade fisiológica no crescimento da cultura é variável com a cultivar, dependente das condições em que a batata-semente foi produzida e também armazenada. Estes autores conseguiram produções

da cv. Désirée armazenada a 4 °C até 451 dias de armazenamento face a 311 dias a 12 °C de armazenamento. O que quer dizer que baixa temperatura é eficaz para retardar o envelhecimento fisiológico da batata-semente.

Mais tarde, Celis-Gamboa *et al.*, (2003/4) estudaram o abrolhamento de batata-semente sob um regime de temperaturas de 4 a 5 °C face a 18 a 22 °C, concluindo que as baixas temperaturas durante o período de armazenamento prolongavam o período de dormência, afetando por isso o aparecimento dos brotos. Os mesmos autores concluíram ainda que, para batata-semente armazenada a 4 a 5 °C, existia uma relação negativa entre o comprimento dos brotos e o início da tuberização e que os fatores genéticos que controlam do período de dormência e a tuberização seriam diferentes.

Bisognin *et al.* (2008) ao estudarem o efeito de diferentes temperaturas (4 °C, 8 °C 12 °C e 25 °C) de armazenamento na produção de brotos verificaram que com temperaturas de 4 °C os tubérculos mantinham-se dormentes até 180 dias de armazenamento, enquanto com 12°C esse período durava até aos 90 dias e a 25 °C durava 30 dias. O número de brotos nos tubérculos aumentou com a temperatura de armazenamento, mas esse valor é condicionado pela cultivar e época de produção da batata-semente, como já referido. No entanto, para temperaturas de armazenamento de 25 °C o efeito da época de plantação é eliminado, podendo ser utilizado por um curto período de tempo para estimular o abrolhamento para a plantação seguinte (Bisognin *et al.*, 2008).

Rykaczewska (2010) estudou o efeito das elevadas temperaturas de armazenamento no vigor do tubérculo-mãe e verificou que as diferenças no abrolhamento (número e peso dos brotos) estão associadas à idade fisiológica do tubérculo mãe, devido às diferentes temperaturas de armazenamento. Assim, as produções foram mais baixas com temperaturas de 18 °C comparativamente a 3 °C, no entanto, para algumas cultivares não se registaram diferenças significativas.

Geralmente, baixas temperaturas de armazenamento (2 a 4 °C) são recomendadas quando a batata-semente tem que ser armazenada mais de 6 meses desejando batata-semente fisiologicamente nova para épocas de crescimento com mais dias. Pelo contrário, quando a batata-semente tem que ser armazenada por pequenos períodos e utilizada em épocas de crescimento mais curtas, a temperatura de armazenamento deve ser elevada e por isso aumenta o envelhecimento da batata-semente (Bisognin *et al.*, 2008). As duas situações ocorrem na Argentina, em Buenos Aires, quando é necessária batata-semente

nova de envelhecimento lento para ser plantada em meados de outubro, por isso é armazenada durante 7 meses entre 2 a 4 °C. Em Espanha, Córdoba, a batata-semente deve ser armazenada durante 90 dias a elevadas temperaturas, aumentando a idade fisiológica da batata-semente (Caldiz e Haverkort, 1994 *in* Caldiz, 2009). Assim, dependendo da origem da batata-semente, a temperatura de armazenamento determina a idade fisiológica (avaliada pela duração do período de incubação) e a produção de tubérculos (Caldiz, 2009).

Para além da temperatura, o fotoperíodo, humidade relativa e luz são também indicados com influência na idade fisiológica da batata-semente armazenada (Johansen *et al.*, 2002; Johansen e Nielsen, 2004; Struik, 2006; Johansen *et al.*, 2008).

A luz difusa pode impedir o envelhecimento rápido da batata-semente. Este efeito positivo deve-se tanto aos efeitos dos brotos como do tubérculo-mãe. O efeito positivo da exposição à luz é dependente da cultivar, da temperatura e fotoperíodo de armazenamento. A 16 °C o vigor da batata-semente continuava elevado, sob dias longos, no entanto, a 28 °C o vigor decrescia mais rapidamente sob dias longos face a dias curtos (Struik, 2006). Johansen *et al.* (2002) encontraram, sob ambiente controlado, um efeito pequeno, mas positivo no desenvolvimento da cultura, quando a batata-semente foi armazenada a baixas temperaturas (12/9 °C dia/noite) face a temperaturas mais elevadas (18/12 °C). O comprimento do dia (12 ou 24 horas) não afetou os resultados de forma significativa. Mais tarde, também em condições controladas, com uma gama de temperaturas maior (12/4 °C dia/noite para 21/15, 24 horas o comprimento do dia), com a avaliação da idade fisiológica através do PAI, não se verificaram diferenças na idade fisiológica da batata-semente e não afetou a capacidade de produção (Johansen, 2006). Na opinião deste autor o método de avaliação da idade fisiológica pelo PAI é muito sensível às datas da desramação e nos casos em que estas datas são muito variadas o PAI não reflete o atual estado fisiológico da batata-semente.

Poderemos dizer que, de acordo com a generalidade das teorias sobre a idade fisiológica, a batata-semente nova deve produzir mais numa estação de crescimento longa, e a batata-semente velha numa estação de crescimento curta. No entanto, Johansen (2006) não verificou esta interação, indicando pequenas diferenças na idade fisiológica, embora algumas diferenças possam ocorrer entre origens da batata-semente.

2.3 – Crescimento da planta

Durante o período de pré-emergência a planta depende das reservas do tubérculo-mãe. Após a emergência, os primórdios foliares expandem-se rapidamente tornando-se a planta autotrófica quando possuir uma área foliar de 200 a 400 cm² (Milthorpe, 1963). Contudo, a planta continua a consumir as reservas do tubérculo-mãe até à completa transferência das reservas para a planta, no entanto, Moorby (1978) considerou a existência de uma troca bidirecional de material de reserva entre a planta e o tubérculo-mãe.

A velocidade de emergência é determinada, entre outros fatores, pelo tamanho do tubérculo mãe, pelo tamanho dos brotos no momento da plantação, pela temperatura do solo e pela profundidade de plantação (Martins, 1990; Allen *et al.*, 1992).

Moorby (1978) verificou maior velocidade na emergência de plantas com brotos de 1,5 cm de comprimento face a brotos mais compridos, enquanto, Sale (1979) observou um aumento da taxa de emergência das plantas com o aumento da temperatura do solo, até um valor ótimo próximo de 24 °C. Referiu ainda a influência do teor de água no solo e a concentração de nutrientes minerais na velocidade de emergência. O'Brien e Allen (1992) demonstraram que em solos com baixas temperaturas uma plantação precoce, frequentemente origina caules pequenos e um índice de área foliar baixo, comparativamente a plantações mais tardias, podendo mesmo, em algumas cultivares como cv. Estima, afetar o rendimento da cultura.

Allen *et al.* (1992) também estudaram a influência das condições ambientais na emergência das plantas e consequentemente no desenvolvimento da canópi. Estes autores referiram que o crescimento dos brotos aumentou com o aumento de temperatura desde 4 a 20 °C, no entanto neste percurso há a considerar uma fase de crescimento lento anterior a uma outra de crescimento rápido e linear (Firman *et al.*, 1992). Também as condições ambientais a que a batata-semente pode ter sido sujeita influenciam o desenvolvimento inicial da planta. Marinus (1992) observou que o armazenamento da semente a 12 °C durante 2 meses antecipou a emergência das plantas promovendo o crescimento inicial. Também a presença da luz no armazenamento pareceu ter um efeito favorável.

Engels *et al.* (1993) estudaram a emergência das plantas provenientes de batata-semente com diferentes calibres observando algumas diferenças. Assim, as plantas originadas de batata-semente de calibre grande emergiam mais rapidamente que as

provenientes de calibre pequeno. Já anteriormente, Jarvis e Shotton (1968) e Gray (1972) referiram um efeito mais marcado do calibre da batata-semente face à profundidade de plantação, na taxa de desenvolvimento inicial das plantas. Para estes autores, as plantas provenientes de batata-semente de maior calibre apresentavam uma taxa de crescimento maior. Rozier-Vinot (1971) notaram ainda um maior número de folhas, maior longevidade, maior quantidade de matéria seca e maior rendimento nas plantas originadas de semente de maior calibre.

A utilização de batata-semente abrolhada acelera a emergência da cultura e o crescimento inicial das folhas, mas conduz à sua senescência precoce (Martins, 1990). Allen *et al.* (1992) referiram que plantando batata-semente abrolhada havia uma percentagem de emergência superior face à batata-semente sem quaisquer brotos, refletindo-se inicialmente num maior índice de área foliar; no entanto passada a fase inicial a batata-semente não abrolhada originava um índice de área foliar superior ao longo do período de crescimento da cultura

2.3.1 - Desenvolvimento da canópia

O desenvolvimento da canópia inicia-se com a emergência e conduz ao estabelecimento do aparelho fotossintético da cultura. A evolução da área foliar pode ser uma medida de avaliação do crescimento da canópia e depende principalmente da produção de folhas e de ramificações axilares (Milthorpe, 1963). A extensão da canópia é um dos primeiros processos afetados pela quantidade de água no solo (Gordon *et al.*, 1997).

O crescimento e duração da área foliar da cultura determinam a quantidade de radiação solar interceptada pela canópia, influenciando a fotossíntese, evaporação, transpiração e produção final de matéria seca (Gordon *et al.*, 1997). A disponibilidade de radiação varia ao longo do ano e é importante que a máxima interceção de radiação ocorra na época do ano em que a radiação incidente é máxima, desenvolvendo-se assim uma canópia eficiente, evitando investimento em canópias excessivamente folhosas em épocas do ano em que a disponibilidade da luz é baixa (Allen e Scott, 1992; Hay e Walker, 1992).

Allen e Scott (1992) e Gordon *et al.* (1997) observaram o desenvolvimento do índice de área foliar muito diverso na cultura, dependendo principalmente da localização geográfica, condições ambientais durante o ciclo cultural, datas e profundidades de

plantação, quantidade de água no solo, efeitos da idade fisiológica da batata-semente e taxas de emergência das plantas.

A senescência da canópia é determinada pela idade dos órgãos aéreos e pela sua taxa de renovação, sendo acelerada pela falta de água, de nutrientes e por ação de algumas doenças (Almeida, 1995).

2.3.1.1 - Desenvolvimento de folhas

O desenvolvimento das folhas resulta da evolução de três processos (Allen e Scott, 1992; Cao e Tibbitts, 1995):

- i) - aparecimento de folhas individuais
- ii) - crescimento das folhas
- iii) - senescência das folhas tanto nos caules principais como nas ramificações.

O aparecimento de novas folhas não está relacionado com a taxa de alongamento do caule principal nem com o crescimento e morfologia da folha individual. A taxa de aparecimento da folha é de aproximadamente 0,33-0,58 folhas/dia até à primeira flor e é afetada pela posição da folha do caule, data de plantação, tipo de solo e cultivar (Allen *et al.*, 1992). Estes dados sugerem que há uma relação linear entre a taxa de aparecimento de novas folhas e o tempo, abrindo o ritmo de formação de novas folhas logo após o aparecimento da primeira flor (Allen *et al.*, 1992).

Firman *et al.* (1991) ao estudarem o desenvolvimento dos primórdios foliares nos brotos e caules de diferentes cultivares de batateira observaram que em algumas cultivares a iniciação destes primórdios para antes da iniciação floral, enquanto em outras, como Home Guard e Arran Comet, a iniciação de primórdios foliares continuou por um longo período de tempo, podendo mesmo ocorrer simultaneamente a diferenciação foliar e floração nos brotos. As condições ambientais durante o abrolhamento podem condicionar o curso do desenvolvimento de primórdios foliares (Allen e Scott, 1992).

O número de folhas até à primeira flor é relativamente constante para cada cultivar, embora o número de nós seja variável com o abrolhamento. O número de nós até à primeira flor depende da cultivar e é determinado pelo número de nós existente nos brotos na data de plantação, pelo que, para a mesma cultivar este número aumenta com a idade fisiológica. Assim, o aumento da idade fisiológica pode restringir o número total de folhas

e contribuir consequentemente para uma redução do índice de área foliar (Firman *et al.*, 1991).

Embora não existindo nenhuma interação aparente entre a duração das fases de iniciação foliar e floral, estas fases respondem similarmente ao fotoperíodo; fotoperíodos curtos reduzem a duração das diferentes fases e assim aumentam a taxa a que se processa o desenvolvimento da planta. Isto sugere que pode haver uma base fisiológica comum que determina o fim de cada fase (Almekinders e Struik, 1996).

Para simular o desenvolvimento das folhas na batateira é necessário quantificar a resposta da emergência da planta aos principais fatores ambientais. Cao e Tibbitts (1995), com ensaios em ambiente controlado, acompanharam o ciclo cultural da batata e relacionaram o aparecimento das folhas com o tempo e a temperatura. Esta informação poderá ser útil para prever o desenvolvimento foliar da cultura. Os mesmos autores observaram que a taxa máxima de crescimento das folhas ocorreu a uma temperatura constante do ar próxima de 25 °C.

O tamanho e morfologia das folhas, a sua localização na canópi e orientação no caule têm influência na intercepção da radiação e podem explicar as diferenças encontradas na expansão foliar da planta (Allen e Scott, 1992). Burton (1989) considerou que, fatores relacionados com a morfologia e distribuição espacial das folhas, como o ângulo de inserção da folha no caule, o comprimento da folha e pecíolo, a consistência, a cor, a pubescência, o número, área e forma dos folíolos primários e secundários, são importantes na intercepção da radiação. Estes fatores dependem da cultivar, do fotoperíodo e da temperatura (Cutter, 1992). Allen *et al.* (1992) associaram as diferenças nas estruturas das canópi das plantas às diferentes taxas de crescimento dos tubérculos. Elevadas taxas estão associadas a folhas mais largas, embora em menor número, e com inserção mais horizontal, tornando-as mais eficientes na intercepção da radiação a baixos valores de área foliar (Firman *et al.*, 1991; Allen *et al.*, 1992). Martins (1990) considerou, para as condições de Vila Real, que os baixos valores de área foliar formados podem ter tido origem no baixo número de caules por planta.

2.3.1.2 - Desenvolvimento de caules

O crescimento dos caules principais e das ramificações influencia a disposição espacial das folhas, pelo que o desenvolvimento da canópi resulta não só da expansão da

folhagem, mas também do alongamento dos caules principais e ramificações (MacKerron, 1992). É variável com a cultivar e com as condições ambientais, como a luz, a temperatura e as condições físicas do solo (Cutter, 1992; Wurr *et al.*, 1997). A produção de folhas dá-se quase exclusivamente nestes órgãos até ao aparecimento da inflorescência, posteriormente o crescimento da canópia faz-se quase exclusivamente à custa de ramificações aéreas (Allen *et al.*, 1992). Já anteriormente outros investigadores tinham referido o caule como uma importante unidade de produção, quer do ponto de vista fisiológico quer agronómico, dependendo da utilização de diferentes calibres da batata-semente e diferentes compassos de plantação (Mooby e Milthorpe, 1975).

Fleisher *et al.* (2011) referem que, em ambiente controlado, com adequada nutrição as plantas com um único caule produzem equivalentes valores de área foliar ao observado nas plantas com múltiplos caules, devido à facilidade que as batateiras têm em produzir ramos laterais perto de qualquer nó axilar. Segundo estes autores, os resultados podem ser extrapolados para o campo, em que plantas com múltiplos caules são comuns.

A taxa de desenvolvimento de ramos laterais na batateira tem também consequências importantes na produção final da cultura, estando fundamentalmente dependente da cultivar (Cutter, 1992).

2.3.2 - Desenvolvimento de raízes

As raízes de qualquer planta são importantes, não só pela qualidade da fixação ao solo, mas também na absorção de água e nutrientes. Allen e Scott (1992) referiam que a extensão e capacidade de absorção do sistema radicular é um importante fator na determinação do potencial produtivo da cultura da batata. Os mesmos autores referem que o teor de humidade do solo logo após a plantação pode afetar a densidade e profundidade do sistema radicular, tal como já havia reportado anteriormente Burton (1978).

Kutschera (1960) referiu que as raízes da batateira se desenvolvem na parte subterrânea dos caules aéreos, entre o tubérculo mãe e a superfície do solo e nos rizomas, sendo estas normalmente de pequeno diâmetro e curtas (Kutschera, 1960 *in* Martins, 1990). O mesmo autor considera que as raízes originadas dos caules aéreos se desenvolvem, numa primeira fase na horizontal, ocupando posteriormente as raízes as zonas inferiores do solo. Allen e Scott (1992) também consideraram que o sistema radicular vai ramificando por todo o perfil do solo.

As cores das raízes variam do cinzento amarelado ao castanho claro e o sistema radical tem a forma aproximadamente cilíndrica, sendo a sua extremidade cônica (Allen e Scott, 1992).

Durrant *et al.* (1973) referem que dez dias após a plantação os tubérculos tinham desenvolvido 12-18 raízes de tamanho semelhante. Inicialmente as ramificações formaram-se próximo do tubérculo-mãe e posteriormente mais afastadas deste.

Kratze e Palta (1985), para a cultivar R. Burbank, referem a existência de quatro tipos de raízes dependendo da zona de inserção (Fig 2.10).

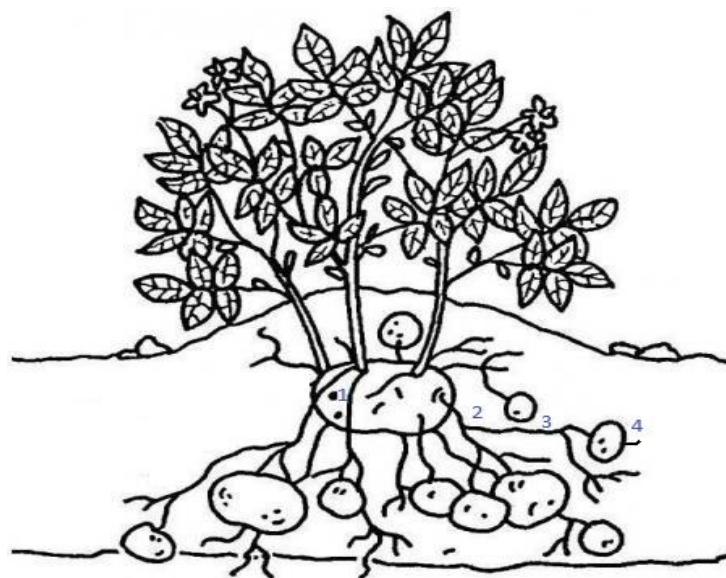


Figura 2.10 – Desenvolvimento das raízes na cultura da batata. 1) - raízes basais, na base do caule de inserção; 2) - raízes caule-rizoma, formadas no caule principal na axila do rizoma; 3) - raízes dos rizomas, originadas nas axilas dos gomos dos rizomas; 4) - raízes dos tubérculos, formadas na base dos gomos dos tubérculos. Adaptado de <http://www.schulbilder.org>

O desenvolvimento de primórdios radiculares, promovido pela humidade relativa alta é muito rápido, fornecendo água e nutrientes aos brotos em maior quantidade que o tubérculo-mãe (Moorby, 1978).

O crescimento das raízes é condicionado principalmente pelas condições atmosféricas, teor de água e nutrientes e características físicas do solo (Milthorpe e Moorby, 1988; Allen e Scott, 1992).

Boone *et al.* (1985) encontraram menor crescimento nas raízes e menor profundidade atingida quando as disponibilidades hídricas no solo eram altas. Lesczynski e Tanner (1976) obtiveram uma profundidade de enraizamento ligeiramente maior, quando diminuíram a dotação das regas.

Stalham referiu que o sistema radicular se estendia e ramificava muito rapidamente, tanto na horizontal como na vertical, aumentando inicialmente o desenvolvimento com o teor de humidade no solo (Stalham, 1989, *in* Allen e Scott, 1992). No entanto, passada a fase inicial de crescimento, estes investigadores observaram que com baixo teor de humidade no solo as raízes atingiam maior profundidade, podendo mesmo atingir 118 cm. Profundidades entre os 100-150 cm são também referidas por outros autores (Wolfe *et al.*, 1983) e profundidades inferiores a 100 cm são referidas por Lesczynski e Tanner, 1976; Boone *et al.*, 1985).

2.3.3 – Formação e crescimento dos rizomas

O rizoma é um caule subterrâneo com entre-nós alongados e folhas escamosas dispostas em espiral (Kumar e Wareing, 1972).

O número de nós que dão origem a rizomas é usualmente uma função inversa do número de brotos em crescimento da batata-semente e está positivamente correlacionado com o seu peso (Moorby e Milthorpe, 1975).

Os rizomas formam-se inicialmente nos nós basais existentes no broto e só depois nos nós de ordem progressivamente mais alta (Wurr, 1977).

Segundo Kumar e Wareing, (1972), são vários os fatores que podem afetar a formação de rizomas: as condições do solo a humidade, a temperatura, o número de brotos por tubérculo e a concentração de reguladores de crescimento

2.3.4 - Tuberização

A tuberização é um processo que resulta de uma sequência precisa e ordenada de eventos fisiológicos que são afetados e controlados por um balanço hormonal (Struik, 1999), parecendo que as giberlinas são hormonas cruciais neste processo (Ewing e Struik, 1992).

A tuberização desencadeia uma série de mudanças no comportamento da planta, não sendo unicamente alterações no desenvolvimento dos caules, mas também toda a morfologia e fisiologia da planta é afetada (Struik, 1999).

Há muitos estudos que relatam a influência dos vários fatores na iniciação da tuberização em ambiente controlado. No entanto, em experiências de campo, o momento em que ocorre a tuberização não está bem definido ou então não é devidamente avaliado (Allen e Scott, 1992; O'Brien *et al.*, 1998a e b).

A batateira produz numerosos rizomas (caules subterrâneos com entre-nós alongados) nos quais se vão desenvolver tubérculos (Allen e Scott, 1992). Para Lovell e Booth (1967) e Smith e Palmer (1970), o primeiro sinal da tuberização é a deposição de amido na extremidade do rizoma, a qual ocorre antes de qualquer indício visível.

A formação do tubérculo inicia-se na região sub-apical do rizoma (Cutter, 1992) e só se considera tubérculo quando o diâmetro deste for superior em duas vezes o do rizoma inicial (Hartmans e van Loon, 1987; Firman *et al.*, 1991; Cutter, 1992; O'Brien *et al.*, 1998a).

Em 1987, van Loon referia que a tuberização podia ser simultânea com a floração e ocorrer em qualquer estado morfológico da parte aérea da planta, ou mesmo sem parte aérea formada (van Loon, 1987). Mais tarde, outros autores (O'Brien *et al.*, 1998a) consideravam duas fases distintas no início da tuberização: a indução e o início propriamente dito. Para estes investigadores, o processo normal de formação dos tubérculos ocorre com a indução da tuberização, dando-se posteriormente o início da tuberização após a formação de folhas fisiologicamente funcionais. O'Brien *et al.* (1998a) definem a indução da tuberização como uma mudança fisiológica na planta que provoca uma dilatação dos rizomas. Estas alterações, de natureza não completamente compreendida, mantêm-se até ao início da tuberização que ocorre muito rapidamente, podendo estar a iniciação completa em poucos dias. Assim, a emergência dos caules e o início da tuberização por vezes podem ser considerados sincrónicos.

Basicamente, a formação do tubérculo consiste na criação de novas células, no aumento de volume e na síntese de amido. Os três processos decorrem em simultâneo (Milthorpe e Moorby, 1988).

Em muitas experiências, o início da formação dos tubérculos não é medido ou é muito raramente avaliado, não se estabelecendo com exatidão o momento em que começa

e qual a duração do período de tuberização (Allen e Scott, 1992). A determinação do tempo de duração da tuberização na cultura requer uma rigorosa definição do começo e fim deste processo, o que exige amostras de tamanho e frequência apropriadas (O'Brien *et al.*, 1998a).

Muitos autores consideram que o início da tuberização ocorre 2 a 3 semanas após a emergência das plantas (Firman *et al.*, 1991), e estará completa passadas 2 a 6 semanas do seu início (O'Brien *et al.*, 1998a). No entanto, outros aspectos relacionados com o desenvolvimento da cultura próximos da emergência das plantas, como a iniciação dos órgãos florais (Firman *et al.*, 1992) ou o aparecimento das folhas (Firman *et al.*, 1995), podem também na prática servir como ponto para estabelecer o início da tuberização (O'Brien *et al.*, 1998a).

Também a data de plantação pode servir como ponto para estabelecer o início da tuberização (O'Brien *et al.*, 1998a), embora o tempo decorrido desde a emergência até o início da tuberização possa ser variável, é menos variável que o tempo decorrido desde a plantação até à tuberização, sugerindo o período pós-emergência importante na definição do início da tuberização (Firman *et al.*, 1991).

O'Brien *et al.* (1998a) consideraram a acumulação de dias-grau (com temperatura base de 0 °C), após a plantação uma forma de estabelecer o início da tuberização. Estes autores referiram que a cultivar Maris Piper requer 615 dias-grau (temperatura base 0 °C) para que se inicie a tuberização.

A iniciação da tuberização é dependente da cultivar (Allen e Scott, 1992; O'Brien *et al.*, 1998a e b) e é favorecida por dias curtos, carência de azoto e fósforo, elevadas radiações e baixas temperaturas; no entanto, há vários fatores internos (tubérculo-mãe) que condicionam este processo (Milthorpe e Moorby, 1988; Firman *et al.*, 1991).

São muitos os estudos que referem o fotoperíodo, a temperatura, o fornecimento de água, as fertilizações, a idade fisiológica do tubérculo-mãe, como sendo os que mais influenciam a formação e desenvolvimento dos tubérculos (Ewing e Struik, 1992; Kolbe e Stephan- Beckmann, 1997; Allen e Scott, 1992; O'Brien *et al.*, 1998a e b; Johansen *et al.*, 2002; Celis-Gamboa *et al.*, 2003/4).

Analisaremos em seguida a ação do fotoperíodo, da temperatura, da radiação, da nutrição azotada e do tubérculo-mãe na tuberização.

2.3.4.1 - Ação do fotoperíodo

O tempo que demora o início e a completa formação do tubérculo é dependente da taxa de crescimento da planta, que é influenciada pela temperatura, pela radiação e pelo fotoperíodo (O'Brien *et al.*, 1998a). A resposta da tuberização ao fotoperíodo é complexa e é influenciada por outros fatores ambientais, temperatura noturna e disponibilidade de azoto (Kittipadukal, *et al.* 2012).

Van Dam *et al.* (1996) referiam que desde que as condições ambientais fossem favoráveis, apenas uma pequena área foliar era necessária para a indução da tuberização.

O fotoperíodo é visto como o fator principal que afeta o início e duração da tuberização e o número de tubérculos formados (O'Brien *et al.*, 1998a).

São muitos os autores que referem que o início da tuberização ocorre mais cedo com fotoperíodos curtos face a fotoperíodos longos (Cutter, 1992; Ewing e Struik, 1992; O'Brien *et al.*, 1998a; Kittipadukal, *et al.* 2012). Cutter (1992) referia que sob um fotoperíodo de 9 h as plantas conseguiam formar tubérculos cerca de 3 a 5 semanas mais cedo face a um fotoperíodo mais longo. Já anteriormente, Martins (1990) enunciava alguns autores que conseguiram desencadear a tuberização em tubérculos sujeitos a fotoperíodos curtos:

- Ito e Kato (1951) promoveram a tuberização na ausência de luz
- Claver (1953) refere um efeito estimulante do fotoperíodo de 10 horas, no entanto obteve tubérculos na ausência de luz
- Gregory (1956) registou um fotoperíodo de 8 horas
- Chapman (1958) utilizou um fotoperíodo de 9 horas

A base fisiológica para a tuberização sob condições de dias longos envolve sinais bioquímicos e moleculares, a percepção do fotoperíodo nas folhas e alterações de crescimento dos caules (Rodriguez-Falcon *et al.* 2006; Sarkar, 2010). Kittipadukal *et al.* (2012) obtiveram uma tuberização pobre ou quase nenhuma com fotoperíodo de 20 h.

Os efeitos do fotoperíodo e da temperatura são importantes no início da formação dos tubérculos e subsequentemente na repartição de matéria seca na planta (Van Dam *et al.*, 1996). Demagante e Vander Zaag (1988) e Van Dam *et al.* (1996), sob ambiente controlado, observaram que combinações com elevadas temperaturas e fotoperíodos longos

foram inibitórias da formação dos tubérculos. Para a cultivar Désirée, a ocorrência da tuberização foi mais cedo 8 dias utilizando um fotoperíodo de 12 h quando comparado com um outro de 16 h (Demagante e Vander Zaag, 1988).

Uma equipa de investigadores (Johansen *et al.*, 2002) ao estudarem a tuberização, em ambiente controlado (fotoperíodos de 12 h face a 24 h e temperaturas, dia/noite, de 12/9 °C face a 18/12 °C), concluíram que a duração do dia não teve influência no peso e número de tubérculos, contrariamente à temperatura. Para o regime de 18/12 °C correspondeu a maior produção de tubérculos. Concluíram ainda que os dias longos podem compensar as baixas temperaturas.

Os efeitos do fotoperíodo no início e duração da tuberização podem ser influenciados pela cultivar. Enquanto a cultivar Maris Piper iniciou a tuberização 5 dias mais cedo com fotoperíodos curtos (8 h), não se observaram quaisquer efeitos na cultivar Estima (Demagante e Vander Zaag, 1988).

2.3.4.2 – Ação da temperatura

A interpretação dos efeitos da temperatura na tuberização de plantas que crescem sob condições de campo é complicada devido às possíveis interações entre a temperatura e outros fatores, como a radiação e o fotoperíodo (Wurr *et al.*, 1997; O'Brien *et al.*, 1998a e b). No entanto, parece correto afirmar que a temperatura, em experiências efetuadas no campo, é uma das principais causas de variação do número de tubérculos (Wurr *et al.*, 1997). Os mesmos autores referem a cultivar, juntamente com as condições ambientais, como a luz, a temperatura, as condições físicas do solo e o fornecimento de água, capazes de influenciar o número de tubérculos formados.

Slater (1968) considerou que as temperaturas elevadas promovem um maior desenvolvimento dos órgãos aéreos e subterrâneos, ficando menor quantidade de metabolitos para a tuberização. Para além das substâncias promotoras do crescimento como o ácido giberélico serem inibidoras da tuberização. Por outro lado, sob baixas temperaturas fica uma maior quantidade de metabolitos disponível para a tuberização, porque são menos utilizados nos outros processos vitais (Slater, 1968).

Não está completamente definida uma temperatura mínima para a tuberização. Mas sabe-se da formação de tubérculos com temperaturas próximas de 5-7 °C. Cutter (1992)

referia que um tratamento com baixas temperaturas pode realmente ser efetivo na indução da formação dos tubérculos como por exemplo manter as plantas durante 7 dias a 7 °C.

Ito e Kato (1951) referem que a tuberização é favorecida por uma temperatura próxima de 15°C. Enquanto, para Claver (1951) as temperaturas mais favoráveis situavam-se entre 15,2 e 18,7 °C; temperaturas baixas (4,7 a 8,7 °C) atrasavam a tuberização, enquanto temperaturas elevadas (20,8 a 29,1 °C) a aceleravam. Também Gawronska *et al.* (1988) referem um atraso na tuberização com temperaturas altas (30 a 35 °C) e embora o número de tubérculos formados não tivesse sido afetado pela temperatura, estes estavam deformados e com sinais de crescimentos secundários.

O'Brien *et al.* (1998a) referiram uma temperatura de 10-17 °C como o valor ótimo para a formação dos tubérculos, já Van Dam *et al.* (1996) apontavam como ótima a temperatura situada entre 15-19 °C e fotoperíodos curtos (12 h).

Muitos autores sugerem que temperaturas elevadas durante o dia, superiores a 25-30 °C, (Ewing e Struik, 1992), e especialmente temperaturas elevadas do solo, atrasam o início da tuberização (Wurr *et al.*, 1997).

A temperatura noturna do solo é particularmente importante no processo de tuberização. Para a formação de tubérculos, a temperatura ótima noturna situa-se entre 12-15 °C e uma temperatura noturna do solo superior a 24 °C inibe o processo de tuberização (O'Brien *et al.*, 1998a). Já em 1956, Gregory observou que baixas temperaturas noturnas favoreciam a tuberização enquanto altas temperaturas noturnas a inibiam.

Struik *et al.* (1989) apontavam o aumento da temperatura como causa de efeitos complexos no desenvolvimento dos rizomas e redução do sincronismo na sua iniciação. Estes efeitos causavam um atraso geral na tuberização.

2.3.4.3 – Ação da radiação

Os efeitos da radiação na formação dos tubérculos não estão completamente esclarecidos. O'Brien *et al.* (1998b) atribuíram este facto à inexistência de uma definição rigorosa do momento em que ocorre o início da tuberização, contribuindo também os longos intervalos entre as amostragens para à falta de rigor nas experiências.

O efeito da radiação na tuberização é influenciado pela temperatura numa gama de 20-28 °C. Sob temperaturas de 18-20 °C um número próximo do máximo de tubérculos pode ser produzido com valores de radiação próximos de 3,4 MJ/m² por dia. No entanto, a

combinação de temperaturas mais altas (28 °C) com esses valores de radiação pode inibir a tuberização (O'Brien *et al.*, 1998a). O'Brien *et al.* (1998b) chegaram à mesma conclusão, sugerindo que valores inferiores a 7 MJ/m² por dia de radiação incidente podem atrasar o início da tuberização quando combinados com elevadas temperaturas e fotoperíodos longos (16-17 h). Contudo, estes efeitos são variáveis com a cultivar (O'Brien *et al.*, 1998a e b).

Quando as plantas sofrem ensombramento no início do ciclo vegetativo o número de tubérculos diminui com a diminuição da quantidade da radiação incidente (O'Brien *et al.*, 1998b). Demagante e Vander Zaag (1988) em experiências com 58% de ensombramento das plantas, observaram um atraso do início da tuberização, particularmente em dias longos. No entanto, referiram também que estes efeitos não eram consistentes para todas as cultivares e fotoperíodos, por exemplo não encontraram qualquer efeito nas cv. Estima e Maris Piper sob fotoperíodos longos (16-17 h). O'Brien *et al.* (1998b) encontraram um atraso do início da tuberização na cultivar Estima com um ensombramento das plantas de 75%, indicando como principal razão o efeito da radiação incidente sobre a formação, o tamanho e a distribuição dos tubérculos na planta. Já em 1997, Wurr *et al.*, para a mesma cultivar, referiam uma redução do número de tubérculos com ensombramento de 70 % nas plantas em campo; mas um ensombramento de 45% não afetou o número de tubérculos formados, segundo os mesmos autores.

2.3.4.4 – Ação da nutrição azotada

O'Brien *et al.* (1998a), em experiências realizadas no campo, apontam que o início da tuberização pode ser atrasado com o fornecimento de elevadas quantidades de azoto (240 Kg de N/ha), sendo, contudo, este efeito dependente da cultivar (Allen e Scott, 1992). Também Firman *et al.* (1992) observaram que aplicações de elevadas quantidades de azoto podem atrasar a emergência das plantas e consequentemente atrasar o período decorrente entre a plantação e o início da tuberização. No entanto, outra equipa de investigadores (Ewing e Struik, 1992) apontaram como escassos os efeitos do azoto na tuberização.

Experiências realizadas na Universidade de Cambridge com a cultivar Estima (O'Brien *et al.*, 1998a) mostraram que aplicações de azoto podem diminuir o número de tubérculos formados, particularmente quando o fornecimento de azoto ao solo é muito baixo ou muito elevado (inferior a 70 Kg de N/ha ou superior a 300 Kg de N /ha). Isto

acontece devido aos efeitos do azoto na partição dos fotoassimilados entre a parte vegetativa e os tubérculos.

2.3.4.5 - Ação do tubérculo-mãe

A tuberização, resultando do balanço entre promotores e inibidores, só ocorre quando os primeiros estão em maior quantidade, e pode ser interrompida se a concentração de inibidores aumentar. Madec e Perennec (1955) referiram o papel importante desempenhado pelo tubérculo-mãe no processo de tuberização, os brotos mais evoluídos, isto é, com maior grau de incubação davam origem a plantas que tuberizavam mais cedo. Para estes autores o tubérculo-mãe e as folhas, quando sujeitas a fotoperíodos convenientes fornecem promotores da tuberização (Madec e Perennec, 1955; 1962). Mais tarde, outra equipa de investigadores sugeria que a idade fisiológica e cronológica da batata-semente tinha pequena influência no momento em que se inicia a tuberização (O'Brien *et al.*, 1998a).

2.3.4.6 - Ação dos reguladores de crescimento

Claassens e Vreugdenhil (2000) referiram que muita atenção se tinha dado a este ponto e consideram que são diversos os reguladores de crescimento a atuarem na tuberização e podem atuar de forma direta ou indireta. As giberlinas seriam, de entre os reguladores de crescimento, o que tem mais atenção por parte dos investigadores.

Muitos autores referiram as giberlinas como possíveis inibidores da tuberização (Xu *et al.*, 1998; Claassens e Vreugdenhil, 2000). Estes reguladores de crescimento são sintetizados em grandes quantidades nos pontos de crescimento vegetativo rápido. A concentração de giberlinas naturais é extremamente alta nos brotos jovens, nas folhas apicais jovens e nos pontos de crescimento ativo. A atividade das giberlinas é alta nos rizomas em crescimento, enquanto nos tubérculos em desenvolvimento é baixa, tendo mesmo um efeito inibitório da tuberização (Claassens e Vreugdenhil, 2000). Smith e Palmer (1970) referem que a tuberização é impedida pelas giberlinas por estas promoverem a atividade da hidrólise do amido ou por impedir a atividade da síntese do amido. Xu *et al.* (1998) observaram teores de giberlinas elevados durante o crescimento dos caules e que se tornavam mais baixos durante o desenvolvimento dos tubérculos. Estes autores investigaram a interação entre sacarose e giberlinas, durante a formação do

tubérculo e concluíram que a sacarose afeta os níveis de giberlinas endógenos e não o contrário. A tuberização pode ser inibida ou iniciada aplicando giberlinas ou inibindo a síntese das mesmas respectivamente (Claassens e Vreugdenhil, 2000).

Xu *et al.* (1998) referiram que o ácido abscísico (ABA) não influenciou a tuberização, no entanto, pode em parte superar o efeito inibitório da giberlinas. Os mesmos autores estudaram o efeito de ABA endógeno no crescimento dos caules e dos tubérculos e concluíram que o ABA não é o principal regulador da tuberização.

As citocininas promovem a tuberização (Claassens e Vreugdenhil, 2000), porque suprimem a atividade da hidrólise do amido e estimulam a atividade da síntese do amido (Smith e Palmer, 1970). Vreugdenhil e Struik (1989) sugerem que a resposta da planta aos elevados níveis de citocininas depende da interação com outros promotores. Se o nível de giberlinas é elevado ramificando o caule e parando o seu crescimento, as citocininas podem promover a formação de tubérculos. Além disso, supõe-se que as citocininas têm um efeito estimulante na produção de etileno e este por sua vez um efeito inibitório no crescimento dos caules (Vreugdenhil e Struik, 1989 *in* Claassens e Vreugdenhil, 2000).

O etileno pode desempenhar um papel ativo no controlo do crescimento dos caules. A produção de etileno pela planta aumenta sob condições de stress (Claassens e Vreugdenhil, 2000). Vreugdenhil e Struik (1989) referiram que as plantas sob restrições no solo produziam elevados níveis de etileno, resultando em paragem no crescimento dos caules desde que os níveis de giberlinas fossem baixos. Outros autores referiram o efeito estimulante do etileno no número de tubérculos formados, sobretudo se aplicado antes do início da tuberização (Garcia-Torres e Gomez-Campo, 1972).

Claassens e Vreugdenhil (2000) referiram que, embora seja conhecido o efeito promotor das auxinas no crescimento das células, não tem sido dada muita atenção ao seu possível efeito na tuberização. A ação do ácido indolacético (IAA) tem sido muitas vezes contraditória. Xu *et al.* (1998) observaram a completa inibição da tuberização quando o IAA era aplicado em elevadas concentrações. Porém, o IAA tem um efeito estimulante na produção de etileno que inibe o crescimento dos caules, mas aplicações de etileno podem reduzir os níveis de IAA, proporcionando um mecanismo de feedback.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

A escolha da batata-semente é um fator importante a ter em conta no estabelecimento da cultura da batata. É conveniente conhecer o comportamento fisiológico da batata-semente, conseguindo de forma mais correta minimizar a quantidade utilizada e consequentemente os respetivos custos. As características de abrolhamento da batata-semente são indicadoras da sua idade fisiológica (Caldiz, 2009). Estas características podem explicar o envelhecimento da batata-semente com diferentes origens a diferentes temperaturas de armazenamento. No presente trabalho procurámos estudar de que forma a temperatura de armazenamento influenciou a idade fisiológica da batata-semente. Avaliámos o desenvolvimento dos brolhos ao longo do armazenamento sob dois regimes de temperaturas e a idade fisiológica foi estimada de diferentes formas:

- Capacidade de abrolhamento (número, comprimento e peso dos brolhos)
- Comprimento do brolho maior
- Perdas de peso fresco dos tubérculos devidas fundamentalmente à respiração e transpiração
- Duração do período de incubação

Foi posteriormente observado o comportamento desta batata-semente em vaso e acompanhado o seu desenvolvimento num ensaio preliminar.

Descrevem-se, neste capítulo, os materiais e as metodologias utilizadas nos diferentes trabalhos executados.

Resumidamente o conjunto de trabalhos realizados é apresentado nas Figuras 3.1 e 3.2.

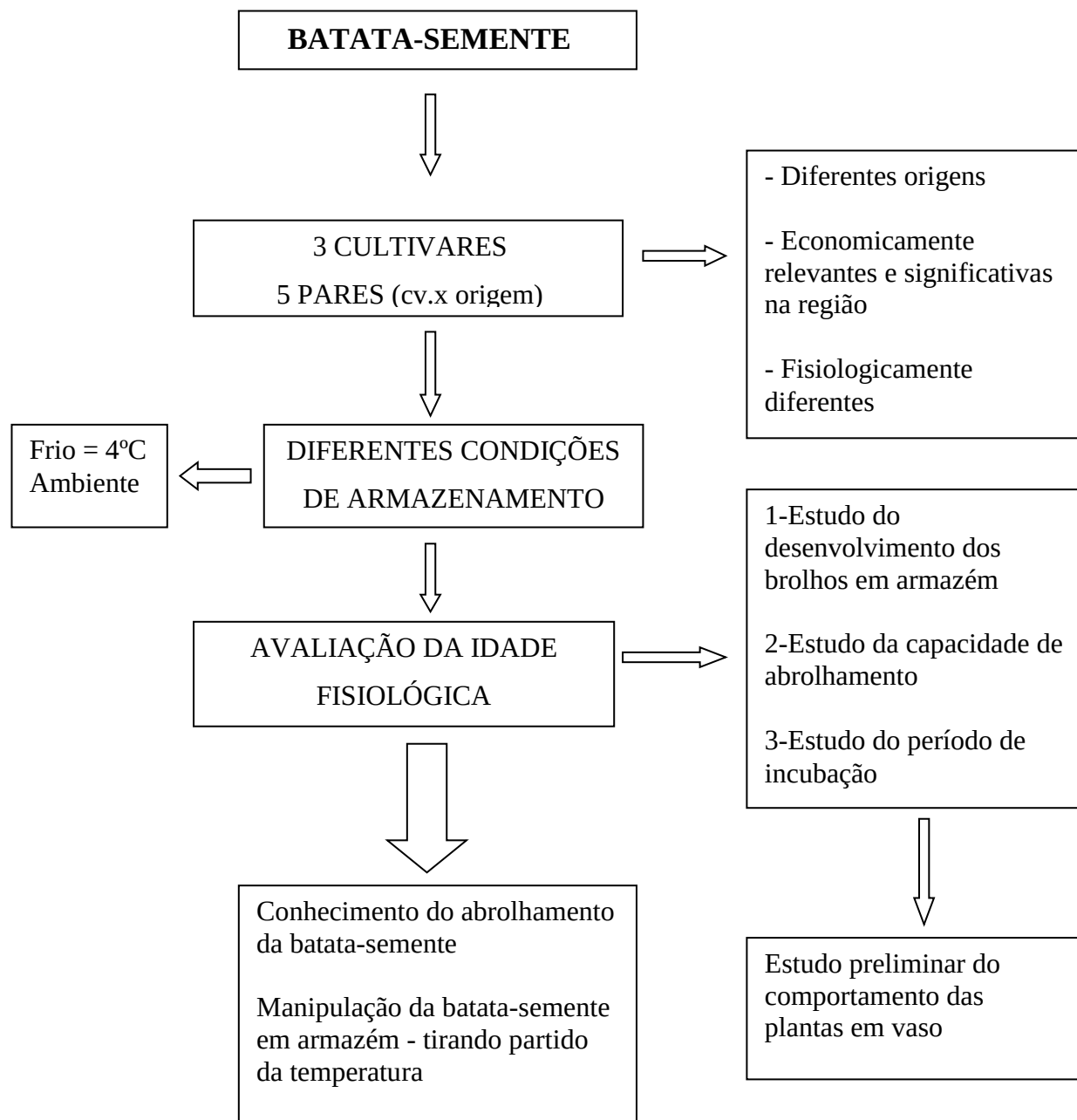


Figura 3.1 - Representação do diagrama do trabalho experimental

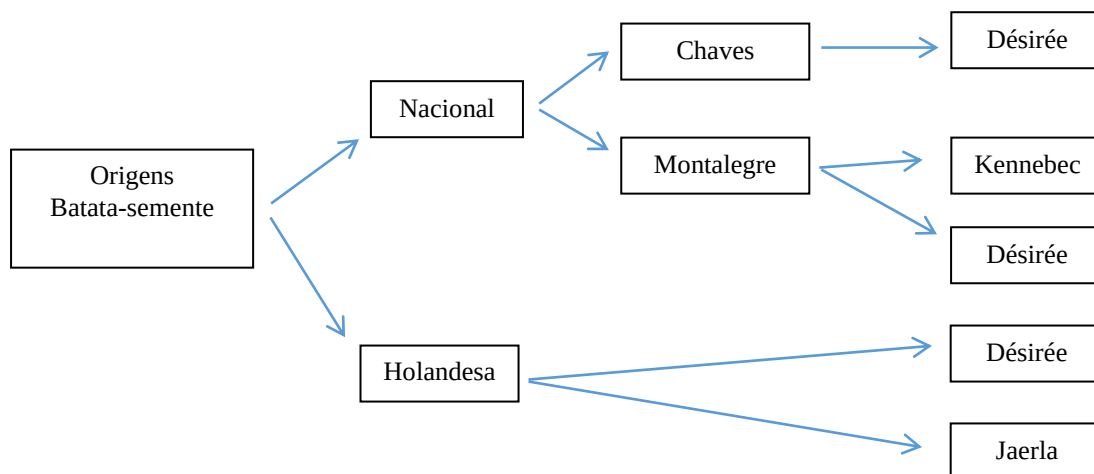


Figura 3.2 - Representação da origem/cultivar da batata-semente utilizada

3.1 - Instalações

Os diferentes trabalhos conducentes à obtenção de dados para a elaboração desta dissertação, foram realizados no Campus da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Vila Real. Os ensaios de armazenamento foram realizados em câmaras de crescimento de ambiente controlado (CONVIRON E15, série 9/D 2105), em câmaras de refrigeração com temperatura controlada e foi ainda utilizado o armazém da Quinta de Nossa Sr^a de Lourdes, UTAD. As câmaras de crescimento foram reguladas para uma temperatura 18 °C e humidade relativa (HR) de 80 %. As câmaras de refrigeração, foram reguladas para 4 °C. No armazém foram colocados termohigrógrafos para os registos da temperatura e humidade ao longo dos ensaios (Anexo A- Quadro A1.1 e A1.2).

Os ensaios de vaso foram realizados em bancada coberta sem controlo de temperatura e humidade. Foram colocados na bancada termohigrógrafos para os registos de temperatura e humidade (Anexo A- Quadro A1.3).

3.2 - Material vegetal

Utilizaram-se três cultivares diferentes de batata: Jaerla, Désirée e Kennebec. A batata-semente usada era originária da Holanda e de Portugal (Montalegre e Chaves). Assim temos:

3 cultivares:

Jaerla - envelhecimento fisiológico rápido (Hartmans e van Loon, 1987).

Désirée - envelhecimento fisiológico lento (Hartmans e van Loon, 1987).

Kennebec- envelhecimento fisiológico intermédio (Struik *et al.*, 2006).

3 origens:

Montalegre

Chaves

Holanda

2 tratamentos térmicos:

4 °C

Ambiente

No Quadro 3.1 podemos observar as interligações entre cultivares, origens e temperatura utilizadas neste estudo.

Quadro 3.1. – Designação dos tratamentos realizados no trabalho experimental

Cultivar	Origem	Sigla	Armazenamento - tratamentos	
			Ambiente	Frio
Kennebec	Montalegre	KM	KMA	KMF
Jaerla	Holanda	JH	JHA	JHF
Désirée	Chaves	DC	DCA	DCF
Désirée	Holanda	DH	DHA	DHF
Désirée	Montalegre	DM	DMA	DMF

Com a escolha de 3 cultivares e origens de batata-semente, pretendeu-se comparar os resultados com a mesma origem (Jaerla e Désirée da Holanda e Kennebec e Désirée de Montalegre) e mesma cultivar com origens diferentes (Désirée da Holanda, Chaves e Montalegre).

As cultivares usadas neste estudo estão inscritas como podendo ser utilizadas na região de Trás-os-Montes para a obtenção de Produto Certificado com Indicação Geográfica Protegida “*Batata de Trás-os-Montes*”. A reputação desta batata leva a que a designação “*Batata de Trás-os-Montes*” seja suficiente para que um consumidor se disponha a pagar mais por um produto que é, aos seus olhos, indestrinçável de produtos semelhantes existentes no mercado e vendidos a preços mais baixos (EC, 2005).

As principais características das cultivares ensaiadas encontram-se resumidas em anexo (Anexo B- Quadro B1).

Para a realização dos ensaios, foi escolhido o calibre 40-45 mm, normalmente o mais solicitado pelos produtores. A batata-semente correspondente a cada uma destas cinco situações foi armazenada em tabuleiros com 20 tubérculos cada um, de forma a termos uma amostra adequada de cada uma das situações. Assim, a quantidade utilizada foi de 50 kg/cultivar/origem/ano.

Os ensaios decorreram em dois anos consecutivos, num período de 165 dias de armazenamento em cada ano, tal como se indica na Figura 3.3.

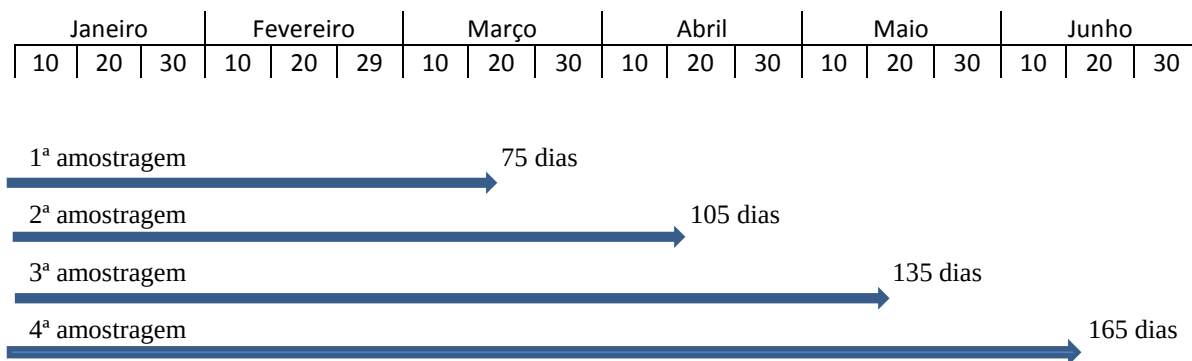


Figura 3.3 – Cronograma adotado para a execução do ensaio experimental.

3.3 - Condições de armazenamento

Para o armazenamento da batata-semente escolheram-se duas temperaturas diferentes: frio a 4 °C e temperatura ambiente em armazém (Anexo A-Quadro A1.1). Obtivemos assim 10 tratamentos diferentes com as designações constantes do Quadro 3.1.

Desde o início do ensaio até ao primeiro registo decorreram 75 dias (1ª amostragem). Após esse período de tempo, foram registadas observações com intervalos regulares de 30 dias, até já não ser possível proceder aos registos dos tubérculos devido à sua exaustão. Todas as observações neste estudo foram realizadas por tubérculo. Os tubérculos ficaram em armazém durante 165 dias (4ª amostragem- Fig. 3.3).

3.4 - Determinações

Todos os tubérculos antes de serem colocados em armazém ou em refrigeração foram pesados e numerados por tabuleiro.

Foram efetuados registos de forma a avaliarmos a idade fisiológica da batata-semente. Assim, fizemos as seguintes determinações para os diferentes tratamentos:

- Crescimento dos brotos durante o armazenamento /perdas de peso fresco dos tubérculos e brotos
- Capacidade de abrolhamento,
- Período de incubação

Foram também feitos registos durante o ensaio preliminar do comportamento da planta em vaso.

Poderemos observar um esquema/resumo das determinações efetuadas no decorrer do ensaio na Figura 3.4.

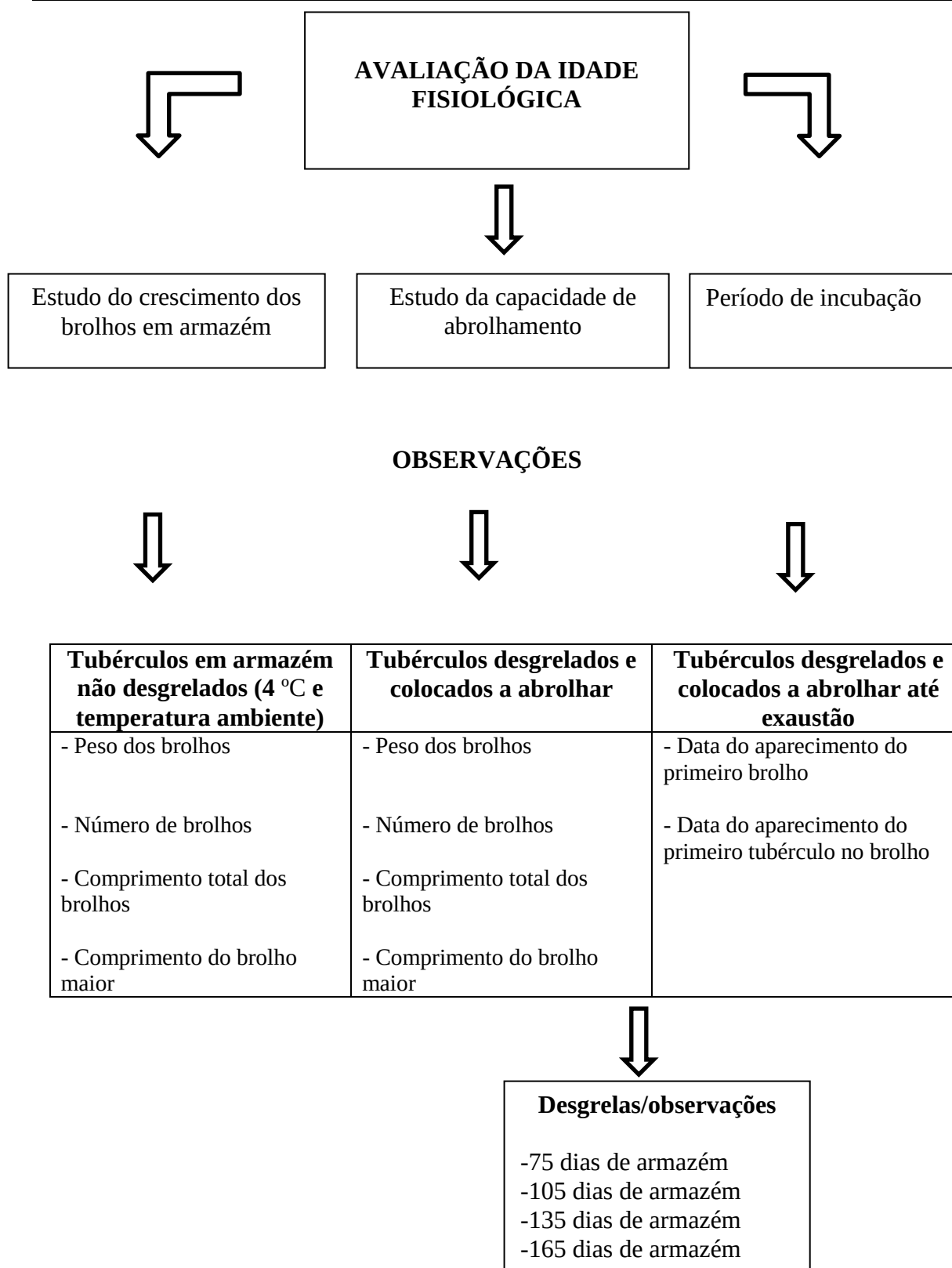


Figura 3.4 – Esquema resumo das observações efetuadas.

3.4.1 – Crescimento dos brolhos durante o armazenamento

Pretendeu-se conhecer o padrão de abrolhamento da batata-semente das cultivares estudadas, quando armazenadas a 4 °C e à temperatura ambiente. Para tal, e em cada uma das situações, foram retirados sucessivamente dos tabuleiros 20 tubérculos, e analisados individualmente. Foram observados 200 tubérculos correspondendo aos 10 tratamentos estudados, por data de observação. As medições efetuadas foram do número e peso dos brolhos, expresso em gramas de peso fresco por tubérculo. Mediu-se ainda o comprimento de todos os brolhos e registou-se o comprimento do brolho maior.

Posteriormente foi registado o peso do tubérculo. A diferença entre o peso inicial do tubérculo, determinado no início do ensaio, e o peso do tubérculo desabrolhado mais o peso dos brolhos, dá as perdas de peso devido à transpiração e respiração (g/tub.).

Depois de armazenamento prolongado à temperatura ambiente formaram-se alguns pequenos tubérculos (“little tubers”, na designação inglesa) que foram incluídos no peso do brolho.

Como já foi referido, estas determinações foram efetuadas ao longo de todo o período de armazenamento, com intervalos de 30 dias, após 75 dias de armazenamento. Assim, realizaram-se observações aos 75, 105, 135 e 165 dias de armazenamento, perfazendo um total de 800 tubérculos analisados neste estudo em cada ano do ensaio.

3.4.2 - Capacidade de abrolhamento

A capacidade de abrolhamento é uma forma de avaliar o vigor da batata-semente e a sua idade fisiológica. Já em 1962, outros autores determinaram a capacidade de abrolhamento desabrolhando a batata-semente e utilizando condições ambientais controladas (Krijthe, 1962). No nosso ensaio a capacidade de abrolhamento foi avaliada nos diversos tratamentos de acordo com o mencionado por Hartmans e Van Loon (1987). Deste modo, foram desabrolhados 20 tubérculos de cada tratamento térmico e realizaram-se os registos referidos no ponto anterior (ponto 3.4.1). Estes tubérculos foram colocados durante 4 semanas numa situação de abrolhamento. Para tal, foi utilizada uma câmara de crescimento, regulada para 18 °C constante, 80% de HR e com ausência de luz, fornecendo assim as condições para abrolhamento. Após as 4 semanas foram realizadas, em cada tubérculo, avaliações dos brolhos. Foi determinado o número,

peso fresco dos brolhos, comprimento do brolho maior e comprimento total de brolhos por tubérculo.

Esta avaliação foi realizada aos 75, 105, 135 e 165 dias de armazenamento, tanto a frio (4 °C) como a temperatura ambiente. Foram observados neste estudo 800 tubérculos por ano.

3.4.3 - Período de incubação

Define-se período de incubação como período decorrente entre o aparecimento do primeiro brolho no tubérculo e a formação de tubérculos só nos novos brolhos (Hartmans e van Loon, 1987). Deste modo, para o estudo do período de incubação, foram desabrolhados 10 tubérculos por situação térmica. Assim, os tubérculos foram colocados a abrolhar em tabuleiros com perlite húmida com o topo dos tubérculos a ficar ao mesmo nível que a perlite. A perlite húmida permitiu que os brolhos emergissem durante a experiência.

Seguidamente, os tabuleiros foram colocados na câmara de crescimento, regulada para a temperatura de 18 °C e 80 % de HR com ausência de luz, consideradas condições ideais de abrolhamento (Hartmans e van Loon, 1987). Registou-se a data do primeiro brolho com pelo menos 2 mm de comprimento e registou-se ainda o aparecimento do primeiro tubérculo no brolho, ou seja, até à exaustão da batata-semente. Procedeu-se à observação visual duas vezes por semana.

Para evitar necroses sub-apicais nos brolhos aspergiram-se em 2 dias com 0,1 mol.L⁻¹ de sulfato de cálcio, como descrito por Hartmans e van Loon (1987).

Este estudo realizou-se aos 75, 105, 135 e 165 dias de armazenamento, tanto de frio como de temperatura ambiente. Assim, registou-se o período de incubação de 400 tubérculos em cada ano de ensaio.

3.4.4 - Comportamento das plantas em vaso

Foi realizado um ensaio preliminar em vaso durante o período de armazenamento da batata-semente. Efetuamos duas plantações para cada temperatura de armazenamento e acompanhamos o desenvolvimento das plantas com registos fenológicos durante este período. A primeira plantação foi realizada 100 dias após o armazenamento e a segunda após 150 dias de armazenamento.

Os vasos, de 5 litros de capacidade, foram preenchidos com uma mistura de turfa e areia na razão de 1:3. As regas foram efetuadas sempre que necessário de modo a que este fator não se tornasse limitante para a cultura. O registo das temperaturas foi efetuado e está em anexo (Anexo A - Quadro A1.2).

No início de cada plantação em vaso, quando a batata-semente foi retirada do armazenamento, efetuaram-se, para cada tubérculo, registos do número e comprimento total dos brotos.

No decorrer do ensaio foram registadas várias observações fenológicas com a periodicidade quinzenal. Registámos a data de emergência, número e comprimento dos caules produzidos, número de folhas e evolução da rama e o porte.

A evolução da rama foi caracterizada através da escala apresentada por Reust e Escher (1979):

- 9- Caules e folhas verdes
- 7- Caules ainda verdes, mas as folhas começam a amarelecer
- 5- Caules ainda verdes, mas metade das folhas já estão mortas
- 3- Caules começam a amarelecer e todas as folhas estão mortas
- 1- Caules e folhas mortas

Os valores 2, 4, 6 e 8 correspondem a situações intermédias às descritas anteriormente.

Na caracterização do porte adotou-se a seguinte escala:

- 0- Roseta (junto ao solo)
- 1- Erecto (próximo dos 90°)
- 2- Sub-erecto (entre 45 e 90°)
- 3- Sub-prostado (entre 45 e 0°)
- 4- Prostado (pouco mais que 0°)

Este ensaio foi terminado pela morte das plantas, cerca de 90 dias, e efetuou-se a contagem e pesagem dos tubérculos produzidos.

3.5 - Delineamento experimental e análise estatística

Para a análise estatística foram realizadas análises de variância utilizando o programa SuperAnovav.1 (Abacus Concepts, Berkely, Califórnia, EUA). As diferenças entre médias foram separadas pelo teste de Duncan para um nível de significância de $P < 0.05$. Foram

ainda realizadas correlações de Pearson entre os diferentes parâmetros nos estudos realizados. As notações utilizadas para os diferentes níveis de significância foram:

N.S. - Estatisticamente não significativo para um nível de probabilidade de $P \geq 0.05$ e habitualmente designado por “*não significativo*”;

* - Estatisticamente significativo para um nível de probabilidade de $P < 0.05$ e habitualmente designado por “*significativo*”;

** - Estatisticamente significativo para um nível de probabilidade de $P < 0.01$ e habitualmente designado por “*muito significativo*”;

*** - Estatisticamente significativo para um nível de probabilidade de $P \leq 0.001$ e habitualmente designado por “*altamente significativo*”;

Todos os resultados estão expressos como médias e com o erro padrão da média.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados foram obtidos em dois anos de ensaio. De acordo com a análise estatística (Anexo C, Quadros C3.1 a C3.10) podemos observar que a variável ano não se mostrou influente no presente estudo, como aliás seria de esperar. Os ensaios tiveram uma duração de 165 dias/ano, correspondendo os 75 dias de armazenamento ao mês de março e os 165 dias a junho. Aos 75, 105, 135 e 165 dias foram registados os resultados referentes às observações efetuadas:

- a) desenvolvimento dos brotos na batata-semente armazenada;
- b) perdas de peso dos tubérculos por respiração e transpiração;
- c) capacidade de abrolhamento da batata-semente;
- d) período de incubação;
- e) comportamento da batata-semente em vaso.

Tentámos caracterizar a evolução do abrolhamento e o estado fisiológico da batata-semente nas duas situações de armazenamento estudadas. Com estas observações pretendemos avaliar o abrolhamento do material vegetal nas condições do estudo.

4.1 – Efeito da temperatura de armazenamento no desenvolvimento dos brotos na batata-semente

Como foi referido anteriormente a batata-semente foi armazenada em dois regimes de temperaturas diferentes, Frio (4 °C) e armazém (temperatura ambiente). Em anexo apresentamos os registos de temperatura ambiente em armazém (Anexo A, Quadro A1.1). Procedeu-se igualmente aos registos da humidade relativa, às médias de temperatura e humidade ocorridas em cada mês de armazenamento e à média da temperatura referente aos dias das observações, ou seja, aos 75, 105, 135 e 165 dias de armazenamento (Anexo A, Quadro A1.2).

Os parâmetros observados tiveram como objetivo conhecer melhor as características de abrolhamento e idade fisiológica das cultivares em estudo. Assim, em armazém, observámos o número de brotos por tubérculo, o peso fresco dos brotos por tubérculo, o comprimento total dos brotos por tubérculo e o comprimento do broto maior. Determinar estes parâmetros nas cultivares estudadas é necessário, pois o grau de desenvolvimento fisiológico da batata-semente aquando a plantação pode refletir-se na produtividade obtida. Assim, um estado de dormência, dominância apical ou pleno

abrolhamento da batata-semente tem um forte efeito na produtividade originada por esta batata-semente, conforme já foi referido anteriormente no capítulo 2.

Neste estudo, para cada observação efetuada os resultados são apresentados primeiro por regime térmico, 4 °C e temperatura ambiente. Destacamos o efeito origem comparando os resultados obtidos nos tratamentos com a cv. Désirée proveniente de diferentes origens: Chaves (DC), Holanda (DH) e Montalegre (DM), e destacamos o efeito cultivar, comparando os tratamentos com as diferentes cultivares, mas provenientes de uma mesma origem: Montalegre (KM e DM) e Holanda (JH e DH).

Após a referência ao número, peso e comprimento dos brotos fazemos ainda referência às perdas de peso dos tubérculos por respiração e transpiração. Salientamos que, no capítulo anterior (Fig. 3.4) poderemos observar um esquema com as observações efetuadas.

Seguidamente, apresentamos os resultados obtidos e a respetiva discussão.

4.1.1 – Número total de brotos

Carli *et al* (2009) referiram a importância do número de brotos por tubérculo na avaliação do abrolhamento de várias cultivares de batata-semente, variando este parâmetro com a temperatura de armazenamento dos tubérculos. No entanto, reconheceram a influência genética no número de brotos formados.

De acordo com a análise estatística (Anexo C, Quadro C3.1) verificamos que a temperatura de armazenamento teve um efeito altamente significativo ($P < 0,001$) no número total de brotos e que estes variaram de forma significativa entre tratamentos ($P < 0,05$) de acordo com o teste de separação de médias (Duncun). O número de brotos foi superior quando a batata-semente foi armazenada a temperatura ambiente. Já anteriormente, outros autores referiram o aumento do número de brotos com o aumento da temperatura (ponto 2.1.3.2).

No Quadro 4.1, podemos observar que, de um modo geral, os diferentes tratamentos (cv./origem/temperatura), tiveram um comportamento semelhante ao longo do tempo, com o número máximo de brotos desenvolvido próximo dos 135 dias de armazenamento. No entanto, no tratamento DHF o número de brotos formados ainda aumentou até aos 165 dias.

O par (cv./origem) que surge com maior número de brotos formados logo no início é o JH, com 2,29 brot/tub aos 75 dias, mas só atinge o máximo aos 135 dias e é o que desenvolve maior número de brotos.

Quadro 4.1 – Número total de brotos / tubérculo –Frio a 4 °C^{1,2,3}

Tratamento (cv./orig./temp.)	Dias			
	75	105	135	165
KMF	1,37±0,38 Cab	1,74±0,32 BCb	2,91±0,42 Ab	2,54±0,26 ABb
JHF	2,29±0,52 Ba	3,37±0,49 Ba	4,94±0,60 Aa	3,49±0,39 Ba
DCF	0,77±0,26 Bb	1,14±0,37 Bb	3,00±0,39 Ab	1,29±0,28 Bd
DHF	0,97±0,23 Cb	1,51±0,24 BCb	2,03±0,29 ABb	2,43±0,32 Abc
DMF	0,74±0,21 Bb	1,94±0,31 Ab	2,46±0,36 Ab	1,57±0,37 ABcd

¹ Valores médios ± EP (erro padrão) de cada tratamento

² A letra maiúscula é referente aos valores obtidos em cada colheita por tratamento (valores na linha). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

³ A letra minúscula é referente aos valores obtidos em cada tratamento por colheita (valores na coluna). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

Podemos também referir que os tratamentos DCF e DMF foram os que apresentaram menor número de brotos no início das observações (0,77 e 0,74, respetivamente), sugerindo que o estado de dormência se prolongou mais tempo, comparativamente com os outros tratamentos, nomeadamente JHF. Nestas condições térmicas de armazenamento a cv. Désirée, face às restantes, apresentou menor número de brotos.

O número de brotos por tubérculo é conhecido como sendo uma característica da cultivar. Contudo, o aumento do número de brotos pode ser atribuído a um declínio do estado de dominância apical durante o armazenamento. Normalmente, depois do período de dormência, a batata-semente produz um broto apical. Dependendo da temperatura, um maior número de brotos aparece mais tarde durante o armazenamento. Relativamente ao número de brotos Carli *et al.* (2010) encontraram uma grande variação entre as diferentes cultivares estudadas. Observaram um aumento com o aumento do período de armazenamento e da temperatura em armazém, observamos o mesmo comportamento no nosso ensaio. Van Es e Hartmans (1987) referiam que os tubérculos com idade fisiológica média exibem múltiplos brotos e estariam num ótimo estado para plantação. Também outros autores anteriormente referidos registaram a influência da cv. no número de brotos

e a importância do número de brotos quando a plantação para a produtividade da cultura (Allen *et al.*, 1992; Zarzyńska, 1998). O tratamento DHF, comparativamente ao JHF, teve um desenvolvimento mais lento do abroto, desenvolvimento semelhante ao referido por Hartmans e Van Loon (1987).

As cultivares Kennebec e Jaerla evidenciam, de uma forma significativa, o seu potencial na produção de brotos até 135 dias de armazenamento. Contrariamente, à cv. Désirée que mantém produção de brotos até ao término do armazenamento existindo sempre uma tendência de aumento do número de brotos ao longo do armazenamento, mais evidente no tratamento DHF (Quadro 4.1).

Para a cv. Désirée, neste regime de temperatura foram os tubérculos originários de Portugal (DC, DM) que responderam mais cedo com o número máximo de brotos, no entanto, aos 75 dias de armazenamento o tratamento DHF apresentou maior número de brotos. Podemos referir que estes tratamentos necessitam de menos horas de frio de armazenamento para atingir o seu potencial produtivo expresso em número de brotos.

Salientamos que, e como anteriormente já referimos (Ponto 2.2.1), a plantação da batata-semente com brotos bem desenvolvidos é preferível para um ciclo cultural curto em que se deseja precocidade. A batata-semente fisiologicamente mais nova é preferível para colheitas mais tardias.

Podemos ainda referir que, entre os pares de origem de Montalegre, a cv. Kennebec (KM) desenvolve mais do que um broto por tubérculo logo aos 75 dias de armazenamento, no entanto, o número máximo de brotos por tubérculo surge 60 dias depois, sem diferenças significativas para o par DM.

No Quadro 4.2 observamos os resultados relativos ao número de brotos para o armazenamento à temperatura ambiente. Com este regime de temperaturas os pares estudados, com a exceção de DH, obtiveram o máximo número de brotos aos 105 dias de armazenamento.

As cultivares holandesas têm o maior número de brotos logo aos 75-105 dias, o que pode indicar uma quebra de dormência mais precoce. A partir dos 105 dias o número de brotos nestes tratamentos vai decrescendo sempre.

Quadro 4.2 – Número total de brotos / tubérculo - temperatura ambiente ^{1,2,3}

Tratamento (cv./orig./temp.)	Dias			
	75	105	135	165
KMA	6,00±0,35 Bbc	11,20±0,87 Aa	7,37±0,56 Ba	9,49±0,82 Aa
JHA	8,46±0,50 Aa	9,49±0,52 Ab	5,43±0,32 Bb	5,63±0,34 Bb
DCA	6,03±0,32 Bbc	7,17±0,53 Ac	5,97±0,39 Bb	5,23±0,28 Bb
DHA	6,69±0,30 Ab	6,23±0,33 ABc	5,69±0,40 Bcb	5,03±0,36 Cb
DMA	5,11±0,44 Bc	6,80±0,46 Ac	5,86±0,42 ABb	5,46±0,42 Bb

¹ Valores médios ± EP (erro padrão) de cada tratamento

² A letra maiúscula é referente aos valores obtidos em cada colheita por tratamento (valores na linha). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

³ A letra minúscula é referente aos valores obtidos em cada tratamento por colheita (valores na coluna). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

Note-se que, com o aumento da temperatura de armazenamento, a batata-semente de todas as cultivares atinge máximos de número de brotos mais cedo cerca de 30 dias, quando comparado com o frio. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por outros autores quando estudavam a influência da temperatura de armazenamento (4°C face a 12°C) no desenvolvimento dos brotos de batata-semente (Hartmans e Van Loon, 1987).

Também nestas condições térmicas existem diferenças significativas (P<0,05) entre tratamentos logo aos 75 dias de armazenamento. O tratamento KMA destaca-se com o máximo número de brotos/tub. (11,20) aos 105 dias, enquanto o tratamento DHA obteve o número mais elevado de brotos logo aos 75 dias de armazenamento (Quadro 4.2).

Ao longo do período de armazenamento o tratamento KMA foi o que manteve sempre o número mais elevado de brotos, sem grandes diferenças entre as datas de observação. É ainda de realçar que aos 75 dias de armazenamento da batata-semente já todos os tratamentos apresentavam mais de 5 brotos por tubérculo, parecendo evidenciar uma vez mais a influência da temperatura de armazenamento no desenvolvimento/crescimento dos brotos. Também as características de precocidade da cultivar parecem surgir aos 75 dias no tratamento JHA este par tem o maior número de brotos.

Com os pares da cv. Désirée (Quadro 4.2) podemos observar o efeito da origem no número de brotos e registamos que não existem diferenças significativas nos pares de

origem portuguesa (DC e DM). Foi a cultivar oriunda de Chaves que obteve o maior número de brotos/tub. nos dois regimes de temperatura (Quadro 4.1 e 4.2). A cv. Désirée revela um comportamento semelhante para as duas origens portuguesas (DC e DM), atingindo o máximo abrolhamento no mesmo período de tempo. A batata-semente Désirée originária da Holanda (DH) responde de uma forma diferente à temperatura, existindo mesmo diferenças entre os tratamentos de frio e ambiente. Com o aumento da temperatura, a batata-semente atinge o seu máximo de brotos logo aos 75 dias de armazenamento. No entanto, como observado no ponto anterior (Quadro 4.1), no tratamento a frio (DHF) os máximos são atingidos só no final do período de armazenamento, apresentando uma tendência sempre crescente no número de brotos por tubérculo ao longo de todo o período de observação. É de referir que no armazenamento à temperatura ambiente, e conforme se pode observar em (Anexo A, Quadro A1.2), aos 75 dias de armazenamento corresponderam temperaturas médias de armazenamento de 13 °C, temperatura suficiente para desencadear nesta cv. o aparecimento do número máximo de brotos por tubérculo. Hartmans e Van Loon (1987) não encontraram diferenças significativas, entre as cv. Désirée e Jaerla armazenadas a 12 °C, no número de dias em que o máximo número de brotos se observou. No nosso ensaio observamos uma diferença de 30 dias.

Para o par DH um encurtamento no período de aparecimento do número máximo de brotos é conseguido com um aumento da temperatura de armazenamento, 2,43 (Frio) aos 165 dias e 6,69 (Ambiente) aos 75 dias. Em 1987, Bodlander e Marinus conseguiram retardar a produção de brotos na batata-semente da cv. Désirée em cerca de 2 meses com o abaixamento da temperatura de 12 para 4 °C. Nos dois regimes de temperatura, a cultivar teve um efeito altamente significativo $P < 0,001$ (Anexo C, Quadro C3.1). Com melhor resposta na produção do número de brotos foi a cv. Kennebec à temperatura ambiente. Pela observação dos Quadros 4.1 e 4.2 os pares KM/DM apresentaram a mesma tendência crescente de aumento do número de brotos ao longo do período de armazenamento.

Um aumento da temperatura de armazenamento provocou uma antecipação do aparecimento do número máximo de brotos em cerca de trinta dias. O número máximo de brotos ocorre à temperatura ambiente aos 105 dias e no frio aos 135 dias, sendo de referir ligeiras diferenças em DH.

De acordo com o teste de separação de médias, a diferença no número de brotos entre os tratamentos para as cultivares oriundas da Holanda (JH e DH) foi significativo (Quadro 4.1 e 4.2). A cv. Jaerla apresentou maior número de brotos/tub ao longo do

período de armazenamento. Já aos 75 dias de armazenamento, mesmo a 4 °C, a cv. Jaerla apresentava mais de 2 brotos por tubérculo. Reforçando o que foi dito anteriormente, que esta cultivar comporta-se como tendo um acentuado e rápido abrotamento, ou seja, cultivar precoce com dormência curta e produzindo tubérculos cedo.

4.1.2 – Peso fresco dos brotos

Este parâmetro, juntamente com o número de brotos e o comprimento do broto mais comprido, pode permitir avaliar o desenvolvimento dos brotos da batata-semente em armazém (van Es e Hartmans, 1987; Hartmans e van Loon, 1987; Rykaczewska, 2010 e Carli *et al.*, 2010).

Pela observação da análise estatística (Anexo C, Quadro C3.2) concluímos que a temperatura teve um efeito altamente significativo nas diferenças do peso fresco dos brotos por tubérculo. Os brotos mais pesados surgiram nos tratamentos sob temperatura ambiente, à semelhança do sucedido no número de brotos por tubérculo.

Através dos Quadros 4.3 e 4.4 podemos observar a evolução do peso fresco dos brotos da batata-semente nos diversos pares de observação, nos dois regimes de temperatura.

Quadro 4.3 – Peso fresco dos brotos (g/tub) – Frio a 4 °C ^{1,2,3}

Tratamento (cv./orig./temp.)	Dias			
	75	105	135	165
KMF	0,02±0,01 Bb	0,04±0,01 Bb	0,11±0,03 Aa	0,09±0,02 Ab
JHF	0,05±0,01 Ba	0,09±0,03 Aba	0,13±0,03 Aa	0,16±0,03 Aa
DCF	0,01±0,01 Bb	0,02±0,01 Bb	0,09±0,03 Aab	0,03±0,01 Bc
DHF	0,01±0,01Cb	0,02±0,01 BCb	0,04±0,01 Bb	0,09±0,02 Ab
DMF	0,01±0,01Cb	0,01±0,01 BCb	0,08±0,02 Bab	0,04±0,01 Abc

¹ Valores médios ± EP (erro padrão) de cada tratamento

² A letra maiúscula é referente aos valores obtidos em cada colheita por tratamento (valores na linha). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

³ A letra minúscula é referente aos valores obtidos em cada tratamento por colheita (valores na coluna). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

As diferenças entre os pares cultivar/origem a 4 °C (Quadro 4.3) foram significativas em algumas datas de observação. Os tratamentos de origem portuguesa:

KMF, DCF e DMF registraram o máximo peso fresco dos brotos aos 135 dias de armazenamento, um comportamento semelhante anteriormente referido. Os restantes pares (holandeses) necessitaram de mais trinta dias de armazenamento para que esses máximos fossem atingidos, parecendo mesmo que o aumento de peso continua indicando o vigor do tubérculo.

Com estas condições de armazenamento da batata-semente, nos pares portugueses o abroamento ideal surge mais cedo, parece-nos que este comportamento poderá permitir uma antecipação da plantação.

No tratamento JHF o valor máximo do peso fresco dos brotos só foi observado no fim do armazenamento. Este valor não é reflexo do número de brotos, uma vez que nesta fase de armazenamento o número de brotos foi inferior em cerca de 1 broto/tub. (135-165 dias). Podemos assim supor que o aumento de peso fresco dos brotos, não foi devido ao aumento do número de brotos, mas possivelmente ao aumento das suas dimensões. Este par, mesmo sob condições de frio, evidenciou o rápido desenvolvimento dos seus brotos, respondendo com um abroamento superior (brotos mais pesados) face aos restantes pares logo aos 75 dias de armazenamento.

No Quadro 4.4 constam os valores das observações referentes ao armazenamento à temperatura ambiente.

Quadro 4.4 – Peso fresco dos brotos (g/tub) - temperatura ambiente ^{1,2,3}

Tratamento (cv./orig./temp.)	Dias			
	75	105	135	165
KMA	1,78±0,11 Db	3,07±0,24 Cc	4,87±0,30 Bb	5,88±0,25 Ab
JHA	2,53±0,16 Da	7,71±0,48 Aa	4,06±0,24 Cb	6,66±0,45 Bb
DCA	0,74±0,08 Cd	1,76±0,18 Bd	2,26±0,26 Bd	3,62±0,20 Ac
DHA	2,51±0,17 Ca	5,90±0,32 Bb	7,34±0,42 Aa	8,18±0,61 Aa
DMA	1,25±0,07 Cc	3,10±0,27 Bc	3,19±0,23 Bc	6,35±0,43 Ab

¹ Valores médios ± EP (erro padrão) de cada tratamento

² A letra maiúscula é referente aos valores obtidos em cada colheita por tratamento (valores na linha). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

³ A letra minúscula é referente aos valores obtidos em cada tratamento por colheita (valores na coluna). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

Os tratamentos JHA e DHA foram os que maiores pesos frescos dos brotos atingiram ao longo das observações. Registaram-se mesmo diferenças significativas entre os pares e datas de observação, evidenciando assim o efeito da cultivar e origem. Com a exceção do par JH aos 105 dias de armazenamento, o peso máximo dos brotos por tubérculo surgiu no final do período de observação, que poderá ser efeito da cultivar Jaerla, mais precoce.

Uma vez que é aos 105 dias de armazenamento que o número de brotos é maior, no final deste período, observámos menos brotos, mas mais pesados. De facto, as diferenças de peso fresco dos brotos entre os 135 e 165 dias de armazenamento são significativas, enquanto no mesmo período de tempo, para o número de brotos não se observaram diferenças significativas (Quadro 4.2). Contudo, ao longo do período de armazenamento, o tratamento JHA apresentou uma evolução semelhante no número e no peso dos brotos.

Quando se comparam as duas temperaturas (Quadro 4.3 e 4.4) observa-se que o peso fresco dos brotos por tubérculo aumentou com a temperatura, e que o seu máximo foi atingido, de uma forma geral, aos 135 dias para o frio e aos 165 para a temperatura ambiente.

O tratamento DHA no início das observações tinha o valor mais elevado, com 2,51g/tub. aos 75 dias de armazenamento. Observaram-se diferenças significativas entre os pares e dias de colheita. Os pares oriundos das regiões portuguesas, Chaves e Montalegre, necessitaram de mais dias de armazenamento para atingir os mesmos valores do par de origem holandesa, precisando mesmo o par DC de mais 60 dias, mesmo aos 135 dias o peso fresco é menor e no final do armazenamento apresenta diferenças significativas. O par DC foi o que apresentou menores valores ao longo do período de armazenamento, ou por si só apresentar menor desenvolvimento dos brotos ou por apresentar um período maior de dormência. O comportamento deste par sugere a sua utilização numa plantação mais tardia, uma vez que o abrotamento surge com mais intensidade no final do armazenamento, necessitando mesmo de temperaturas superiores a 15 °C (Anexo A, Quadro A1.2) para que apareçam os máximos valores de peso dos brotos. Aliás, já tínhamos feito referência ao contínuo e lento desenvolvimento fisiológico da cv Désirée (DC e DM), comportando-se como uma batata-semente fisiologicamente jovem.

Para observarmos o efeito da cultivar no peso fresco dos brotos/tub., comparamos os pares provenientes da mesma região: KM/DM e JH/DH. Assim, notamos que embora a

temperatura tenha um efeito altamente significativo ($P < 0,001$) no peso fresco dos brotos, estas diferenças não foram tão evidentes ($P < 0,05$) entre os pares no mesmo regime de temperatura de armazenamento.

O par KM obteve registros superiores face ao DM, nos dois regimes de temperatura de armazenamento estudados. Observou-se que com apenas 75 dias de armazenamento o tratamento KMF registou algum abrolhamento (0,02 g/tub.), enquanto DMF só obteve brotos aos 105 dias (0,01 g/tub.). Contudo, para um armazenamento à temperatura ambiente o máximo peso fresco dos brotos, nas duas cultivares, foi registado aos 165 dias. Nesta condição de armazenamento, observou-se um aumento mais acentuado ($P < 0,05$ Quadro 4.4) no peso dos brotos dos 135-165 dias no tratamento DMA comparativamente ao observado para o tratamento KMA. Poderemos referir que o par KM respondeu logo no início do armazenamento com um abrolhamento mais expressivo face ao par DM, comprovando a tendência para um abrolhamento mais lento deste par.

Provenientes da Holanda, os pares JH e DH apresentaram diferenças entre tratamentos. No entanto, no início do armazenamento não se registaram diferenças significativas. O tratamento JHA registou o máximo peso fresco de brotos aos 105 dias de armazenamento, ou seja, com uma antecipação em cerca de 60 dias face aos pares restantes (Quadro 4.4). O tratamento DHA registou peso maior dos brotos no final do período de armazenamento, contrariamente ao número de brotos por tubérculo (Quadro 4.2 e 4.4), que surgiu com o máximo número de brotos aos 75 dias de armazenamento, mas pouco desenvolvidos. Este comportamento das duas cultivares parece indicar um menor período de dormência.

4.1.3 – Comprimento total dos brotos

O comprimento total dos brotos é também referido como um parâmetro de avaliação do abrolhamento da batata-semente em armazém, no entanto, mostra-se como um indicador muito influenciado pelas condições de luz (O' Brien *et al.*, 1983; Rykaczewska, 2010). Como já referido, nas nossas condições o ensaio foi realizado num armazém sem luz para que estas influências fossem minimizadas.

As diferenças registadas no comprimento total dos brotos, entre as duas condições de armazenamento, foram altamente significativas ($P < 0,001$) (Anexo C, Quadro C3.3).

No tratamento frio (Quadro 4.5), o máximo comprimento total dos brotos encontrado foi aos 135 dias de armazenamento em todas as cv., com exceção do par DH

que só aos 165 dias atingiu os valores máximos. Aliás, já nas anteriores observações (ponto 4.1 e 4.2) este comportamento se verificou ao longo do período de armazenamento, evidenciando uma vez mais a tendência de abrolhamento tardio deste par quando armazenada em condições de frio.

Quadro 4.5 – Comprimento total dos brotos (mm/tub.) - Frio a 4 °C ^{1,2,3}

Tratamento (cv./orig./temp.)	Dias			
	75	105	135	165
KMF	2,49 $\pm$ 1,09 Bb	0,31 $\pm$ 0,31 Bb	15,94 $\pm$ 4,16 Ab	12,17 $\pm$ 2,44 Ab
JHF	6,00 $\pm$ 2,08 Ca	19,09 $\pm$ 5,54 BCa	35,86 $\pm$ 6,37 Aa	31,09 $\pm$ 4,72 Aa
DCF	0,20 $\pm$ 0,20 Bb	0,20 $\pm$ 0,20Bb	9,49 $\pm$ 2,60 Abc	3,20 $\pm$ 1,26 Bc
DHF	0,01 $\pm$ 0,01 Bb	1,06 $\pm$ 0,78 Bb	3,14 $\pm$ 1,17 Bc	11,03 $\pm$ 1,99 Ab
DMF	0,01 $\pm$ 0,01 Bb	1,77 $\pm$ 0,87 Bb	11,54 $\pm$ 2,41 Abc	7,26 $\pm$ 1,89 Abc

¹ Valores médios $\pm$ EP (erro padrão) de cada tratamento

² A letra maiúscula é referente aos valores obtidos em cada colheita por tratamento (valores na linha). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a $P < 0,05$, pelo teste de Duncan

³ A letra minúscula é referente aos valores obtidos em cada tratamento por colheita (valores na coluna). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a $P < 0,05$, pelo teste de Duncan

No Quadro 4.5 observamos diferenças altamente significativas ($P < 0,001$) no comprimento total de brotos quando comparamos os tratamentos. O tratamento JHF destaca-se claramente dos restantes, com valores muito superiores para o comprimento total dos brotos/tubérculo, também as diferenças entre as datas de observação são significativas, ($P < 0,05$) como podemos observar pelo teste de Duncan. Mais uma vez se observa, que a cv. Désirée tem um desenvolvimento lento no abrolhamento, contrastando com o acentuado e rápido desenvolvimento dos brotos da cv. Jaerla. Note-se que, foi praticamente só aos 105 dias de armazenamento que se registaram valores nos tratamentos DHF e DMF, e aos 135 dias no DCF.

Os brotos maiores registaram-se para os armazenados à temperatura ambiente (Quadro 4.6). Foi o tratamento JHA que teve comprimento total mais elevado dos brotos, como já verificado para o armazenamento a frio. As diferenças (Anexo C, Quadro C3.3) no comprimento total dos brotos foram altamente significativas ($P < 0,001$) entre os dois regimes de temperatura estudados.

Quadro 4.6 – Comprimento total de brotos (mm/tub.) - temperatura ambiente ^{1,2,3}

Tratamento (cv./orig./temp.)	Dias			
	75	105	135	165
KMA	77,03 $\pm$ 5,40 Db	173,49 $\pm$ 15,93 Bc	130,51 $\pm$ 8,24 Cc	207,09 $\pm$ 12,70 Ab
JHA	150,83 $\pm$ 14,72 Ca	575,83 $\pm$ 63,58 Aa	192,20 $\pm$ 24,03 BCb	289,29 $\pm$ 20,73 Ba
DCA	65,66 $\pm$ 6,29 Bb	123,57 $\pm$ 14,27 Ac	128,14 $\pm$ 16,71 Ac	148,26 $\pm$ 9,91 Ac
DHA	148,03 $\pm$ 11,70 Ba	337,31 $\pm$ 20,47 Ab	303,86 $\pm$ 22,82 Aa	327,46 $\pm$ 31,44 Aa
DMA	68,20 $\pm$ 4,59 Cb	179,54 $\pm$ 16,08 Bc	151,37 $\pm$ 15,22 Bbc	274,60 $\pm$ 21,91 Aa

¹ Valores médios $\pm$ EP (erro padrão) de cada tratamento

² A letra maiúscula é referente aos valores obtidos em cada colheita por tratamento (valores na linha). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a $P < 0,05$, pelo teste de Duncan

³ A letra minúscula é referente aos valores obtidos em cada tratamento por colheita (valores na coluna). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a $P < 0,05$, pelo teste de Duncan

Ao longo do armazenamento, no mesmo regime de temperatura, os pares tiveram a mesma tendência (Quadro 4.6) mas com diferenças significativas ($P < 0,001$) (Anexo C, Quadro C3.3) entre os dias de observação. Ou seja, apresentaram os valores mais elevados do comprimento dos brotos a partir da segunda metade do armazenamento, conforme se verificou para o peso dos brotos contrariamente ao ocorrido para o número de brotos (Quadro 4.2 e 4.4). Por isso, neste período de armazenamento (135-165 dias) a intensidade de abrolhamento surgiu com o aumento em peso e comprimento dos brotos, mas não em número. Esta situação verificou-se particularmente para a cv. Désirée, porque mostrou um maior comprimento dos brotos no fim do período do armazenamento.

Observando agora o efeito da origem no comprimento total dos brotos, para a cv Désirée proveniente de três regiões diferentes (DC, DH e DM), podemos referir que foi o tratamento DHA que maior comprimento de brotos apresentou e mais cedo surgiram os valores máximos: 105 dias para DHA face a 165 para DCA e DMA. Registamos mesmo diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os pares DH/DC e DH/DM. Entre os pares portugueses, DC e DM, as diferenças no comprimento dos brotos só foram significativas aos 165 dias.

Os pares holandeses apresentaram a mesma tendência de crescimento dos brotos ao longo do armazenamento (Quadro 4.6). Contudo, o tratamento JHA surgiu com um rápido crescimento dos brotos dos 75 dias de armazenamento para os 105, notando-se

mesmo diferenças altamente significativas entre estas observações. Até aos 75 dias de armazenamento não se observaram diferenças significativas no comprimento total dos brotos entre JHA (150,83 mm/tub.) e DHA (148,03 mm/tub.), contrariamente ao observado no armazenamento em frio.

Os tratamentos com as cultivares holandesas, JHA e DHA, produziram os brotos com o maior comprimento aos 105 dias de armazenamento, enquanto os tratamentos com cultivares portuguesas, KMA e DCA e DMA, o máximo comprimento dos brotos foi observado aos 165 dias de armazenamento. Para a região de Montalegre este efeito não está evidente, não se notando mesmo diferenças entre os pares KM e DM. Podemos assim referir que para os pares holandeses bastaram 105 dias com temperaturas médias de armazenamento de 13 °C para atingirem o máximo valor do comprimento dos brotos, enquanto para as portuguesas foram necessários 165 dias com uma temperatura média de 16 °C. Assim, podemos dizer que os pares DC e DM conseguem ser armazenados mais tempo, podendo ser utilizados em plantações mais tardias, ou estarem mais dormentes e atrasarem o momento da plantação.

4.1.4 – Comprimento do broto maior

Este é um parâmetro de caracterização da batata-semente armazenada que é referido (Wurr, 1979; Hartmans e Van Loon, 1987; Carli *et al.*, 2010) como um indicador importante do abroto da batata-semente.

A temperatura influenciou ($P<0,001$) o comprimento do broto maior nos tratamentos efetuados (Anexo C, Quadro C3.4), aliás como para todas as observações com os valores mais baixos de abroto a surgirem nas condições de frio.

No Quadro 4.7 podemos observar os resultados referentes ao comprimento do broto maior e destacamos o tratamento JHF ($P<0,001$). Este par, logo no início do armazenamento, obteve 3,14 mm/tub, contrastando com outros tratamentos que só aos 135 dias de armazenamento apresentaram brotos superiores a 2 mm (KMF, DCF, DMF). Observa-se ainda, que a duração do período de armazenamento teve um efeito altamente significativo ($P<0,001$) no aparecimento do broto maior na batata-semente. O tratamento DHF aos 135 dias de armazenamento ainda não tinha produzido brotos de 2 mm na média dos 20 tubérculos analisados.

Quadro 4.7 – Comprimento do brolho maior (mm/tub.) - Frio a 4 °C ^{1,2,3}

Tratamento (cv./orig./temp.)	Dias			
	75	105	135	165
KMF	1,31±0,52 Bb	1,31±0,31 Bb	6,46±1,22 Ab	6,57±1,17 Ab
JHF	3,14±1,03 Ca	7,37±1,77 Ba	10,51±1,42 ABa	11,83±1,52 Aa
DCF	0,20±0,20 Cb	0,20±0,20 Cb	4,51±1,14 Abc	2,14±0,78 Bc
DHF	0,01±0,01 Cb	1,26±0,64 BCb	1,91±0,67 Bc	5,63±0,95 Ab
DMF	0,01±0,01 Cb	1,51±0,74 BCb	6,40±1,10 Ab	3,54±0,88 Bbc

¹ Valores médios ± EP (erro padrão) de cada tratamento² A letra maiúscula é referente aos valores obtidos em cada colheita por tratamento (valores na linha). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan³ A letra minúscula é referente aos valores obtidos em cada tratamento por colheita (valores na coluna). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

Para o armazenamento à temperatura ambiente (Quadro 4.8) as diferenças observadas entre tratamentos também foram altamente significativas (P<0,001). Em todos os tratamentos, o comprimento do brolho maior foi crescendo com o tempo, com exceção do DHA.

Quadro 4.8 – Comprimento do brolho maior (mm/tub.) - temperatura ambiente ^{1,2,3}

Tratamento (cv./orig./temp.)	Dias			
	75	105	135	165
KMA	24,49±1,60 Ccd	38,54±5,75 ABc	33,94±3,10 BCd	44,46±2,46 Ab
JHA	49,46±2,66 Db	171,83±12,69 Aa	94,26±11,01 Cb	135,66±12,22 Ba
DCA	20,11±1,36 Bd	40,71±5,69 Ac	43,86±6,37 Acd	48,31±2,19 Ab
DHA	57,86±4,36 Ca	152,74±9,25 Aa	139,94±13,03 ABa	122,00±11,07 Ba
DMA	27,51±1,71 Cc	78,91±11,17 Bb	59,80±7,95 Bc	120,91±9,98 Aa

¹ Valores médios ± EP (erro padrão) de cada tratamento² A letra maiúscula é referente aos valores obtidos em cada colheita por tratamento (valores na linha). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan³ A letra minúscula é referente aos valores obtidos em cada tratamento por colheita (valores na coluna). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

O aparecimento do brolho maior surge aos 105 dias e 165 dias. Como já anteriormente referimos, a cv. Jaerla mantém o padrão de desenvolvimento dos brolhos em armazém, produzindo mais e mais cedo os brolhos. No entanto, embora com poucas diferenças significativas o tratamento DHA, aos 75 dias de armazenamento, apresentou o brolho mais comprido face ao JHA. Os pares portugueses, KM e DC, só mesmo no fim do armazenamento, ou seja, 165 dias é que apresentaram o brolho mais comprido com valores semelhantes aos encontrados no tratamento JHA no início do armazenamento.

Com o aumento da temperatura de armazenamento, foram os pares holandeses que apresentaram o brolho mais comprido. O valor máximo verificado ao longo do armazenamento foi aos 105 dias de armazenamento e o par que em média produziu brolhos mais compridos foi o DH. Já anteriormente foi referido por outros autores (Hartmans e Van Loon, 1987 e Carli *et al.*, 2010) quando compararam estes dois pares, sob temperaturas de armazenamento superiores a 12 °C. No entanto, apresentaram a mesma tendência ao longo do armazenamento, com os máximos a serem atingidos tardiamente para uma condição de frio (165 dias) e mais cedo (105 dias) para temperatura ambiente.

Pela análise dos quadros 4.7 e 4.8, observamos que há um significativo ($P<0,05$) efeito da origem neste parâmetro observado. No armazenamento a frio, foram os pares portugueses, DC e DM, que mais cedo responderam com o brolho mais comprido. No entanto, quando colocados à temperatura ambiente, foi o par holandês, DH, que surgiu com os valores mais elevados aos 105 dias de armazenamento. Os registos mais baixos encontrados nos pares das duas regiões portuguesas têm um comportamento semelhante ao longo do armazenamento.

A batata-semente originária de Montalegre, com o aumento da temperatura de armazenamento, revela a mesma tendência, ou seja, apresenta dois picos de valores máximos, aos 105 e 165 dias de armazenamento.

Este comportamento indica uma dormência mais longa dos pares portugueses.

4.1.5. – Crescimento dos brolhos e a perda de peso fresco dos tubérculos durante o armazenamento

Pande *et al.*, (2007) referiam as perdas de peso da batata-semente como um indicador da sua longevidade em armazém e uma característica da sua qualidade como propágulo. Wustman e Struick (2007) apontaram temperaturas de armazenamento de 3 a 4 °C para um período de 9 meses e 10 a 12 °C para um armazenamento de poucos meses,

sem perda de qualidade da batata-semente, no entanto outros fatores devem ser considerados, como a cultivar.

O armazenamento da batata-semente tem sempre como fim o abrolhamento correto no momento da plantação. No entanto, quando armazenada durante muito tempo a batata-semente mostra sinais de envelhecimento. Simon (1977) referiu que a senescência dos tecidos da planta corresponde ao aumento da permeabilidade da membrana (como resultado de perda da respetiva integridade) provocando um aumento de perda de água, que por sua vez pode ser responsável pelas elevadas perdas de peso do tubérculo associadas a elevado peso de brotos, depois de armazenamento prolongado, reduzem o peso do tubérculo e o tornam engelhado. As perdas de peso dos tubérculos abrolhados podem ser grande preocupação, as cultivares que apresentam elevadas perdas de peso por transpiração e respiração têm desvantagem quando se trata de batata-semente jovem, mostrando durante a época de crescimento menor vigor nas plantas, e produzindo tubérculos mais pequenos (Pavlista, 2004 *in* Carli *et al.*, 2010).

No Quadro 4.9 estão os resultados referentes às perdas de peso fresco dos tubérculos ocorridas nas duas condições de armazenamento. A temperatura de armazenamento mostrou-se altamente significativa ($P < 0,001$) (Anexo C, Quadro C3.5) nas perdas de peso dos tubérculos, como seria de esperar. As perdas por unidade de peso do broto parecem ser mais elevadas para o par JH, independentemente da temperatura de armazenamento, provavelmente por se tratar de uma cultivar com características de precocidade.

Podemos também referir que, embora com perdas iniciais menores, o par DH no fim deste período não apresentou diferenças face ao JH, comportando-se estes dois tratamentos como aqueles que maiores perdas de peso apresentaram ao longo do ensaio. No entanto, supomos que as diferenças no início do armazenamento serão reflexo do envelhecimento fisiológico mais lento do par DH face a JH, com base o abrolhamento observado nos dois pares, já anteriormente descrito.

Submetendo a batata-semente ao armazenamento a frio, foram os pares DC e DM, que menores perdas de peso apresentaram com o armazenamento (Quadro 4.9). Podemos assim dizer que estes pares, comparativamente aos outros estudados, poderão ser armazenados, a frio ou temperatura ambiente, durante mais tempo sem perder as suas qualidades de abrolhamento necessárias à utilização como propágulo.

Quadro 4.9 – Perdas de peso do tubérculo (g/tub.)^{1,2,3}

Par (cv./origem)	Dias			
	75	105	135	165
Frio - 4 °C				
KM	1,04±0,31 BCab	0,99±0,10 Cb	1,64±0,25 ABb	1,79±0,13 Ab
JH	1,58±0,23 Ba	2,60±0,36 ABa	3,74±0,53 Aa	3,54±0,64 Aa
DC	0,91±0,46 Aab	1,24±0,59 Ab	1,11±0,33 Ab	1,56±0,42 Ab
DH	1,07±0,23 Bab	1,26±0,10 Bb	1,97±0,14 Bb	4,01±1,15 Aa
DM	0,76±0,11 Bb	0,66±0,07 Bb	1,12±0,09 Ab	1,31±0,10 Ab
Temperatura ambiente				
KM	6,99±0,31 Db	12,41±0,65 Cc	20,62±0,86 Bb	27,23±0,93 Ab
JH	11,96±1,03 Ca	25,79±1,44 Ba	28,91±2,20 Ba	39,69±2,85 Aa
DC	3,36±0,45 Dc	6,70±0,50 Cd	10,16±0,84 Bc	14,95±0,94 Ad
DH	8,45±0,40 Db	15,91±0,92 Cb	25,53±1,27 Ba	35,21±1,66 Aa
DM	4,73±0,34 Dc	8,92±0,46 Cd	12,38±0,72 Bc	22,14±1,96 Ac

¹ Valores médios ± EP (erro padrão) de cada tratamento

² A letra maiúscula é referente aos valores obtidos em cada colheita por tratamento (valores na linha). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

³ A letra minúscula é referente aos valores obtidos em cada tratamento por colheita (valores na coluna). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

Os pares KM, DC e DM, só no final do armazenamento apresentaram valores semelhantes aos do início do par JH ou mesmo do DH. À temperatura ambiente essa diferença é de mais ou menos de 60 dias. Assim, porque uma vez que são pares (cv/origem) provenientes de terras montanhosas, poderemos sugerir alguma influência das condições climáticas durante a produção da batata-semente.

O armazenamento à temperatura ambiente provocou um elevado grau de abrolhamento combinado com maiores perdas de peso do tubérculo por respiração e transpiração, como seria de esperar. No armazenamento a temperatura ambiente, que lembramos variou entre cerca de 13 °C no início do armazenamento e 16 °C no final (Anexo A, Quadro A1.2), estabelecemos correlações entre o peso dos brolhos e as perdas de peso do tubérculo (Anexo C, Quadro C2). Na Figura 4.1 podemos observar os gráficos para os tratamentos com cultivares portuguesas (KMA, DCA) que apresentaram os valores de correlação mais elevados.

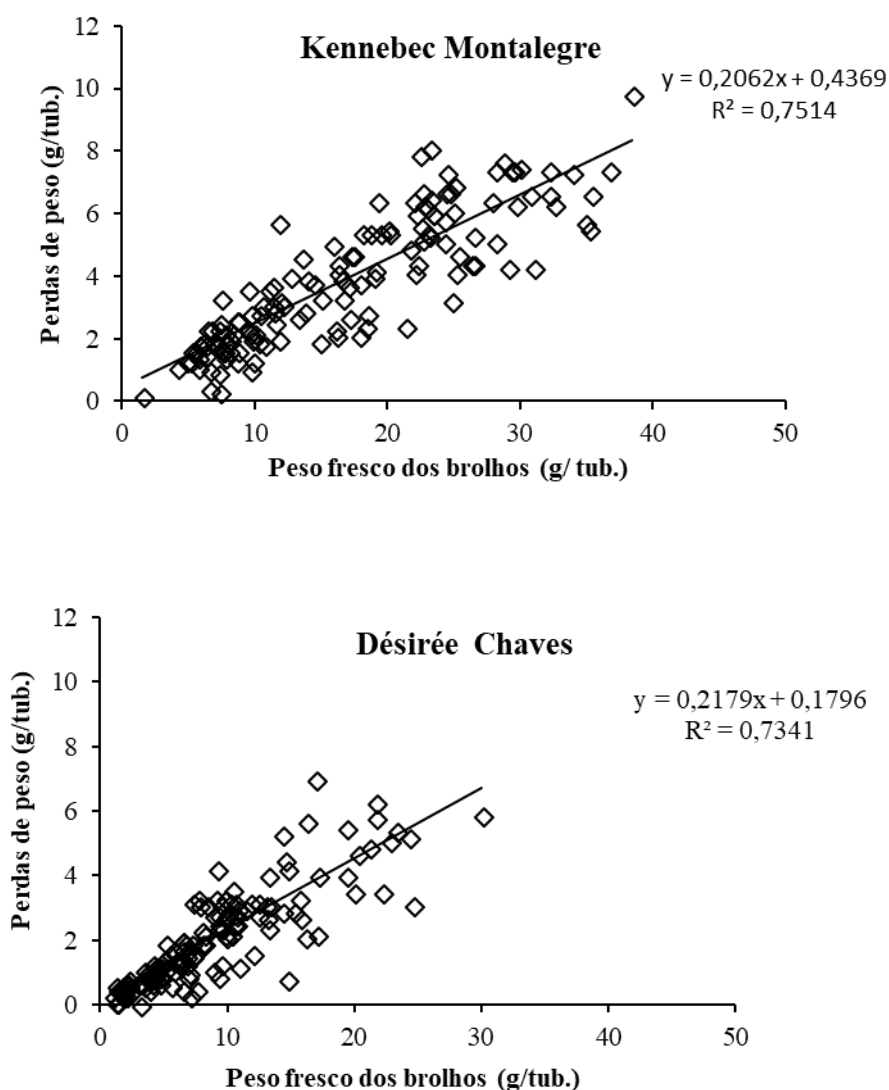


Figura 4.1- Relação entre o peso fresco dos brolhos e as perdas de peso dos tubérculos a temperatura ambiente.

O envelhecimento fisiológico está associado ao aumento da atividade metabólica e alteração do estado de abrolhamento, que resulta na perda de massa (Bisognin *et al.*, 2008). Para todos os tratamentos as perdas de peso da batata-semente armazenada aumentou com o peso fresco dos brolhos, tal como foi observado por outros autores. Burton e Hannan (1957) mostraram que um elevado grau de abrolhamento aumenta consideravelmente as perdas de água. Isherwood e Burton (1975) observaram aumentos de respiração dos brolhos quando armazenados a 20 °C durante seis meses.

Krijthe (1962) e Hartmans e Van Loon (1987) observaram uma relação linear entre o peso dos brotos e as perdas de peso por transpiração e respiração. Encontraram uma relação exponencial para as cv. Jaerla e Désirée (batata-semente originária da Holanda) armazenadas a 12 °C, no entanto a cv. Jaerla registou maior perda por unidade de peso do broto, como se observou no nosso estudo. Outros autores referiram perdas de massa fresca dos tubérculos de 15-25 % para temperaturas de armazenamento de 12 °C (Bisognin *et al.*, 2008). No entanto, Pavlista (2004) com o abaixamento da temperatura, manteve tubérculos abrotados em adequadas condições de armazenamento com baixas perdas de peso mantendo ao longo do tempo boas condições para plantação. Esta situação torna-se determinante em zonas onde existe uma época de plantação mais tardia (Pavlista, 2004 *in* Carli *et al.*, 2010).

Carli *et al* (2010) não encontraram diferenças nas perdas de peso dos tubérculos nos dois tipos de armazenamento estudado, a 2-4 °C 5-8% de perdas, e 8-14 °C 5-10%, com diversos clones de batata-semente. As perdas maiores foram atribuídas às cultivares com maior número de brotos. No armazenamento a 2-4 °C encontraram uma correlação positiva entre as perdas de peso dos tubérculos com o comprimento do broto maior ($r=0,64$) e com o número de brotos. No entanto, para temperatura mais elevada, de 14 °C, registaram uma correlação negativa entre o número de brotos e a perda de peso do tubérculo. Estes autores atribuíram estas perdas às características da epiderme e/ou ao comportamento do abrotamento característico de cada cultivar. Já em 1955, Burton observou que a epiderme dos brotos é 100 vezes mais permeável à água do que a superfície do tubérculo. Assim, o crescimento dos brotos corresponde a um aumento de perdas de água do tubérculo, cerca de 1% (Burton, 1955 *in* Carli *et al.*, 2010). No nosso ensaio com o armazenamento a frio, na cv. Jaerla, também foi o número de brotos que apresentou o valor de correlação mais baixo com as perdas de peso dos tubérculos ($r=0,4$).

Também no presente trabalho, com temperatura ambiente observamos correlações negativas (DHA) ou não significativas (JHA, DCA, DMA) entre o número de brotos e as perdas de peso dos tubérculos. Isto foi provavelmente devido ao facto de, embora o número de brotos tenha aumentado não se observou uma redução do peso dos tubérculos. Sob este regime de temperatura, as perdas observadas nos tubérculos mostraram-se melhor correlacionadas com o peso fresco dos brotos, como já tínhamos referido. Os tratamentos KMA, DCA e DMA comportaram-se como os pares com menor intensidade no abrotamento, apresentando os mais baixos valores de perdas de peso dos tubérculos. Por

isso, mantêm-se fisiologicamente mais novas durante mais tempo. Este facto poderá ser uma vantagem quando se pretende armazenar a batata-semente por um longo período, para ser utilizada mais tarde e a baixos custos, pois o armazenamento a temperatura ambiente será mais barato que o armazenamento a frio. Ou uma desvantagem se a plantação for cedo por imposição das condições de produção ou se o objetivo de produção for “batata-nova”.

4.1.6 – Indicadores do abrolhamento - Influência da temperatura de armazenamento nos valores máximos atingidos e suas correlações

Através da manipulação correta das condições de armazenamento, nomeadamente a temperatura, os produtores/utilizadores de batata-semente podem procurar obter o estado de abrolhamento adequado no momento da plantação. Conhecer o desenvolvimento do abrolhamento da batata-semente em armazém pelos indicadores já referidos, pode ser uma vantagem para o sucesso da cultura da batata.

A temperatura de armazenamento influenciou significativamente os resultados obtidos em todos os indicadores do abrolhamento que estudámos. Foram muitos os autores que se referiram a esta influência, conforme referido no ponto 2.2.4.

Hartmans e Van Loon, (1987) referiram que quando a batata-semente é armazenada a temperatura ambiente abrolha mais cedo, pode formar um único brolho apical que continua a crescer embora possam aparecer um ou dois pequenos brolhos por tubérculo e depois de um armazenamento prolongado pode ramificar o brolho apical e surgirem “little tubers”. Tal situação foi referida para temperaturas de armazenamento de 12 °C por Hartmans e Van Loon, (1987) e por Marinus (1993) com a cv. Jaerla. Estes autores, com o armazenamento prolongado a 4 °C observaram brolhos no topo e nos lados do tubérculo, mas não “little tubers”.

Daniels-Lake e Prange (2008) referiram a possibilidade de atrasar o abrolhamento da batata-semente através de baixas temperaturas de armazenamento. Bisognin *et al.* (2008) referiram a eficácia das baixas temperaturas de armazenamento (4 a 8 °C) no atraso do envelhecimento da batata-semente.

A batata-semente a temperaturas de armazenamento de 4 °C apresentou sempre mais baixos valores nos indicadores de abrolhamento, conforme podemos observar no Quadro 4.10.

Quadro 4.10 - Efeito da temperatura de armazenamento no número de dias que a batata-semente demorou a atingir os máximos para cada um dos indicadores.

Par (cv/origem)	Temperatura de armazenamento	Nº de brotos	Peso fresco dos brotos (g/tub.)	Comprimento total de brotos (mm)	Comprimento do broto maior (mm)
KM	4 °C	135 (2,91)	135 (0,11)	135 (15,94)	165 (6,57)
	Ambiente	105 (11,20)	165 (5,88)	165 (207,09).	165 (44,46).
JH	4 °C	135 (4,94)	165 (0,16)	135 (35,86)	165 (11,83)
	Ambiente	105 (9,49)	105 (7,71)	105 (575,83)	105 (171,83)
DC	4 °C	135 (3,00)	135 (0,09)	135 (9,49)	135 (4,51)
	Ambiente	105 (7,17)	165 (3,62)	165 (148,26)	165 (48,31)
DH	4 °C	165 (2,43)	165 (0,09)	165 (11,03)	165 (5,63)
	Ambiente	75 (6,69)	165 (8,18)	105 (337,31)	105 (152,74)
DM	4 °C	135 (2,46)	135 (0,08)	135 (11,54)	135 (6,40)
	Ambiente	105 (6,80)	165 (6,35)	165 (274,60)	165 (120,91)

*Entre parênteses referimos os valores máximos por tubérculo de cada parâmetro observado

O par JH foi o par que apresentou, nos dois regimes de temperatura de armazenamento, os valores mais elevados dos indicadores de abrolhamento face ao par DC que apresentou os valores mais baixos. Como já referido, a cv. Jaerla mostrou-se como uma cv. de intenso e rápido abrolhamento contrastando com a cv. Désirée de abrolhamento mais lento.

Para um armazenamento a 4 °C há um período de dormência e quando o abrolhamento começa, rapidamente são formados muitos brotos, Krijthe (1962) referiu esta condição como o estado de múltiplos brotos. O número de brotos aumenta gradualmente até um máximo (Quadro 4.10). Com batata-semente holandesa, Hartmans e Van Loon (1987) também referiam tendência semelhante durante o armazenamento. Estes autores observaram a necessidade de mais dias de armazenamento a 4 °C para a cv. Désirée atingir o máximo número de brotos por tubérculo face à Jaerla. De igual forma, no nosso ensaio, o tratamento JHF obteve o máximo número de brotos mais cedo, cerca de 30 dias de armazenamento face a DHF, provavelmente porque quebrou mais cedo o estado de dormência e/ou tem uma taxa de crescimento dos brotos maior. Martins (1990) já referia essa dificuldade de discernir a influência da temperatura de armazenamento, se pelo abrolhamento por si só ou por quebrar mais cedo o estado de dormência, o importante será documentar o estado do abrolhamento nessas condições.

Podemos observar no Quadro 4.10 que os pares portugueses com a cv. Désirée (DM e DC) têm o mesmo comportamento no alcance dos valores máximos nos parâmetros observados, independentemente da temperatura de armazenamento. O número, peso e comprimento dos brotos durante o armazenamento aumentaram até ao final do período de observação. No entanto, o par DH, sob temperatura ambiente, atingiu os valores máximos mais cedo que os restantes pares com a mesma cultivar, sendo evidente para o número e o comprimento dos brotos. No indicador peso dos brotos os pares da cv Désirée atingiram os pesos máximos aos 165 dias de armazenamento. Hartmans e Van Loon (1987), com temperatura de armazenamento de 12 °C observaram grandes oscilações nos pesos dos brotos na cv Désirée comparativamente com a cv. Jaerla.

Poderemos assim referir que nos pares portugueses DC e DM com um armazenamento a frio (DCF e DMF) antecipámos o máximo abroamento face a DH, por isso, poderão ficar prontos para plantar mais cedo. Serão necessários 135 dias a 4 °C para que esses máximos surjam. Quando trabalhamos com a DH 75 dias a temperatura ambiente são suficientes para que apareçam os valores máximos nos indicadores de abroamento.

Relativamente ao par KM não apresentou diferenças dos outros pares de origem portuguesa (DC e DM) no tempo de armazenamento necessário para atingir o máximo abroamento. Registando também este par, à semelhança de DC e DM, o número máximo de brotos mais cedo que depois só na parte final do armazenamento é que se desenvolvem na totalidade. Este facto é evidente para armazenamento a frio. Esta diferença no padrão de abroamento entre as cv. Désirée (DC, DM/DH) pode ser devida ao local de origem da cultura de batata-semente, às condições climáticas ou mesmo todo o historial do tubérculo mãe. Como já referido (pontos 2.2.3 e 2.2.4), são muitos os autores que consideram a influência do tubérculo mãe na idade fisiológica da batata-semente filha (Moore *et al.*, 1987; Allen *et al.*, 1992; Hagman, 2006; Bisognin *et al* 2008).

Através do Quadro 4.11 podemos observar os resultados das correlações de Pearson com os diferentes indicadores de abroamento observados e o seu nível de significância.

Quadro 4.11 – Correlação de Pearson para os diferentes indicadores de abrolhamento

Correlações	Frio a 4 °C				
	KM	JH	DC	DH	DM
Número de brotos com comprimento do broto maior	0,443***	0,707***	0,426***	0,269**	0,419***
Número de brotos com perdas de peso do tubérculo	0,300***	0,394***	0,116 n.s.	0,100 n.s.	0,064 n.s.
Peso fresco dos brotos com comprimento do broto maior	0,704***	0,809***	0,742***	0,707***	0,759***
Peso fresco dos brotos com perdas de peso do tubérculo	0,278***	0,448***	0,155 n.s.	0,395***	0,267**
Comprimento do broto maior com perdas de peso do tubérculo	0,272**	0,462***	0,152 n.s.	0,300***	0,206*
Comprimento total de brotos com perdas de peso do tubérculo	0,253**	0,499***	0,170*	0,450***	0,234**
Temperatura ambiente					
Número de brotos com comprimento do broto maior	-0,095 n.s.	0,087 n.s.	-0,178*	-0,342***	-0,188*
Número de brotos com perdas de peso do tubérculo	0,185*	0,036 n.s.	0,072 n.s.	-0,168*	0,050 n.s.
Peso fresco dos brotos com comprimento do broto maior	0,420***	0,802***	0,710***	0,633***	0,714***
Peso fresco dos brotos com perdas de peso do tubérculo	0,867***	0,392***	0,857***	0,769***	0,653***
Comprimento do broto maior com perdas de peso do tubérculo	0,293***	0,255**	0,454***	0,320***	0,491***
Comprimento total de brotos com perdas de peso do tubérculo	0,482***	0,284***	0,628***	0,505***	0,563***

***, **, *, n.s. Correlação com nível significativo de 0,001; 0,01; 0,05 e não significativo respectivamente.

O comprimento do broto maior mostrou ser uma das mais úteis medidas para estimar o desenvolvimento dos brotos. A variação encontrada no nosso trabalho é semelhante à referida por outros autores (Burton, 1955; Singh e Ezekiel, 2003; Carli *et al.*, 2009; Carli *et al.*, 2010). No nosso ensaio, sob condições de frio (Quadro 4.11) podemos observar as correlações significativamente positivas entre o número de brotos e o comprimento do broto maior, nomeadamente para os pares KM e JH. Já anteriormente, Carli *et al.* (2010) referiram uma correlação positiva ($r=0,59$) entre o número de brotos e o comprimento do broto maior em armazém com 2 a 4 °C.

A correlação negativa encontrada entre o número de brotos por tubérculo e o comprimento do broto mais comprido no nosso estudo, no armazenamento a temperatura ambiente é semelhante ao observado por Carli *et al.* (2009), não se mostrando igualmente significativa para todas as cultivares estudadas. Já anteriormente, Pande *et al.* (2007) mostraram que cultivares com múltiplos brotos apresentaram um baixo crescimento do broto mais comprido. Carli *et al.* (2010), apesar destas observações não encontraram correlações significativamente negativas entre o número de brotos e o comprimento do broto mais comprido, em ambiente sob 14 °C.

Quando a batata-semente foi armazenada a baixas temperaturas observamos correlações positivas entre o crescimento dos brotos e as perdas de peso dos tubérculos. Carli *et al.* (2010) observaram que tubérculos com longos períodos de dormência e pequeno crescimento dos brotos tinham menos perdas de peso, quando armazenados a baixas temperaturas.

Carli *et al.* (2010) encontraram uma correlação negativa entre o período de dormência e o comprimento do broto mais comprido, observando que a um curto período de dormência correspondia um valor elevado para o comprimento do broto mais comprido.

Na cultura de batata o “armazenamento da batata-semente” pode ser tão importante como a “resistência a doenças” ou mesmo a “qualidade sanitária” e pode ser determinante na produtividade da cultura (Cunnington, 2008). Com o nosso trabalho pretendemos conhecer melhor o comportamento da batata-semente em armazém e tentar fornecer indicações sobre o seu abrolhamento. A batata-semente de origem portuguesa, quando armazenada a frio, respondeu com abrolhamento mais intenso face à holandesa. Sob temperatura ambiente de armazenamento, foi a batata-semente holandesa que mais cedo respondeu com o máximo abrolhamento.

A perda de peso da batata-semente pode ser um problema, originando durante a época de produção plantas com pouco vigor e tubérculos pequenos (Pavlista, 2004). A batata-semente fisiologicamente mais velha, caracterizada por múltiplos brotos, é recomendada para culturas precoces, provocando a maturação da cultura mais cedo. Pelo contrário, a batata-semente fisiologicamente nova é recomendada em estações de crescimento mais longas, em que a maturação da cultura acontece mais tarde (Pande *et al.*, 2007).

4.2 – Efeito da temperatura de armazenamento na capacidade de abrolhamento da batata-semente

A capacidade que a batata-semente tem em produzir brotos pode variar ao longo do armazenamento, sendo conveniente avaliar esta evolução. O estado fisiológico em que se encontra a batata-semente aquando a plantação pode determinar a produtividade da cultura. A mudança no desenvolvimento dos brotos pode ser estudada medindo o seu crescimento de várias maneiras (Carli *et al.*, 2010).

Depois de avaliado o crescimento dos brotos da batata-semente em armazém nas condições do ensaio, foi avaliada a sua capacidade de abrolhamento nos diversos tratamentos de acordo com a metodologia descrita por Hartmans e Van Loon (1987), abordada no capítulo anterior. Foram sempre escolhidos tubérculos do mesmo calibre, porque o número de brotos aumenta com o aumento do calibre e o período de dormência depende também o tamanho do tubérculo (Allen, 1992). Para isso, como já referido no ponto 3, a batata-semente foi desgrelada e colocada em condições ideais de abrolhamento, ou seja, a 18 °C, 80% de HR e ausência de luz, durante 4 semanas. Este processo realizou-se aos 75, 105, 135, e 165 dias do armazenamento. Após as 4 semanas de abrolhamento foram realizadas observações que nos permitem estimar o vigor da batata-semente através da sua capacidade de abrolhamento. As observações efetuadas foram as mesmas realizadas no estudo anterior (ponto 4.1). Assim, para cada tratamento, foram efetuados registos do número total de brotos, peso fresco dos brotos, comprimento total dos brotos e comprimento do broto maior.

4.2.1 – Número total de brotos

Os resultados obtidos para o número de brotos produzidos pelos diferentes tratamentos, a 4 °C e a temperatura ambiente, são apresentados nos Quadros 4.12 e 4.13.

A análise de variância revelou que o tratamento térmico efetuado influiu de forma altamente significativa ($P < 0,001$) no número total de brotos produzidos por tubérculo de batata-semente (Anexo C, Quadro C3.6).

Em cada regime de temperatura as diferenças encontradas entre cada tratamento, para o número de brotos produzidos, foram significativas ($P < 0,05$) de acordo com o teste de separação de médias de Duncan (Quadros 4.12 e 4.13 e Anexo C, Quadro C3.6).

Analisando os resultados obtidos para o regime de temperatura de 4 °C (Quadro 4.12) verificamos uma oscilação no número de brotos produzidos ao longo do armazenamento, sendo que o tratamento JHF foi o que mais cedo respondeu, com um número de brotos maior (10,93 brotos/tub.) face ao DCF (7,67 brotos/tub.). De um modo geral, verifica-se uma diminuição do número de brotos produzidos ao longo do período de armazenamento, ainda que haja um aumento temporário deste número dos 105 para os 135 dias no tratamento KMF e dos 135 para os 165 dias nos restantes pares. Mas a tendência genérica é a sua diminuição.

Quadro 4.12 – Número total dos brotos / tubérculo – Frio a 4 °C ^{1,2,3}

Tratamento (cv./orig./temp.)	Dias			
	75	105	135	165
KMF	10,30±0,77 Aab	7,17±0,51 Bab	9,33±0,57 Aa	6,73±0,45 Bbc
JHF	10,93±0,80 Aa	8,13±0,42 Ba	6,97±0,64 Bb	7,23±0,50 Bb
DCF	7,67±0,48 Ac	5,30±0,41 Bc	5,40±0,38 Bc	5,43±0,62 Bc
DHF	9,27±0,44 Aabc	6,97±0,48 Bab	6,33±0,43 Bbc	9,50±0,48 Aa
DMF	8,57±0,76 Abc	6,60±0,62 Bbc	5,70±0,43 Bbc	6,50±0,54 Bbc

¹ Valores médios ± EP (erro padrão) de cada tratamento

² A letra maiúscula é referente aos valores obtidos em cada colheita por tratamento (valores na linha). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

³ A letra minúscula é referente aos valores obtidos em cada tratamento por colheita (valores na coluna). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

Analisando os resultados obtidos para o regime de temperatura ambiente (Quadro 4.13), observamos que dos diferentes tratamentos o que obteve o maior número de brotos logo no início do armazenamento foi JHA (10,63 brotos/tub.). Esta resposta foi significativamente (P<0,05) diferente do tratamento DHA que apenas obteve 7,90 brotos/tub. Verificámos também que, com a exceção do par DH, os dias de armazenamento influenciaram de uma forma altamente significativa (P<0,001) na capacidade da batata-semente produzir brotos, já que esta foi diminuindo ao longo dos dias de armazenamento de forma significativa (P<0,05), tal como é possível observar no Quadro 4.13.

Quadro 4.13 – Número total dos brotos / tubérculos - temperatura ambiente ^{1,2,3}

Tratamento (cv./orig./temp.)	Dias			
	75	105	135	165
KMA	8,53±0,58 Ab	3,73 ±0,37 Bd	6,90±0,97 Aab	0,47±0,30 Cc
JHA	10,63±0,75 Aa	8,30±0,53 Bab	4,40±0,47 Cc	4,33±0,74 Cb
DCA	8,03±0,54 Ab	5,93 ±0,63 Bc	5,37±0,73 Bbc	3,40±0,60 Cb
DHA	7,90±0,63 ABb	9,47 ±0,59 Aa	8,83±0,83 ABa	6,77±1,04 Ba
DMA	8,53±0,53 Ab	7,53±0,52 ABb	6,07±0,40 Bbc	4,20±0,73 Cb

¹ Valores médios ± EP (erro padrão) de cada tratamento

² A letra maiúscula é referente aos valores obtidos em cada colheita por tratamento (valores na linha). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

³ A letra minúscula é referente aos valores obtidos em cada tratamento por colheita (valores na coluna). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

Ao compararmos as duas situações térmicas: frio e ambiente podemos referir que 75 dias foram os necessários para o aparecimento de um maior número de brotos por tubérculo. Temos a exceção da cv Désirée que necessitou de mais 30 dias no tratamento DHA ou mesmo 90 dias no tratamento DHF para que esse máximo ocorresse.

Referimos agora o efeito da origem da batata-semente na capacidade de produção de brotos observando os resultados dos tratamentos da cv. Désirée. O maior número de brotos em média ao longo do período de armazenamento surgiu na batata-semente sujeita a condições de frio. Contudo, o par DH não registou diferenças significativas. O par DC surgiu ao longo do armazenamento com menor número de brotos produzidos e o DH com o maior. Os pares DC, DH e DM nos primeiros 75 dias de armazenamento não mostraram diferenças significativas e entre a batata-semente de origem portuguesa só aos 105 dias de armazenamento com temperatura ambiente (DCA e DMA) é que se registaram valores significativamente diferentes (P<0,05) (Quadros 4.12 e 4.13).

Através dos pares com a mesma origem: JH/DH e KM/DM podemos observar o efeito da cultivar no número de brotos da batata-semente armazenada nas condições referidas. Nos tratamentos JHF e DHF só se registaram diferenças no número de brotos entre as cultivares no final do armazenamento (165 dias). No entanto, com a subida da temperatura de armazenamento essas diferenças fizeram-se sentir logo aos 75 dias. O tratamento JHA revela uma capacidade de produção de brotos significativamente superior

($P < 0,05$) no início do armazenamento. Necessitando a cv. Désirée (DHA) de mais dias de armazenamento para atingir valores semelhantes à cv. Jaerla (Quadro 4.13). Podemos assim referir que, quando temos batata-semente JH armazenada a temperatura ambiente, a capacidade que esta tem em produzir brotos a partir dos 105 dias diminui significativamente até ao final do armazenamento. Contrariamente ao que sucede com DH. Poderemos armazenar durante mais tempo esta cultivar sem que seja afetada a sua capacidade em produzir brotos.

O efeito cultivar e temperatura nos pares da região de Montalegre fez-se sentir no número de brotos produzido. Estes tratamentos (KM e DM) independentemente da temperatura registaram o máximo número de brotos no início do armazenamento, não apresentando mesmo diferenças entre eles aos 75 dias com 8,53 brotos/tub. O tratamento com KMF apresentou maior número de brotos por tubérculo ao longo do armazenamento face ao tratamento DMF. Com temperatura ambiente registou-se praticamente o contrário. Nos dois regimes de temperatura a KM apresentou dois picos ao longo do período de armazenamento, aos 75 e 135 dias, enquanto o DM apresentou, de um modo geral, um decréscimo do número de brotos (Quadros 4.12 e 4.13).

4.2.2 – Peso fresco dos brotos

As diferenças do peso dos brotos entre os dois tratamentos térmicos são altamente significativas ($P < 0,001$) (Anexo C, Quadro C3.7). A batata-semente armazenada a frio (4 °C) produz brotos mais pesados face à temperatura mais elevada de armazenamento (Quadros 4.14 e 4.15). Estes resultados são próximos dos observados por Hartmans e Van Loon (1987), que quando estudaram a capacidade de abrotamento da batata-semente (cv. Désirée e Jaerla holandesas), registaram brotos mais pesados em batata-semente armazenada a 4 °C face a 12 °C. Independentemente da temperatura, é a batata-semente de origem holandesa (JH e DH) que apresenta valores mais elevados de peso fresco de brotos ao longo do armazenamento.

De um modo geral, não se verificaram diferenças significativas ao longo do período de armazenamento. A evolução do peso fresco dos brotos quando colocados a frio é semelhante, apresentando-se crescente até um máximo e decrescendo a partir daí. O momento em que ocorre o máximo varia com a cultivar e com a origem (Quadro 4.14).

Quadro 4.14 – Peso fresco dos brotos (g/tub) – Frio a 4 °C ^{1,2,3}

Tratamento (cv./orig./temp.)	Dias			
	75	105	135	165
KMF	1,17±0,08 Ab	1,12±0,09 Ab	1,34±0,13 Ab	1,21±0,11 Ac
JHF	2,48±0,23 Aa	2,61±0,17 Aa	2,59±0,16 Aa	2,34±0,18 Ab
DCF	0,86±0,12 ABb	0,57±0,08 Bc	1,33±0,19 Ab	1,06±0,24 Ac
DHF	2,05±0,19 Ba	2,39±0,20 ABa	2,21±0,25 Ba	2,85±0,13 Aa
DMF	1,09±0,13 Ab	1,15±0,10 Ab	1,40±0,12 Ab	1,25±0,13 Ac

¹ Valores médios ± EP (erro padrão) de cada tratamento

² A letra maiúscula é referente aos valores obtidos em cada colheita por tratamento (valores na linha). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

³ A letra minúscula é referente aos valores obtidos em cada tratamento por colheita (valores na coluna). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

Logo aos 75 dias a JHF já tem um valor elevado o qual ainda cresce até aos 105 dias (2,61 g/tub). Para o par JH é na primeira parte do período de armazenamento que apresenta os valores mais elevados, ao contrário dos restantes. Necessitando o tratamento DHF de 165 dias de armazenamento a frio para apresentar o valor mais elevado. Este resultado sugere que a cv. Jaerla tem um desenvolvimento fisiológico mais rápido, como seria de esperar. Por isso, comporta-se como batata-semente que quando armazenada a 4 °C estará pronta para ir para o campo mais cedo face à cv. Désirée.

De um modo geral todos os tratamentos seguem uma tendência crescente para posterior declínio, resultados semelhantes aos referidos por Hartmans e Van Loon (1987).

Quando a batata-semente armazenada a temperatura ambiente foi posta a abrolhar respondeu com maiores pesos de brotos no início do armazenamento (Quadro 4.15). Os tratamentos JHA e DHA foram os que responderam com valores superiores para o peso fresco dos brotos, havendo mesmo entre os restantes pares diferenças significativas (P<0,05). Tal como o observado por Hartmans e Van Loon (1987), também no nosso ensaio as diferenças no peso fresco dos brotos em batata-semente nos pares com estas cultivares (JHA e DHA) foram pequenas.

Quadro 4.15 – Peso fresco dos brotos (g/tub) - temperatura ambiente ^{1,2,3}

Tratamento (cv./orig./temp.)	Dias			
	75	105	135	165
KMA	1,30±0,11 Ac	0,65±0,09 Bbc	0,75±0,14 Bc	0,12±0,08 Cc
JHA	2,45±0,13 Bab	1,70±0,08 Ca	3,24±0,40 Aa	0,41±0,07 Dbc
DCA	1,25±0,10 Ac	0,60±0,09 Bc	0,38±0,08 BCc	0,27±0,05 Cc
DHA	2,70±0,31 Aa	1,82±0,17 Ba	2,01±0,22 Bb	1,43±0,22 Ba
DMA	1,95±0,19 Ab	0,94±0,10 Bb	0,71±0,08 Bc	0,69±0,13 Bb

¹ Valores médios ± EP (erro padrão) de cada tratamento

² A letra maiúscula é referente aos valores obtidos em cada colheita por tratamento (valores na linha). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

³ A letra minúscula é referente aos valores obtidos em cada tratamento por colheita (valores na coluna). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

O valor máximo conseguido pelo par DHA foi registado logo no início do ensaio (75 dias). O mesmo par sob condições de frio (Quadro 4.14) necessitou de mais 90 dias para conseguir atingir o valor máximo. Estes resultados serão semelhantes aos referidos por Hartmans e Van Loon (1987), que registaram os pesos máximos para a cv Désirée cerca de 80-100 dias mais cedo, quando armazenada a 12 °C do que a 4 °C. Os mesmos autores referiam que a cv. Jaerla atingia mais cedo (50 dias) esses valores face à cv. Désirée, no entanto, tal só se observou, no nosso ensaio, apenas no tratamento a frio.

Os tratamentos com a cv. Désirée (DC, DH e DM), apresentaram diferenças significativas. Foi a cv. holandesa que apresentou maior peso fresco de brotos e mais cedo. Os tubérculos de origem portuguesa apresentaram comportamento semelhante ao longo do armazenamento. No geral, o máximo peso fresco ocorreu em todos os pares aos 75 dias à temperatura ambiente, no frio foi só aos 135 dias.

Da batata-semente holandesa, os pares JH e DH só apresentaram diferenças significativas entre eles no peso fresco dos brotos na parte final do armazenamento.

Quando comparamos as cultivares oriundas de Montalegre, verificamos que a Kennebec e a Désirée têm comportamentos semelhantes. No armazenamento a frio os máximos pesos de brotos são encontrados aos 135 dias de armazenamento. Quando armazenados a temperatura ambiente e posteriormente colocados a abrolhar, produzem

brolhos mais pesados no início do período de armazenamento (75 dias), decrescendo posteriormente.

Para a batata-semente portuguesa (KM, DC, DM) observamos um comportamento semelhante nos picos do peso dos brolhos. Só são necessários 75 dias de armazenamento a temperatura ambiente para atingirem os mesmos valores de 135 dias de armazenamento a frio.

Podemos ainda salientar que foi a batata-semente oriunda da Holanda que, nas duas condições térmicas do ensaio, apresentou maiores pesos dos brolhos, havendo mesmo diferenças significativas com os pares portugueses, nomeadamente o par DC que registou o menor peso fresco dos brolhos.

De um modo geral, podemos resumir que quando a batata-semente foi mantida à temperatura ambiente, os valores mais elevados ocorreram logo aos 75 dias decrescendo a partir daí. Para um armazenamento a baixas temperaturas parece haver dois efeitos:

- Atraso no momento em que o peso fresco dos brolhos é máximo
- Efeito estimulador, dado que o peso fresco dos brolhos é maior a frio que à temperatura ambiente, embora a evolução seja mais lenta.

4.2.3 – Comprimento total dos brolhos

Para o comprimento dos brolhos, verificou-se um efeito altamente significativo ($P < 0,001$) da temperatura nos diversos pares (Anexo C, Quadro C3.8). Os pares JH e DH, apresentaram os maiores registos ao longo do armazenamento, como anteriormente se tinha verificado para o número e peso dos brolhos.

Para o armazenamento da batata-semente a 4 °C (Quadro 4.16), nota-se que é na segunda metade do período de armazenamento que se observaram os registos mais elevados, com a exceção do tratamento JHF com o maior comprimento dos brolhos a ocorrerem aos 75 dias de armazenamento. Logo aos 75 dias, observaram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) no comprimento total dos brolhos entre os pares, com exceção dos pares originários de Montalegre (KM e DM). O tratamento KMF registou os valores mais baixos para o comprimento total dos brolhos. Já anteriormente, tínhamos observado um número elevado de brolhos. Assim, parece-nos que, quando esta batata-semente é armazenada a frio e posteriormente colocada a abrolhar, origina um grande número de brolhos curtos. De um modo geral, a duração do período de armazenamento tem um efeito significativo no comprimento total dos brolhos ($P < 0,05$).

Quadro 4.16 – Comprimento total dos brotos (mm/tub.)– Frio a 4 °C ^{1,2,3}

Tratamento (cv./orig./temp.)	Dias			
	75	105	135	165
KMF	73,17 $\pm$ 6,36 Cc	73,83 $\pm$ 4,82 BCb	93,70 $\pm$ 5,61 Ac	90,60 $\pm$ 7,50 ABc
JHF	255,43 $\pm$ 32,65 Aa	224,03 $\pm$ 19 ABa	193,03 $\pm$ 18,02ABa	187,60 $\pm$ 16,93 Bb
DCF	79,67 $\pm$ 13,82 Bc	64,43 $\pm$ 9,68 Bb	152,57 $\pm$ 22,49 Aab	84,70 $\pm$ 11,80 Bc
DHF	189,67 $\pm$ 26,17 Bb	222,50 $\pm$ 29,39ABa	175,93 $\pm$ 26,42 Ba	286,27 $\pm$ 25,81 Aa
DMF	83,93 $\pm$ 10,97 Bc	105,30 $\pm$ 10,95 ABb	106,60 $\pm$ 17,46ABbc	158,57 $\pm$ 30,75 Ab

¹ Valores médios $\pm$ EP (erro padrão) de cada tratamento² A letra maiúscula é referente aos valores obtidos em cada colheita por tratamento (valores na linha). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan³ A letra minúscula é referente aos valores obtidos em cada tratamento por colheita (valores na coluna). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

Quando armazenamos a batata-semente à temperatura ambiente (Quadro 4.17), foram também os pares com a batata-semente da Holanda que registaram os mais elevados valores de comprimento total de brotos. E foram igualmente as portuguesas que apresentaram os valores menores.

Quadro 4.17 – Comprimento total de brotos (mm/tub.) - temperatura ambiente ^{1,2,3}

Tratamento (cv./orig./temp.)	Dias			
	75	105	135	165
KMA	82,50 $\pm$ 8,46 Ac	38,37 $\pm$ 4,09 Cc	58,90 $\pm$ 9,19 Bd	5,67 $\pm$ 3,75 Dd
JHA	250,67 $\pm$ 18,53 Aab	136,47 $\pm$ 8,64 Bb	104,77 $\pm$ 13,09 Bb	42,30 $\pm$ 7,92 Cbc
DCA	127,83 $\pm$ 9,96 Ac	66,03 $\pm$ 11,11 Bc	61,10 $\pm$ 10,86 BCcd	35,57 $\pm$ 6,85 Ccd
DHA	310,40 $\pm$ 41,15 Aa	198,83 $\pm$ 18,43 Ba	173,20 $\pm$ 19,04 Ba	138,90 $\pm$ 21,23 Ba
DMA	197,90 $\pm$ 21,22 Ab	104,30 $\pm$ 11,50 Bb	95,53 $\pm$ 10,71 Bbc	70,30 $\pm$ 13,35 Bb

¹ Valores médios $\pm$ EP (erro padrão) de cada tratamento² A letra maiúscula é referente aos valores obtidos em cada colheita por tratamento (valores na linha). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan³ A letra minúscula é referente aos valores obtidos em cada tratamento por colheita (valores na coluna). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

Os registos mais elevados para o comprimento total de brolhos, surgiram no início do armazenamento para todos os pares, registando-se diferenças significativas ($P < 0,05$) com a duração do período de armazenamento. Assim, durante o seu armazenamento, a batata-semente diminuiu a capacidade em produzir brolhos compridos ou de crescimento dos brolhos.

No Quadro 4.17 podemos observar que em todos os pares há um decréscimo na capacidade da batata-semente em produzir brolhos compridos com o aumento da temperatura. Os pares portugueses foram aqueles que produziram os brolhos menos compridos e o tratamento DHA foi o que apresentou maior comprimento dos brolhos. Parece que com temperaturas mais elevadas de armazenamento, esta batata-semente quando posta a abrolhar responde, no peso e comprimento dos brolhos (Quadro 4.15, 4.17), com valores mais elevados face aos restantes pares.

Ao observarmos o comportamento da cv Désirée, notamos diferenças significativas entre os diferentes pares com esta cultivar, no início do armazenamento. No entanto, aos 135 dias, independentemente da temperatura, não se registaram diferenças entre os pares portugueses (DC e DM), apresentando mesmo uma tendência semelhante ao longo do armazenamento. O par com DH comportou-se como o que mais rapidamente respondeu à condição de armazenamento, contrariamente ao par DC.

Com temperatura ambiente no armazenamento as cultivares tiveram um comportamento semelhante, registando os valores mais elevados no início do período. Neste parâmetro parece estar bem marcado o efeito origem, com o tratamento DHA a responder com valores mais elevados no comprimento dos brolhos, como aliás já observado para o peso fresco dos brolhos. Parece que a cv. Désirée responde melhor ao abrolhamento quando armazenada a temperatura ambiente.

Quando comparamos as cultivares da mesma origem (JH/DH) observamos que só existiram diferenças significativas entre elas no início e no fim do armazenamento. Para os tratamentos KMF e DMF as diferenças no comprimento total de brolhos só se notaram aos 165 dias de armazenamento. Contudo, o aumento da temperatura de armazenamento influenciou significativamente o registo do comprimento total dos brolhos ao longo do armazenamento, com a KM a ter um decréscimo muito acentuado no fim de período de armazenamento, parecendo que esta cultivar ficou com o seu potencial em abrolhamento completamente esgotado.

4.2.4 – Comprimento do broto maior

A temperatura de armazenamento influenciou de forma altamente significativa ($P < 0,001$) o aparecimento do broto maior (Anexo C, Quadro C3.9).

Quando a batata-semente foi armazenada a frio (Quadro 4.18) o broto maior surgiu, de um modo geral, no fim do armazenamento, com exceção dos pares JH e DH. Estes foram também os pares que apresentaram os brotos mais compridos.

Quadro 4.18 – Comprimento do broto maior (mm) – Frio a 4 °C ^{1,2,3}

Tratamento (cv./orig./temp.)	Dias			
	75	105	135	165
KMF	14,30 $\pm$ 1,09 Bb	15,40 $\pm$ 0,97 Bb	15,10 $\pm$ 0,87 Bc	19,50 $\pm$ 1,78 Ab
JHF	51,33 $\pm$ 5,98 Aa	52,60 $\pm$ 5,35 Aa	46,53 $\pm$ 4,78 Aa	45,53 $\pm$ 5,29 Aa
DCF	27,10 $\pm$ 4,66 Bb	20,30 $\pm$ 3,46 Bb	42,07 $\pm$ 8,33 Aa	17,70 $\pm$ 1,81 Bb
DHF	60,53 $\pm$ 12,34 Aa	57,13 $\pm$ 7,98 Aa	37,73 $\pm$ 5,40 Aab	52,50 $\pm$ 7,21 Aa
DMF	22,37 $\pm$ 3,53 Bb	28,67 $\pm$ 4,99 ABb	23,93 $\pm$ 3,41 ABbc	39,60 $\pm$ 9,67 Aa

¹ Valores médios $\pm$ EP (erro padrão) de cada tratamento

² A letra maiúscula é referente aos valores obtidos em cada colheita por tratamento (valores na linha). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a $P < 0,05$, pelo teste de Duncan

³ A letra minúscula é referente aos valores obtidos em cada tratamento por colheita (valores na coluna). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a $P < 0,05$, pelo teste de Duncan

No armazenamento da batata-semente a temperatura ambiente (Quadro 4.19) foi sempre no início do armazenamento que surgiu o broto mais comprido. Este padrão de crescimento manteve-se sempre em todos os pares. Assim, estes resultados sugerem que com um aumento da temperatura de armazenamento se consiga antecipar o aparecimento do broto maior cerca de 60 a 90 dias. No entanto, para DH os registos do broto maior verificaram-se, nos dois regimes de temperatura, aos 75 dias de armazenamento. O que quer dizer que mesmo sob um armazenamento a frio, a batata-semente DH tem capacidade em produzir o broto mais comprido logo no início do armazenamento.

Quadro 4.19 – Comprimento do brotinho maior (mm) - temperatura ambiente ^{1,2,3}

Tratamento (cv./orig./temp.)	Dias			
	75	105	135	165
KMA	13,80 $\pm$ 1,12 Ad	10,87 $\pm$ 0,89 Bc	8,83 $\pm$ 1,17 Bd	1,43 $\pm$ 0,83 Cc
JHA	59,10 $\pm$ 4,92 Abc	23,40 $\pm$ 1,34 Bb	52,40 $\pm$ 7,35 Aa	9,77 $\pm$ 1,55 Cb
DCA	41,43 $\pm$ 4,71 Ac	15,27 $\pm$ 3,11 Bbc	12,43 $\pm$ 2,11 Bcd	8,83 $\pm$ 1,42 Bb
DHA	94,99 $\pm$ 13,56 Aa	40,00 $\pm$ 6,14 Ba	26,33 $\pm$ 2,88 Bb	20,13 $\pm$ 2,93 Ba
DMA	65,53 $\pm$ 9,22 Ab	20,83 $\pm$ 1,93 Bb	22,03 $\pm$ 2,37 Bbc	12,97 $\pm$ 2,17 Bb

¹ Valores médios $\pm$ EP (erro padrão) de cada tratamento

² A letra maiúscula é referente aos valores obtidos em cada colheita por tratamento (valores na linha). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a $P < 0,05$, pelo teste de Duncan

³ A letra minúscula é referente aos valores obtidos em cada tratamento por colheita (valores na coluna). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a $P < 0,05$, pelo teste de Duncan

O'Brien *et al.* (1983) referiu que a característica da batata-semente a abrolhar que melhor se relacionou com a soma de temperaturas foi o comprimento do brotinho maior e não o comprimento total dos brotinhos, porque este último parâmetro era muito influenciado pelas condições de luz prevalentes durante o abrolhamento.

Na Figura 4.2 podemos observar as variações no comprimento do brotinho maior com o somatório da temperatura ambiente. O somatório das temperaturas foi calculado pelo somatório das temperaturas médias dos períodos de observação (Anexo A, Quadro A1.3). Podemos referir que a temperatura média ocorrida nestes dias de armazenamento se situou entre os 13 e 16 °C. Através da figura, observamos uma diminuição do comprimento do brotinho maior a partir dos 960 °C alcançados nos 75 dias de armazenamento.

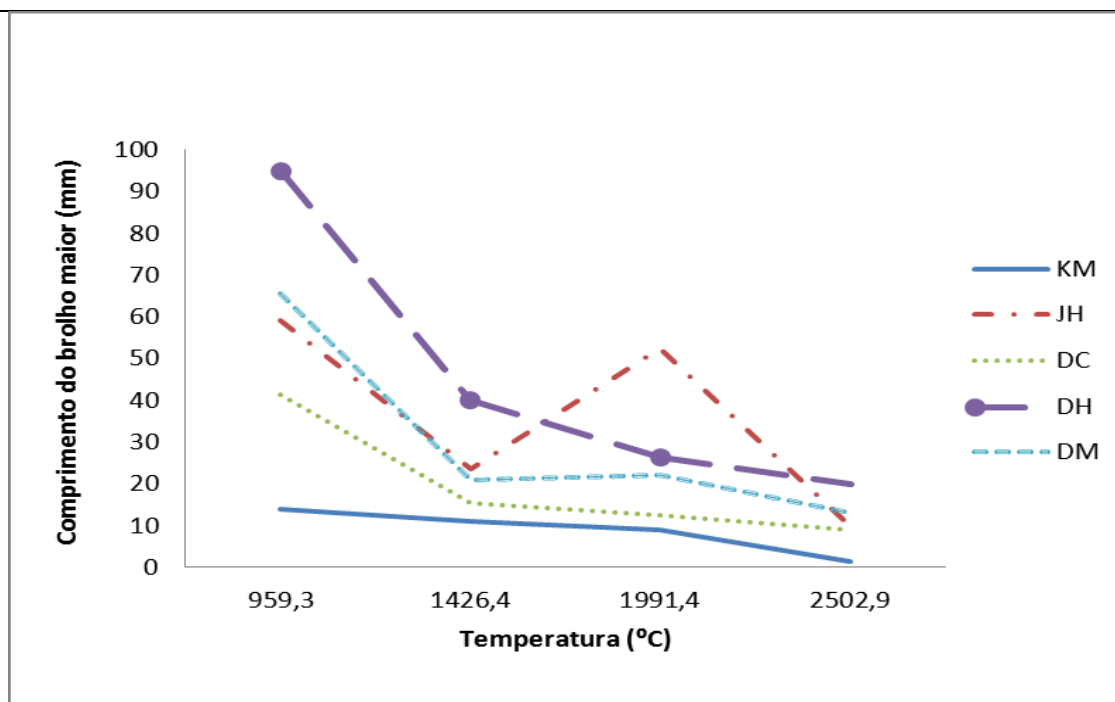


Figura 4.2 - Variação do comprimento do broto maior com o somatório da temperatura de armazenamento nas observações efetuadas.

4.3 – Efeito da temperatura de armazenamento no período de incubação

O período de incubação, como já anteriormente referido é o período que decorre entre o aparecimento dos brotos no tubérculo e o aparecimento dos primeiros tubérculos nesses brotos.

A capacidade de abrolhamento e o período de incubação parecem ser indicadores úteis para caracterizar a idade fisiológica da batata-semente (Claver, 1951; van Es e Hartmans, 1987; Carli *et al.*, 2010).

Através da análise estatística (Anexo C, Quadro C3.10) observamos que a temperatura de armazenamento surgiu como altamente significativa ($P < 0,001$) na duração do período de incubação. Para todos os pares registaram-se menores valores na duração do período de incubação quando armazenadas a temperatura ambiente. Resultados semelhantes são referidos por Hartmans e Van Loon (1987).

Todos os pares sofreram um efeito muito significativo ($P < 0,05$) na duração do período de incubação. Também outros autores mencionaram diferenças no período de incubação entre cultivares (Reust, 1982, citado por Hartmans e Van Loon, 1987). O par JH foi o que apresentou o período de incubação mais curto (Quadro 4.20). No entanto, de um modo geral, em todos os pares houve um decréscimo do período de incubação ao longo do

armazenamento. Tal foi também observado por Hartmans e Van Loon (1987), quando comparavam o período de incubação nas cv. Jaerla e Désirée de origem holandesa.

Quadro 4.20 – Período de incubação (dias) –Frio a 4 °C ^{1,2,3}

Tratamento (cv./orig./temp.)	Dias			
	75	105	135	165
KMF	42,50±2,50 Ba	53,50±10,50 Aa	66,00±17,00 Aa	53,50±10,50 Aa
JHF	52,00±2,00 ABa	47,00±0,00 Aab	39,50±0,50 Ab	35,00±4,00 Abc
DCF	53,50±4,50 ABa	56,00±2,00 Aa	64,50±4,50 Aa	54,00±6,00 Aa
DHF	71,50±11,50 Aa	63,50±5,50 Aa	54,50±1,50 Aa	43,00±12,00 Aa
DMF	42,50±10,50 Bb	55,50±2,50 Aab	69,50±9,50 Aa	50,00±3,00 Aab

¹ Valores médios ± EP (erro padrão) de cada tratamento

² A letra maiúscula é referente aos valores obtidos em cada colheita por tratamento (valores na coluna). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

³ A letra minúscula é referente aos valores obtidos em cada tratamento por colheita (valores na linha). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

No armazém com temperatura ambiente (Quadro 4.21) os pares mostraram, igualmente um decréscimo do período de incubação ao longo do período de armazenamento.

Quadro 4.21 – Período de incubação (dias) - temperatura ambiente ^{1,2,3}

Tratamento (cv./orig./temp.)	Dias			
	75	105	135	165
KMA	64,00±15,00 Aa	51,00±6,00 Aa	41,50±2,50 Aa	40,00±2,00 Aa
JHA	48,50±3,50 Aa	39,50±9,50 Aab	24,00±1,00 Cbc	21,50±1,50 Bc
DCA	45,00±5,00 Aa	42,00±2,00 Aab	34,50±1,50 ABab	30,00±1,00 ABb
DHA	40,00±0,00 Aa	35,50±1,50 Aab	32,00±3,00 BCab	29,00±4,00 ABab
DMA	45,50±2,50 Aa	45,50±2,50 Aa	40,50±3,50 ABa	37,50±5,50 Aa

¹ Valores médios ± EP (erro padrão) de cada tratamento

² A letra maiúscula é referente aos valores obtidos em cada colheita por tratamento (valores na coluna). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

³ A letra minúscula é referente aos valores obtidos em cada tratamento por colheita (valores na linha). Diferentes letras significam valores estatisticamente diferentes a P<0,05, pelo teste de Duncan

Neste regime de temperatura (temperatura ambiente), o tratamento KMA revelou-se como o que necessitou de maior número de dias para que os brotos originassem tubérculos. E, assim como no frio, o tratamento JHF revelou período de incubação mais curto face aos outros, revelando mais rápido envelhecimento fisiológico desta cultivar, já anteriormente mencionado.

Através dos Quadros 4.14, 4.15, 4.20 e 4.21, verificamos que após a batata-semente atingir o máximo de capacidade de abrolhamento (expressa por peso fresco dos brotos por tubérculo) a diminuição do peso dos brotos é acompanhada pela redução do período de incubação. Estes aspetos serão característicos de um processo de envelhecimento fisiológico da batata-semente.

Já anteriormente, outros autores referiram a consequente diminuição do período de incubação após a batata-semente ter atingido a sua máxima capacidade de abrolhamento (Claver, 1951, Madec e Perennec, 1955). Claver (1951) referia que a temperatura situada entre 15,2 °C e 18,7 °C era favorável ao aparecimento de um curto período de incubação. E temperaturas baixas e muito altas aumentavam esse período. A diminuição mais rápida do período de incubação foi observada por Madec e Perennec (1955) em batata-semente armazenada a 12 °C. No entanto, não se sabe se a batata-semente armazenada a elevadas temperaturas envelhece mais rapidamente devido à temperatura por si só ou se devido ao elevado grau de abrolhamento e consequentes perdas de peso devido à temperatura.

No nosso ensaio podemos observar as correlações existentes entre o período de incubação e alguns parâmetros, nos dois regimes térmicos estudados (Quadro 4.22).

Hartmans e Van Loon (1987) referiram a relação existente entre a diminuição da capacidade de abrolhamento (expressa pelo peso fresco dos brotos) e a diminuição do período de incubação para as cv. Désirée e Jaerla. No entanto, os nossos resultados para as cultivares Désirée e Jaerla embora positivamente correlacionadas só o tratamento DHA ($r=0,781$) apresentou correlação com nível significativo para peso fresco dos brotos e período de incubação.

Quadro 4.22 – Correlação de Pearson para os diferentes indicadores do abrolhamento

Correlações	Frio a 4 °C				
	KM	JH	DC	DH	DM
Número de brolhos com o comprimento do brolho maior	-0,517 n.s.	0,730*	-0,037 n.s.	-0,009 n.s.	-0,586 n.s.
Número de brolhos com o período de incubação	0,456 n.s.	0,634 n.s.	-0,048 n.s.	-0,145 n.s.	-0,778*
Peso fresco dos brolhos com o comprimento do brolho maior	0,182 n.s.	0,942***	0,720*	0,755*	0,373 n.s.
Peso fresco dos brolhos com o período de incubação	0,306 n.s.	0,359 n.s.	0,527 n.s.	-0,441 n.s.	0,551 n.s.
Correlações	Temperatura ambiente				
	KM	JH	DC	DH	DM
Número de brolhos com o comprimento do brolho maior	0,888**	0,545 n.s.	0,771*	0,016 n.s.	0,707 n.s.
Número de brolhos com o período de incubação	0,579 n.s.	0,858**	0,466 n.s.	0,642 n.s.	0,811*
Peso fresco dos brolhos com o comprimento do brolho maior	0,906**	0,941***	0,986***	0,885**	0,960***
Peso fresco dos brolhos com o período de incubação	0,668 n.s.	0,353 n.s.	0,785*	0,781*	0,579 n.s.

***, **, *, n.s. Correlação com nível significativo de 0,001; 0,01; 0,05 e não significativo respetivamente.

O número de brolhos mostrou-se correlacionado de uma forma positiva com o período de incubação para os tratamentos KMF e JHF, mas para os restantes pares a frio esta correlação foi negativa. No armazenamento a temperatura ambiente o período e incubação surgiu correlacionado com o número de brolhos a um nível de significância de 0,01 e 0,05 respetivamente para os tratamentos JHA e DMA. Para os pares DHA e DCA foi a correlação com o peso fresco dos brolhos que apresentou nível de significância de 0,05. O tratamento KMA apresentou uma correlação significativa com o comprimento do brolho maior.

As diferenças entre o envelhecimento das cultivares, caracterizada por diferenças na capacidade de abrolhamento e duração no período de incubação, provavelmente explicam as diferenças de perdas de peso por respiração e transpiração observadas nos

diferentes pares. As diferenças podem também ser devidas às características da cultivar nomeadamente o tamanho e forma dos brotos, à ramificação dos brotos, ao número de brotos ou diferenças nas perdas de peso do tubérculo (Hartmans e Van Loon, 1987).

4.4 – Discussão geral sobre a capacidade de abrolhamento – indicadores de envelhecimento fisiológico

As alterações no abrolhamento podem ser avaliadas pelo desenvolvimento dos brotos de diversas maneiras. Wurr (1979) referia o comprimento total de brotos e o comprimento do broto mais comprido como das medições mais úteis para estabelecer o padrão de desenvolvimento dos brotos. Também mostrou que quando a batata-semente era armazenada à luz observava-se uma relação linear entre o peso seco dos brotos por tubérculo e o comprimento total dos brotos por tubérculo. Mais tarde Hartmans e Van Loon (1987) observaram uma relação linear entre o peso fresco dos brotos por tubérculo (capacidade de abrolhamento) e o comprimento do broto mais comprido durante o armazenamento a 4 °C e 12 °C da batata-semente das cvs. Jaerla e Désirée. Os nossos resultados (Quadro 4.22) são semelhantes aos observados por estes autores. Com armazenamento a temperatura ambiente, todos os pares apresentaram correlação positiva para o peso fresco dos brotos e o comprimento do broto maior, com nível muito significativo para KMA e DHA e altamente significativo para os restantes.

Outros autores como Dyson e Digby, (1975) mencionaram a avaliação do peso fresco dos brotos um bom indicador de idade fisiológica da batata-semente, apesar de ser um método destrutivo. Os mesmos autores consideraram a medição do broto mais comprido nem sempre adequada, como por exemplo quando há ramificações de brotos ou necrose apical que pode ocorrer devido à deficiência em cálcio. No entanto, o crescimento dos brotos, a capacidade de abrolhamento (peso fresco dos brotos por tubérculo) e a duração do período de incubação, quando avaliados em intervalos regulares apresentam-se como bons indicadores da idade fisiológica da batata-semente (Hartmans e Van Loon, 1987). Segundo estes autores, a capacidade de abrolhamento aumentava até um máximo e decrescia até que pequenos tubérculos surgiam nos brotos.

No Quadro 4.23 podemos observar os dias que cada par (cv./origem) necessitou para atingir os máximos valores nos indicadores da capacidade de abrolhamento.

Quadro 4.23 – Efeito da temperatura de armazenamento no número de dias que a batata-semente demorou a atingir os máximos para cada um dos indicadores da capacidade de abrolhamento

Par (cv/origem)	Temperatura de armazenamento	Nº de brolhos	Peso fresco dos brolhos (g/tub.)	Comprimento total de brolhos (mm)	Comprimento do brolho maior (mm)
KM	Frio	75 (10,30)	135 (1,34)	135 (93,70)	165 (19,50)
	Ambiente	75 (8,53)	75 (1,30)	75 (82,50)	75 (13,80)
JH	Frio	75 (10,93)	105 (2,61)	75 (255,43)	105 (52,60)
	Ambiente	75 (10,63)	135 (3,24)	75 (250,67)	75 (59,10)
DC	Frio	75 (7,67)	135 (1,33)	135 (152,57)	135 (42,05)
	Ambiente	75 (8,03)	75 (1,25)	75 (127,83)	75 (41,43)
DH	Frio	165 (9,50)	165 (2,85)	165 (286,27)	75 (60,53)
	Ambiente	105 (9,47)	75 (2,70)	75 (310,40)	75 (94,99)
DM	Frio	75 (8,57)	135 (1,40)	165 (158,57)	165 (39,60)
	Ambiente	75 (8,53)	75 (1,95)	75 (197,90)	75 (65,53)

*Entre parênteses, referimos os valores máximos de cada parâmetro de abrolhamento

Quando tratamos com batata-semente armazenada a temperaturas mais elevadas regista-se, de um modo geral, o valor máximo para os indicadores da capacidade de abrolhamento mais cedo (Quadro 4.23). Nota-se, portanto, o efeito da temperatura de armazenamento na capacidade de abrolhamento da batata-semente. Esta influência está mais marcada, nos pares holandeses. Observamos que os pares JH e DH obtiveram os valores máximos para os diferentes parâmetros e nas duas temperaturas de armazenamento.

Quando retiramos batata-semente armazenada a frio para temperaturas favoráveis de abrolhamento, a capacidade de abrolhamento expressa em peso fresco dos brolhos, inicialmente começa por ser elevada, como já referido por Van Loon (1983). No entanto, foi com o armazenamento a temperatura ambiente que surgiram os valores máximos dos indicadores da capacidade de abrolhamento, logo no início do período de armazenamento. Também Hartmans e Van Loon (1987) referiam que a capacidade de abrolhamento aumentava até atingir um valor máximo para posteriormente diminuir.

A capacidade de abrolhamento, caracterizada pelo número, peso e comprimento dos brolhos, apresentou de um modo geral para todos os pares uma tendência de aumento até atingir um máximo. Para todos os pares de um modo geral, registaram-se correlações positivas altamente significativas entre o peso fresco dos brolhos e o comprimento do brolho maior, como anteriormente referido no Quadro 4.22.

O comprimento do brolo mais comprido por tubérculo e a capacidade de abrolhamento, expressa em peso fresco dos brolos, já tinham sido referidos (Hartmans e Van Loon, 1987) como indicadores das mudanças de abrolhamento devido à temperatura de armazenamento e à idade fisiológica.

Analisando a capacidade de abrolhamento expressa no peso fresco dos brolos por tubérculo, observamos que de um modo geral, os pares portugueses, não apresentam diferenças quando estão sujeitos ao armazenamento a temperatura ambiente. Parece que cerca de 13 °C serão suficientes para surgir, logo no início do armazenamento, a capacidade máxima em abrolhar (Quadro 4.23). Quando a batata-semente está armazenada a frio demora mais tempo para que surjam os valores máximos nos indicadores do abrolhamento (135 dias). Estes pares comportam-se, neste regime de temperatura e armazenamento, como tubérculos de envelhecimento fisiológico intermédio. No par DH a capacidade de abrolhamento aumenta ao longo do armazenamento a frio, concordando com o que anteriormente já foi referido sobre o seu lento abrolhamento e envelhecimento fisiológico. Ao contrário o par JH apresenta a máxima capacidade em abrolhar mais cedo (105 dias), e por isso apresenta uma maior idade fisiológica.

4.5 – Ensaio preliminar em vaso

Simultaneamente ao estudo da avaliação da idade fisiológica, procedemos à realização de um ensaio preliminar utilizando a batata-semente e acompanhando o desenvolvimento das plantas. Para tal, avaliamos o comportamento das cultivares em estudo através de um ensaio em vaso. Assim, retiramos tubérculos do armazenamento, tanto em frio como em ambiente, e procedemos à plantação em vaso da batata-semente. Esta operação foi realizada aos 100 e 150 dias de armazenamento (DA), perfazendo assim duas datas distintas de plantação. Foram feitas algumas observações fenológicas com a periodicidade quinzenal: a data de emergência, número e comprimento dos caules produzidos, número de folhas, evolução da rama, o porte e posteriormente a produção. Os registos das temperaturas poderão ser consultados em Anexo A, Quadros A1.3.

No Quadro 4.24 encontram-se algumas características da batata-semente no momento da plantação: o número e comprimento dos brolos.

Quadro 4.24 – Parâmetros da batata-semente – 1ª e 2ª plantação (100 e 150 DA)

Par (cv./origem)	Nº de brotos/tub		Comprimento total de brotos (mm/tub.)		Comprimento do brotinho maior (mm)	
	Frio a 4 °C					
	1ª Plan.	2ª Plan.	1ª Plan.	2ª Plan	1ª Plan.	2ª Plan.
KM	1,6	2,0	0,2	11,0	0,2	5,9
JH	3,1	3,0	19,0	29,1	7,2	10,6
DC	1,0	0,8	0,1	2,3	0,1	1,9
DH	1,4	1,9	1,0	10,0	1,0	4,2
DM	1,8	1,1	1,7	6,0	1,2	2,8
Temperatura ambiente						
	1ª Plan.	2ª Plan.	1ª Plan.	2ª Plan	1ª Plan.	2ª Plan.
KM	11,0	9,0	173,0	200,0	38,0	40,4
JH	9,3	5,1	574,8	281,2	171,1	130,0
DC	7,0	4,7	123,1	144,3	39,8	43,2
DH	6,0	4,5	336,8	320,4	150,8	120,1
DM	6,5	5,0	179,0	270,6	77,0	117,3

Começamos por analisar a emergência das plantas nos dois regimes de temperatura de armazenamento. Refira-se ainda que a 1ª plantação corresponde a 100 dias de armazenamento (DA), ou seja, mês de abril e a 2ª a 150 dias, ou seja, mês de junho.

No Quadro 4.25 podemos observar os dias que foram necessários para as plantas emergirem embora sem diferenças acentuadas, há diferenças entre tratamentos. Verificamos ainda que, com 150 dias de armazenamento os tubérculos armazenados a 4 °C originaram emergências mais tardias. Talvez esta situação tenha ocorrido devido a maior diferença de temperaturas, pois estamos a plantar em junho. Já anteriormente, Pinto (2000) referia a influência da temperatura de armazenamento na emergência das plantas da cv Désirée. A batata-semente armazenada a temperatura ambiente emergia mais cedo face a 4 °C.

Foram muitos os autores que referiram a presença de brotos e o tamanho destes na batata-semente como influenciadores da emergência das plantas. Comparando os resultados do Quadro 4.25 com os do Quadro 4.24 observamos que no armazenamento a frio a cv. Jaerla apresentou brotos na altura da plantação e foi a que mais cedo emergiu.

Com esta cultivar nota-se o efeito da duração do período de armazenamento na emergência das plantas, uma vez que a 4 °C emergiu mais cedo 4 dias com 100 dias de armazenamento (DA) face a 150 dias, provavelmente devido ao envelhecimento e falta de vigor da batata-semente.

Quadro 4. 25 – Emergência das plantas (dias)

Par (cv./origem)	Nº de dias para a emergência	
	1ª Plantação	2ª Plantação
	(100 DA)	(150 DA)
Frio a 4 °C		
KM	10	9
JH	7	11
DC	10	9
DH	10	10
DM	9	9
Temperatura ambiente		
KM	11	8
JH	8	10
DC	11	6
DH	11	8
DM	10	6

DA-dias de armazenamento

Relativamente à avaliação fenológica (Anexo D, Quadro D1), foram efetuadas observações ao longo do ensaio à evolução da rama e ao porte. A senescência da rama foi mais evidente a partir dos 60-75 dias após a plantação, sem diferenças entre as datas de plantação. Quanto ao porte, o par JH foi o que mais cedo evidenciou caules de porte sub-erecto (60 dias após plantação). Os pares com a cv. Désirée só mais tarde apresentou caules com porte sub-erecto, no entanto sem diferenças entre eles. O par KM pareceu ser o par em que mais tarde os caules ficaram prostrados.

Procedemos ainda a avaliação do desenvolvimento das plantas com referências ao número de caules, altura dos caules e número de folhas. Estes resultados constam no Quadro 4.26.

Pinto (2000) referiu, para a cv. Désirée, um efeito pouco significativo da temperatura de armazenamento da batata-semente no número de caules por planta, com

resultados semelhantes tanto no armazenamento a frio como a ambiente. Os nossos resultados estão de acordo com o referido. No entanto, com 150 dias de armazenamento (Quadro 4.26) as diferenças são mais acentuadas, com valores superiores para armazenamento a frio.

Quadro 4. 26 – Desenvolvimento das plantas 1ª e 2ª plantação (100 e 150 DA)

1ª plantação (100 DA)			
Par (cv./origem)	Nº de caules/pl.	Altura dos caules (cm/pl.)	Nº de folhas/pl.
		Frio a 4 °C	
KM	8,00	41,87	66,87
JH	10,93	39,00	92,73
DC	6,13	40,43	48,73
DH	6,33	43,09	56,40
DM	3,13	52,08	30,53
Temperatura ambiente			
KM	6,07	46,23	58,67
JH	5,73	44,93	68,27
DC	6,07	39,30	49,27
DH	3,13	46,86	32,80
DM	6,47	43,21	53,27
2ª plantação (150 DA)			
Par (cv./origem)	Nº de caules/pl.	Altura dos caules (cm/pl.)	Nº de folhas/pl.
		Frio a 4 °C	
KM	10,80	50,27	91,67
JH	11,28	31,59	90,67
DC	5,00	65,70	46,80
DH	1,00	13,33	13,33
DM	4,00	70,11	44,20
Temperatura ambiente			
KM	3,50	27,71	30,33
JH	2,00	23,58	17,75
DC	2,53	40,04	26,60
DH	2,13	22,69	18,00
DM	1,40	42,67	18,73
DA-Dias de armazenamento			

Relativamente à altura dos caules não se verificaram diferenças entre temperaturas com 100 dias de armazenamento. Realçamos o par JH com o maior número de caules obtido, mas mais baixos relativamente às outras cultivares.

Com o aumento do período de armazenamento a temperatura ambiente (Quadro 4.26) verificou-se uma diminuição, tanto do número como o comprimento dos caules. Contudo, para a cv Désirée (DH) tal não sucedeu, tanto com 100 como com 150 dias de armazenamento. Estes resultados são semelhantes aos encontrados já anteriormente para a mesma cv. por Pinto (2000), quando verificou que batata-semente (cv. Désirée proveniente dos Açores) armazenada a uma temperatura ambiente originava plantas com uma altura média superior face ao armazenamento a frio.

De um modo geral, o número de folhas aumenta com o prolongamento de dias de armazenamento a 4 °C, com exceção dos pares DH e DC. Com o aumento de dias de armazenamento a temperatura ambiente sucedeu o contrário, aliás como nos outros dois parâmetros observados (número e comprimento dos caules).

Após a colheita procedeu-se à determinação da produção total em peso fresco e número de tubérculos por tubérculo-mãe (Quadro 4.27). As colheitas foram efetuadas cerca de 90-100 dias após a plantação.

Quadro 4. 27 – Produção 1ª plantação/2ª plantação (média por tubérculo)

Par (cv./origem)	Peso dos tub. (g/tub. mãe)	Nº tub./planta
	Frio a 4 °C	
KM	174,4 /95,0	7,8 /12,0
JH	88,2 /49,0	7,8 / 9,7
DC	87,9 /80,4	8,8 / 7,4
DH	125,3 /30,6	10,2 / 3,5
DM	68,4 /65,3	5,8 / 6,2
Temperatura ambiente		
KM	114,3 /63,5	7,4 /4,5
JH	100,3 /40,6	5,2 /3,3
DC	110,0 /76,2	9,6 /4,6
DH	106,6 /35,6	6,6 /4,6
DM	106,7 /52,9	10,4 /3,4

Pela análise geral podemos referir que obtivemos melhores resultados na produção de tubérculos com a 1ª plantação (100 dias de armazenamento) face à 2ª (150 dias de armazenamento), tanto no armazenamento a frio com a temperatura ambiente. Talvez aqui também as elevadas temperaturas e o facto da batata-semente se encontrar fisiologicamente mais velha e baixo vigor tivessem influência na baixa produção. Outros autores, já anteriormente, tinham referido tal limitação à produção de batata (Martins, 1990).

De um modo geral, o par KM destaca-se dos restantes. Parece ser preferível armazenar esta batata-semente a frio, mantendo assim bom estado de conservação para posterior produção.

Para os pares com a cv. Désirée não se notaram grandes diferenças entre eles, notando-se um aumento do peso fresco dos tubérculos com o aumento da temperatura de armazenamento. Tais resultados são semelhantes aos encontrados por Pinto (2000) que, utilizando esta cultivar, obteve menores produções totais com os tubérculos-mãe armazenados a frio.

Com 100 dias de armazenamento da batata-semente, o número de tubérculos produzidos por tubérculo-mãe aumentou apenas nos pares DC e DM com o aumento de temperatura de armazenamento. Os resultados encontrados na cv. Désirée, foram semelhantes aos de Pinto (2000). Esta autora referiu a influência da temperatura de armazenamento na produção de número de tubérculos. Com armazenamento a temperatura ambiente obteve em média mais de 20 tubérculos face ao armazenamento a frio.

Com 150 dias de armazenamento foi com temperaturas mais baixas que a batata-semente produziu maiores tubérculos e maior número de tubérculos por planta. Com temperaturas mais elevadas a batata esgota mais rapidamente quase toda a capacidade de abrolhamento, ficando batata-semente fisiologicamente mais velha.

De um modo geral, podemos concluir que, independentemente da temperatura, nestas condições a batata-semente armazenada durante 150 dias parece já não ter capacidade para obter boas produtividades, talvez por se tratar de batata-semente fisiologicamente mais velha. No entanto, com 100 dias de armazenamento a temperatura parece ter um efeito mais positivo. Martins (1990) referia a importância da data de plantação. Na sua escolha pesa a influência de diferentes idades fisiológicas bem como diferentes condições ambientais. Para este autor quanto mais cedo se plantar mais serão as vantagens, pois a cultura completará o seu ciclo e evitará as elevadas temperaturas de verão. No entanto, as baixas temperaturas de primavera também poderão comprometer a

produção. No nosso ensaio preliminar também foi a primeira plantação que obteve os melhores resultados com batata-semente proveniente do armazenamento a temperatura ambiente. Recordo que a temperatura média aquando a primeira plantação foi de 13 °C face para a 22 °C da segunda plantação (Anexo A, Quadro A1.3).

5 - CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e apresentados neste trabalho, podemos concluir que a idade fisiológica da batata-semente é influenciada pelo regime de temperatura de armazenamento. A duração do período de conservação influencia também a resposta das cultivares. No entanto, esta influência vai depender da cultivar utilizada. Estes resultados estão de acordo aos já mencionados por outros autores (Hartmans e van Loon, 1987).

O padrão do desenvolvimento dos brotos em tubérculos de batata-semente armazenada mostrou-se também semelhante ao apresentado por outros autores (Carli *et al.*, 2009). Ou seja, os tubérculos apresentam uma tendência de aumento da capacidade de abrolhamento até atingirem um valor máximo de capacidade de abrolhar, este período foi influenciado pela temperatura de conservação da batata-semente. O aumento da temperatura de conservação da batata-semente antecipou o registro dos valores máximos dos indicadores de idade fisiológica. Assim, verificou-se um aumento do número de brotos, um aumento do seu peso fresco e da sua dimensão, condições que causaram um rápido aumento sua idade fisiológica; situação que nos parece favorável para quando temos calendários de produção de ciclo curto em que se deseja precocidade. A cultivar que apresentou abrolhamento mais cedo foi a Jaerla. Na cv. Désirée o abrolhamento surgiu com maior intensidade na segunda metade do período de armazenamento. Esta cultivar terá um desenvolvimento mais lento dos brotos. Já na cv. Kennebec surgiu o maior número de brotos por tubérculo, no entanto estes só se desenvolveram na segunda metade do período de armazenamento, comportando-se este par (KM) com uma evolução de abrolhamento semelhante ao DM. O aumento da temperatura de conservação da batata-semente provocou assim um elevado grau de abrolhamento combinado com maiores perdas de peso do tubérculo. As perdas de peso dos tubérculos foram mais elevadas para a cv. Jaerla, independentemente da temperatura de armazenamento, provavelmente por se tratar de uma cultivar com características de rápido abrolhamento. A cv. Désirée apresentou menores perdas iniciais podendo ser reflexo de envelhecimento fisiológico mais lento.

Durante o armazenamento os pares KM, DC e DM apresentaram as correlações mais altas entre o peso dos brotos e as perdas de peso fresco do tubérculo, sugerindo que a alteração do estado de abrolhamento influi na perda de massa do tubérculo. Estas cultivares mantiveram-se fisiologicamente mais jovens e ativas durante mais tempo, possuindo assim uma vantagem quando se pretende armazenar batata-semente por um longo período para ser utilizada mais tarde. A capacidade dos tubérculos em produzirem

brolhos após um período de armazenamento foi superior quando os tubérculos foram armazenados a frio (4 °C). Foram necessários apenas 75 dias para o aparecimento do maior número de brolhos, no entanto, para que o seu máximo desenvolvimento ocorresse foram necessários mais 60 dias. Parece que o armazenamento a frio tem um efeito estimulador na capacidade de abrolhamento, expressa em peso fresco dos brolhos por tubérculo. Uma vez que, o peso fresco dos brolhos é maior quando os tubérculos são armazenados a 4 °C, embora com uma evolução lenta. O efeito da temperatura de armazenamento na capacidade de abrolhamento foi altamente significativo na cv. Désirée. Com o aumento da temperatura, esta cultivar, atingiu os máximos de abrolhamento logo aos 75 dias de armazenamento. O par JH mostrou-se como o que mais rapidamente produziu brolhos, diminuindo a sua capacidade a partir dos 105 dias de armazenamento. Contrariamente, à cv. Désirée que poderá ser armazenada a frio durante mais tempo (135-165 dias) sem que a sua capacidade de abrolhamento seja afetada. A cv. Kennebec apresentou maior capacidade em produzir brolhos com um armazenamento a frio durante 75 e 135 dias.

Os pares com batata-semente de origem transmontana (KM, DC, DM) apresentaram uma tendência semelhante nos registos máximos para capacidade de abrolhamento, situando-se maioritariamente aos 135 dias de armazenamento, parecendo apresentar-se em dormência até essa altura.

Pela análise do estudo do período de incubação, concluímos que o aumento da temperatura envelheceu fisiologicamente os tubérculos de batata-semente. A cv. Jaerla surgiu como a batata-semente que mais rapidamente envelheceu. A cv. Kennebec necessitou de mais dias para que os brolhos originassem tubérculos, sendo a que envelheceu menos. Assim, pelos resultados obtidos, parece-nos que em situações de ciclo mais longo, ou quando queremos plantações mais tardias, serão preferíveis situações de conservação com temperaturas baixas (neste caso 4 °C) e os pares com as cv. Désirée e Kennebec (DH, DM, DC e KM), pois permitem uma evolução mais lenta da idade fisiológica da batata-semente, e com isto uma maior preservação da qualidade do tubérculo como propágulo. Quer o número de brolhos, quer o seu peso fresco e sua dimensão desenvolvem-se mais lentamente. Já o par com cv. Jaerla (JH), como esgota a sua capacidade de abrolhamento mais cedo, poderá ser utilizada num calendário precoce, ou seja, ciclos de produção curtos.

Um outro fator que influencia a resposta das cultivares às condições de conservação é a duração do período de armazenamento. De acordo com os resultados obtidos, parece

ser possível concluir que nem todas as cultivares responderam de forma similar, do ponto de vista fisiológico, à duração da conservação, independentemente do regime de temperatura escolhido. Exemplo disso foram as cultivares Jaerla e Désirée que para as mesmas condições de conservação apresentaram comportamentos opostos. Com armazenamento a frio, a cv. Désirée apresenta durante mais tempo a capacidade de abrolhar e por isso poderá ser utilizada num calendário mais tardio por estar fisiologicamente mais nova. A cv. Jaerla poderá ser utilizada num calendário precoce. Deste modo, a escolha por um regime de conservação para as cultivares, suportada nestes dados, deverá depender dos calendários de produção. Relembremos que, para as nossas condições Martins (1990) referia a duração do ciclo cultural de 91 a 117 DAP e o desenvolvimento da cultura da batata condicionado por baixas temperaturas e geadas no início da primavera e por temperaturas elevadas no início do verão. Conseguir manipular em armazém a batata-semente de modo que estes fatores limitantes sejam superados pode ser uma vantagem para os produtores de batata.

Finalmente, os resultados destes trabalhos permitiram-nos conhecer o comportamento do abrolhamento das cultivares mais utilizadas na nossa região, o que poderá constituir uma vantagem na rentabilização desta cultura. Com o conhecimento da evolução do abrolhamento da batata-semente e da sua capacidade em abrolhar, podemos manipulá-la em armazém com regimes de temperaturas diferentes, ficando assim com abrolhamento ideal na altura da plantação, em função do calendário de produção escolhido. Acresce ainda que, as cultivares utilizadas neste estudo são as utilizadas para a obtenção de Produto Certificado com Indicação Geográfica Protegida “*Batata de Trás-os-Montes*” e deste modo, ao realizarmos este trabalho estamos também a contribuir para uma maior e melhor caracterização destas cultivares, de forma a expandir a sua utilização pelos agricultores.

Como perspetivas futuras, sugerimos a continuação deste trabalho aplicado a outros pares cultivar/origem, que tenham igual relevância económica na região e no país. O acompanhamento da cultura com ensaios em campo, para testar se o estado fisiológico a que a batata-semente se encontra a quando a plantação se manifesta em produções de qualidade e de elevadas produtividades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIRRE, B. y ARCAUTE, R. R.. 1998. Ruptura artificial del periodo de dormancia en semilla de patata. *Agricola Vergel*, Febrero, p. 88-89.
- AKELEY, R.V., STEVENSON, F.J., SCHULTZ, E.S.. 1948. Kennebec: A new potato variety resistant to late blight, mild mosaic, and net necrosis. *Am. Potato J.* **25**: 351-361.
- ALLEN, E. J. 1978. Plant density. In: HARRIS, P. M. (ed). *The potato crop. The scientific basis for improvement*. First edition. Chapman & Hall, London. p. 278-326.
- ALLEN, E. J. and SCOTT, R. K.. 1992. Seed tuber production and management. In: HARRIS, P. M. (ed). *The potato crop. The scientific basis for improvement*. Second edition. Chapman & Hall, London. p. 816-881.
- ALLEN, E. J., BEAN, J. N., GRIFFITH, R. L. and O'BRIEN, P. J.. 1979. Effects of length of sprouting period on growth and yield of contrasting early potato varieties. *J. Agric. Sci., Camb.*, **92**: 151-163.
- ALLEN, E. J., O'BRIEN, P. J. and FIRMAN, D. M.. 1992. Seed tuber production and management. In: HARRIS, P. M. (ed). *The potato crop. The scientific basis for improvement*. Second edition. Chapman & Hall, London. p. 247-291.
- ALMEIDA, D. P. F.. 1995. *Análise de crescimento na cultura de batata para indústria. Efeito das cultivares e da adubação azotada*. Tese de mestrado. UTAD. Vila Real. 167 p.
- ALMEIDA, D. P. F.. 2006. *Manual de culturas hortícolas*. Vol. II, Lisboa. p. 9-38.
- ALMEKINDERS, C. J. M. and STRUIK, P. C.. 1996. Review: Shoot development and flowering in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Potato Res.*, **39**: 581-607.
- BIEMELT, S., HAJIREZAEI, M., HENTSCHEL, E. and SONNEWALD, U.. 2000. Comparative analysis of abscisic acid content and starch degradation during storage of tubers harvested from different potato varieties. *Potato Res.*, **43**: 371-382.
- BISOGNIN, D.A., FREITAS, S.T., BRACKMANN, A., ANDRIOLO, J. L., PEREIRA, E. I. P., MULLER, D. R. and BANDINELLI, M.G.. 2008. Envelhecimento fisiológico e tubérculos de batata durante o outono e a primavera e armazenados em diferentes temperaturas. *Bragantia*. Campinas. Vol., 67, n1, p. 59-65.
- BODLAENDER, K. B. A. and MARINUS, J.. 1987. Effect of physiological age on vigour of seed potatoes of two cultivars. 3. Effect on plant growth under controlled conditions. *Potato Res.*, **30**: 423-440.
- BOGUCKI, S. and NELSON, D. C.. 1980. Length of dormancy and sprouting characteristics of ten potato cultivars. *Am. Potato J.*, **57**: 151-157.
- BOONE, F. R., DESEMET, L. A. H. and van LOON, C. D.. 1985. The effect of a ploughpan in marine loane soils on potato growth. 1. Physical properties and rooting patterns. *Potato Res.*, **28**: 295-314
- BURTON, W. G.. 1955. Biological and economic aspects of the refrigerated storage of potatoes. *Proc. Inst. Refrigeration*, **51**: 168-172.
- BURTON, W. G.. 1978. The physics and physiology of storage. In: HARRIS, P. M. (ed). *The potato crop. The scientific basis for improvement*. First edition. Chapman & Hall, London. p. 545-606.
- BURTON, W. G.. 1989. *The potato*. Third edition. Longman Scientific & Technical. Essex. 742 p.
- BURTON, W. G. and HANNAN, R. S. 1957. Use of γ -radiation for preventing the sprouting of potatoes. *J. Sci. of Food and Agric.*, **12**: 707-715.

- BURTON, W. G., van ES, A. and HARTMANS, K. J.. 1992. The physics and physiology of storage . In: HARRIS, P. M. (ed). *The potato crop. The scientific basis for improvement*. Second edition. Chapman & Hall, London. p. 608-727.
- BUS, C. B. and WUSTMAN, R.. 2007. The canon of potato science: seed tubers. *Potato Res.*, **50**: 319-321.
- CALDIZ, D. O.. 2007. Produccion, cosecha y almacenamiento de papa en la Argentina. BASF. Argentina- McCain Argentina SA (2ªEd), Balcarce, Argentina.
- CALDIZ, D. O.. 2009. Physiological age research during the second half of the twentieth century. *Potato Res.*, **52**: 295-304.
- CALDIZ, D. O. and HAVERKORT, A. J.. 1994. Alternativas para incrementar la producción en el área de Villa Dolores, Córdoba, *Gac. Agron.*, **14**: 186-189.
- CALDIZ, D. O., PANELO, D. M., CLAVER, F. K. and MONTALDI, E. R.. 1985. The effect of two planting dates on the physiological age and yielding potential of seed potatoes grown in warm temperature climate in Argentina. *Potato Res.*, **28**: 425-434.
- CALDIZ, D. O., CLÚA, A., BELTRANO, J. and TENENBAUM, S. D.. 1998. Ground cover, photosynthetic rate under yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) crops from seed tubers with different physiological age modified by foliar applications of plant growth regulators. *Potato Res.*, **41**: 175-186.
- CALDIZ, D. O., CASO, O. H., VALTER, G. and FERNANDEZ, L. V.. 1999. The potential of production of high quality seed potatoes in Tierra del Fuego Island, Argentina. *Potato Res.*, **42**: 9-23.
- CALDIZ, D. O., FERNANDEZ, L. V. and STRUIK P. C.. 2001. Physiological age index: a new, simple and reliable index to assess the physiological age of seed potato tubers based on haulm killing date and length of the incubation period. *Potato Res.*, **69**: 69-79.
- CAO, W. and TIBBITTS, T. W.. 1995. Leaf emergence on potato stems in relation to thermal time. *Agron. J.*, **87**: 474-477.
- CARLI, C., BONIERBALE, M., AMOROS, W., YULDASHEV, F., KHALIKOV, D. ABDURAKHMANOV, T. and RASULOV, A. I.. 2009. Adaptability and storability of CIP potato clones under long-day conditions of Central Asia. 15th. Triennial International Society for Tropical Root Crops (ISTRIC).
- CARLI, C. MIHOVILOVICH, E. YULDASHEV, F. KHALIKOV, D. and KADIAN, M. S.. 2010. Assessment of dormancy and sprouting behavior of CIP elite and advanced clones under different storage conditions in Uzbekistan. *Potato Res.*, **53**: 313-323.
- CARLI, C. MIHOVILOVICH, and BONIERBALE, M.. 2012. Dormancy and sprouting protocol: assessment of dormancy and sprouting behavior of elite and advanced clones. International Potato Center.
- CELIS-GAMBOA, C., STRUICK, P. C., JACOBSEN, E. and VISSER, R. G. F.. 2003/4. Sprouting of seed tubers during cold storage and its influence on tuber formation, flowering and the duration of the life cycle in a diploid population of potato. *Potato Res.*, **46**: 9-25.
- CHAPMAN, H. W.. 1958. Tuberization in the potato plant. *Physiol. Plant.*, **11**: 215-224.
- CHO, J. L., IRITANI, W. M. and MARTIN, M. V.. 1983. Comparision of methods for measuring dormancy of potatoes. *Am. Potato J.*, **60**: 169-177.
- CHRISTIANSEN, J. PEDERSEN, H. and FEDER, C.. 2006. Variation in physiological age among seed potato lots. Nordic Association of Agricultural Scientists. *Seed*

- potatoes: physiological age, diseases and variety testing in the Nordic countries.* Abstracts of papers. Sweden. p. 6-9.
- CLAASSENS, M. J. and VREUGDENHIL, D.. 2000. Is dormancy breaking of potato tubers the reverse of tube initiation? *Potato Res.*, **43**: 347-369.
- CLAVER, F. K.. 1951. Influencia de luz, oscuridad y temperatura sobre la incubación de la papa. *Phyton*. **1**: 3-12.
- CLAVER, F. K.. 1953. Factores que influyen la incubación de la papa. *Turrialba*, **3**: 32-34.
- CNPPA.. 1991. Catálogo Português de Variedades de Batata. Centro Nacional de Protecção à Produção Agrícola, Lisboa. 37 p.
- COLEMAN, W. K.. 1987. Dormancy release in potato tubers: a review. *Am. Potato J.*, **64**: 57-68.
- COLEMAN, W. K. and McINERNEY, J.. 1997. Enhanced dormancy release and emergence from potato tubers after exposure a controlled atmosphere. *Am. Potato J.*, **74**: 173-182.
- CUNNINGTON, A. C. 2008. Developements in Potato Storage in Great Britain. *Potato Res.*, **51**: 403-410.
- CUTTER, E. G.. 1992. Structure and development of the potato plant. In: HARRIS, P. M. (ed). *The potato crop. The scientific basis for improvement*. Second edition. Chapman & Hall, London. p. 65-161.
- DANIELS-LAKE., B. J. and PRANGE, R. K.. 2007. The canon of potato science: sprouting. *Potato Res.*, **50**: 379-382.
- DELAPLACE, P., BROSTAUX, Y., FAUCONNIER, M. L. and JARDIN, P.. 2008. Potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber physiological age index is a valid reference fram in postharvest ageing studies. *Postharvest Biology and Technology*, **50**: 103-106.
- DEMAGANTE, A. L. and VANDER ZAAG, P.. 1988. The response of potato (*Solanum* spp.) to photoperiod and light intensity under high temperatures. *Potato Res.*, **31**: 73-83.
- DENNIS, F. G. JR.. 1994. Dormancy what we know (and don't know). *Hort. Sci.* **29** (11): 1249-1254.
- DESIREE- CANADIAN FOOD INSPECTION AGENCY.2018. <http://www.inspection.gc.ca/plants/potatoes/potatovarieties/desiree/eng/1312587385699/1312587385700>. Acedido em junho 2018.
- DYSON, P. W. and DIGBY, J.. 1975. Effects of calcium on sprout growth of ten potato cultivars. *Potato Res.*, **18**: 363-377.
- DURRANT, M. J., LOVE, B. J. G., MESSEM, A. B. and DRAYCOTT, A. P.. 1973. Growth of crop roots in relation to soil moistur extraction. *Ann. appl. Biol.*, **74**: 387-394.
- EC. 2005. Comissão Europeia. Caderno de especificações. Indicação Geográfica Protegida *Batata de Trás-os-Montes*.<http://ec.europa.eu/agriculture/quality/door>. Acedido em julho de 2014.
- EMILSSON, B.. 1949. Studies on the rest period and dormant period in the potato tuber. *Acta Agric. Suec.*, **3**: 189-284.
- ENGELS, C., El BEDEWY, R. and SATTELMACHER, B.. 1993. Effects of weight and planting density of tubers derived from true potato seed on growth and yield of potato crops in Egypt. 1. Sprout growth, field emergence and haulm development. *Field Cro. Res.*, **35**: 159-170.
- EWING, E. E. and STRUIK, P. C.. 1992. Tuber formation in potato: induction, initiation and growth. *Hort. Revi.*, **14**: 89-197.

- FAOStat (2018). Food and Agriculture data from Food and Agriculture Organization (FAO) <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acedido em maio de 2018.
- FIRMAN, D. M., O'BRIEN, P. J. and ALLEN, E. J.. 1991. Leaf and flower initiation in potato (*Solanum tuberosum*) sprouts and stems in relation to number of nodes and tuber initiation. *J. Agric. Sci., Camb.*, **117**: 61-74.
- FIRMAN, D. M., O'BRIEN, P. J. and ALLEN, E. J.. 1992. Predicting the emergence of potato sprouts. *J. Agric. Sci., Camb.*, **118**: 55-61.
- FIRMAN, D. M., O'BRIEN, P. J. and ALLEN, E. J.. 1995. Appearance and growth of individual leaves in the canopies of several potato cultivars. *J. Agric. Sci., Camb.*, **125**: 379-394.
- FLEISHER, D. H., TIMLIN, D. J., YANG, Y. and REDDY, V. R.. 2011. Potato stem density effects on canopy development and production. *Potato Res.*, **54**: 137-155.
- GARCIA-TORRES, L. and GOMEZ-CAMPO, C.. 1972. Increased tuberization in potatoes by ethrel (2-chloro-ethyl-phosphonic acid). *Potato Res.*, **15**: 76-80.
- GARRIGUES FRERES SA 2018. Potato seedlings Jaerla. <http://www.buy-seed-potatoes.com/portfolio/jaerla/>. Acedido em junho 2018.
- GAWRONSKA, H., THORNTON, M. K., and DWELLE, R. B.. 1988. Effect of high temperature on tuber initiation and growth. *Am. Potato J.*, **65**: 479 abstr.
- GOODWIN, P. B.. 1963. Mechanism and significance of apical dominance in the potato tuber. In: IVINS, J. D. and MILTHORPE, F. L. (ed). *The growth of the potato*. London, p. 63-71.
- GOODWIN, P. B.. 1967. The control of branch growth on potato tubers. I. Anatomy of buds in relation to dormancy and correlative inhibition. *J. Expl. Bot.*, **18**: 78-99.
- GOODWIN, P. B., BROWN, A., LENNARD, J. H. and MILTHORPE, F. L.. 1969. Effect of centre of production, maturity and storage treatment of seed tubers on the growth of early potatoes. I. Sprout development in storage. *J. Agric. Sci., Camb.*, **73**: 161-166.
- GORDON, R., BROWN, D. M. and DIXON, M.. 1997. Estimating potato leaf area index for specific cultivars. *Potato Res.*, **40**: 251-266.
- GRAY, D.. 1972. Spacing and harvest date experiments with Maris Peer potatoes. *J. Agric. Sci., Camb.*, **79**: 281-290.
- GREGORY, L. E.. 1956. Some factors for tuberization in the potato plant. *Am. J. Bot.*, **43**: 281-288.
- HACK, H., GALL, H., KLEMKE, T., KLOSE, R., MEIER, U., STRAUB, R. and WITZENBERGER, A.. 1993. Phanologische Entwicklungsstadien der Kartoffel (*Solanum tuberosum* L.). *Deutscher Pflanzenschutzdienst* **45**: 11-19.
- HAGMAN.. 2006. Physiological age in potato, comparison of seed lots produced at different latitudes. Nordic Association of Agricultural Scientists. *Seed potatoes: physiological age, diseases and variety testing in the Nordic countries*. Abstracts of papers. Sweden. p. 13-14.
- HARTMANS, K. J. and van LOON, C. D.. 1987. Effect of physiological age on vigour of seed potatoes of two cultivars. 1. Influence of storage period and temperature on sprouting characteristics. *Potato Res.*, **30**: 397-409.
- HAY, R. K. M. and WALKER, A. J.. 1992. *An introduction to the physiology of crop yield*. Longman Scientific & Technical. Essex. 292 p.
- HEMBERG, T.. 1985. Potato rest. In LI, P. H. *Potato physiology*. Academic Press, Orlando. p. 353-388.
- HUAMÁN, Z.. 1986. Botánica sistemática y morfología de la papa. *Boletín de Información Técnica* 6, 2ª ed. Centro Internacional de la Papa. 22p.

- INE (2011). Estatísticas Agrícolas 2010. Eds. Instituto Nacional de Estatística, I.P., Lisboa, Portugal; ISSN: 0079-4139; ISBN: 978-989-25-0113-0; 116 p.
- INE (2017). Estatísticas Agrícolas 2016. Eds. Instituto Nacional de Estatística, I.P., Lisboa, Portugal; ISSN: 0079-4139; ISBN: 978-989-25-0395-0; 172 p.
- IRITANI, W. M. and WELLER, D. L.. 1987. The influence of physiological age, stem numbers and fertility on yield and grade of Russet Burbank potatoes. *Am. Potato J.*, **64**: 291-299.
- ISHERWOOD, F. H. and BURTON, W. G.. 1975. The effect of senescence, handling, sprouting and chemical sprout suppression upon the respiratory quotient of stored potato tubers. *Potato Res.*, **18**: 98-104.
- ITO, H. and KATO, T.. 1951. The physiological foundation of the tuber formation of potato. *J. Agri. Res.*, **1**: 1-14.
- JARVIS, R. H. and SHOTTON, F. E.. 1968. Population studies with Magestic potatoes in rows and in beds. *Expl. Husb.*, **16**: 73-92.
- JOHANSEN, T. J.. 2006. Northern vigour of seed potatoes-fact or fiction? Nordic Association of Agricultural Scientists. *Seed potatoes: physiological age, diseases and variety testing in the Nordic countries*. Abstracts of papers. Sweden. p. 10-12.
- JOHANSEN, T. J.. 2011. Influence of temperature and day-length on dormancy in seed potato cv. Astrid. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology*. **5**: 55-61.
- JOHANSEN, T. J. and NILSEN, J.. 2004. Influence of low growth temperature on physiological age of seed potatoes. *Acta Agriculturae Scandinavica B. Soil and plant Science.*, **54**: 185-188.
- JOHANSEN, T. J., LUND, L. and NILSEN, J.. 2002. Influence of daylength and temperature during formation of seed potatoes on subsequent growth and yields under long day conditions. *Potato Res.*, **35**: 139-143.
- JOHANSEN, T. J. MOLLENHAGEN, P. and HAUGLAND, E.. 2008. Yield potential of seed potatoes grown at different latitudes in Norway. *Acta Agricultural Scandinavica, Sect. B, soil and Plant Science*. **58**:132-138
- KAWAKAMI, K.. 1962. The physiological degeneration of potato seed tubers and its control. *Eur. Potato J.*, **5**: 40-49.
- KITTIPADUKAL, P., BETHKE, P. C. and JANSKY, S. H.. 2012. The effect of photoperiod on tuberisation in cultivated wild potato species hybrids. *Potato Res.*, **55**: 27-40.
- KNOWLES, N. R. and KNOWLES, L. O.. 2006. Manipulating stem number, tuber set and yield relationships for northern and southern grown potato seed lots. *Crop. Sci.* **46**: 284-296.
- KOLBE, H. and STEPHAN-BECKMANN, S.. 1997. Development, growth and chemical composition of the potato crop (*Solanum tuberosum* L.). I. Leaf and stem *Potato Res.*, **40**: 111-129.
- KRATZE, M. G. and PALTA, J. P.. 1985. Evidence for the existence of functional roots on potato tubers and stolons: significance in water transport to the tuber. *Am. Potato J.*, **62**: 227-236.
- KRIJTHE, N. 1958. Changes in the germinating power of seed potatoes. *Eur. Potato J.*, **1**: 68-71.
- KRIJTHE, N. 1962. Observations on the sprouting of seed potatoes. *Eur. Potato J.*, **5**: 316-333.
- KUMAR, D. and WAREING, P. F.. 1972. Factors controlling stolon development in the potato plant. *New. Phytol.*, **71**: 639-648.

- KUTSCHERA, L.. 1960. Wurzelatlas. Dlg-Verlags. Frankfurt an Main. 462-465.
- LESKZYNSKI, D. B. and TANNER, C.B.. 1976. Seasonal variation of root distribution of irrigated field grown Russet Burbank potato. *Am. Potato J.*, **53**: 60-78.
- LOVELL, P. H. and BOOTH, A.. 1967. Effects of gibberellic acid on growth, tuberformation and carbohydrate distribution in *Solanum tuberosum*. *New Phytol.*, **66**, 525-537.
- MacKERRON, D. K. L.. 1992. *Agrometeorological aspects of forecasting yields of potato within the E. C. Commission of the European Communities*, Luxembourg, 247 p.
- MacKERRON, D. K. L.. 1998. Physiological age in the tuber and the sprout. Repor of the meeting of the physiology section of the EAPR, Pultusk, Poland. *Potato Res.*, **41**:192.
- MADEC, P. et PERENNEC, P.. 1955. Les possibilites d'évolution dès germes de la pomme de terre et leurs consequences. *Ann. Amel. Plantes.*, **IV**: 555-574.
- MADEC, P. et PERENNEC, P.. 1962. Les relations entre l'induction de la tuberisation et la croissance chez la plante de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.). *Ann. Physiol. Veg.*, **4**: 5-84.
- MADEC, P. et PERENNEC, P.. 1969. Levée de dormance de tubercules de pomme de terre d'age different: action de la rindite, de la gibereline et de l'oiletonnage. *Eur. Potato J.*, **12**: 96-115.
- MANI, F., BETTAIEB, T., DOUDECH., N. and HANNACHI, C.. 2014. Physiological mechanisms for potato dormancy release and sprouting: a review. *African Crop Science Journal*, **22**; 155-174.
- MARINUS, J.. 1992. The effect of temperature and light during storage of young seed potatoes on initial plant development at early plantings. *Potato Res.*, **35**: 343-354.
- MARINUS, J.. 1993. The effect of potatoes seed tuber age and soil temperature on the phenomenon of non-emergence. *Potato Res.*, **36**: 63-69.
- MARTINS, F. M. C. F.. 1990. Estudos de crescimento de batata em condições mediterrânicas. Efeito das cultivares e de diferentes épocas de cultivo. Tese de doutoramento. UTAD. Vila Real. 354 p.
- MILTHORPE, F. L.. 1963. Some aspects of plant growth. Na introductory survey. In: IVINS, J. D. and MILTHORPE, F. L. (ed). *The growth of the potato*. Butterworths, London. p. 3-16.
- MILTHORPE, F. L. and MOORBY, J.. 1988. *An introduction to crop physiology*. Second edition. Cambridge University Press. Cambridge. 244 p.
- MOORBY, J.. 1978. The physiology of growth and tuber yield . In: HARRIS, P. M. (ed). *The potato crop. The scientific basis for improvement*. First edition. Chapman & Hall, London. p. 153-194.
- MOORBY, J.. and MILTHORPE, F. L.. 1975. Potato. In: EVENS, L. T. (ed). *Crop physiology. Some case histories*. Cambridge University Press. Cambridge. p. 225-257.
- MOREIRA, N.. 1984. Os Sistemas de Agricultura do Nordeste. (ed) IUTAD, Vila Real. 13 p.
- MOORE, T. M., IRITANI, W. M. and WELLER, L. D.. 1987. The physiological relationship between chronological and physilological age of seed-tubers and the subsequent progeny in Russet Burbank. *Am. Potato J.*, **64**: 450.
- NIELSON, M., IRITANI, W. M. and WELLER, L. D.. 1989. Potato seed productivity: factors influencingeye number per seed piece and subsequent performance. *Am. Potato J.*, **66**: 151-160.

- NIVAP. 2011. Netherlands Potato Consultative Foudation. Catálogo de Variedades de Batata de Países Baixos. <http://www.nivaa.nl/pt/a-batata/cat>. Acedido em julho de 2014.
- O'BRIEN, P. J. and ALLEN, E. J.. 1992. Effects of date of planting, date of harvesting and seed rate on yield of seed potato crops. *J. Agric. Sci., Camb.*, **118**: 289-300.
- O'BRIEN, P. J., ALLEN, E. J., BEAN, J. N. and GRIFFITH, R. L.. 1983. Accumulated day-degrees as a measure of physiological age and the relationships with growth and yield in early potato varieties. *J. Agric. Sci., Camb.*, **101**: 613-631.
- O'BRIEN, P. J., JONES, J. L., ALLEN, E. J. and RAOUF, G. S. M.. 1986. Effects of physiological age of seed tubers on seed yield regrowth of progeny of tubers in potatoes. *J. Agric. Sci., Camb.*, **107**: 307-327.
- O'BRIEN, P. J., ALLEN, E. J. and FIRMAN, D. M.. 1998a. Review: A review of some studies into tuber initiation in potato (*Solanum tuberosum*) crops. *J. Agric. Sci., Camb.*, **130**: 251-270.
- O'BRIEN, P. J., FIRMAN, D. M. and ALLEN, E. J.. 1998b. Effects of shading and seed tuber spacing on initiation and number of tubers in potato crops (*Solanum tuberosum*) crops. *J. Agric. Sci., Camb.*, **130**: 431-449.
- OMAIAA. 2015. Observatório dos Mercados Agrícolas e das Importações Agro-Alimentares: Produção e comercialização da batata. http://www.observatorioagricola.pt/item.asp?id_item=108. Acedido em dezembro de 2015.
- PANDE, P. C., SINGH S. V., PANDEY S. K. and SINGH B.. 2007. Dormancy, sprouting behavior and weight loss in Indian potato (*Solanum tuberosum*) varieties. *Indian J. Agric. Sci.*, **77**: 715-720.
- PANELO, M. and CALDIZ, D. O.. 1989. Influence of early haulm killing of seed crops on subsequent sprouting, physiological ageing and tuber yield. *Potato Res.*, **32**: 3-7.
- PAVLISTA, A. D.. 2004. Physiological aging of seed tubers. *Nebr. Potato Eyes.*, **16**(1):1-4.
- PETERSON, R. L., BARKER, W. G. and HOWARTH, M. J.. 1985. Development and structure of tubers. In: LI, Paul H. (ed). *Potato Physiology*. Academic Press, Orlando, p. 124-152.
- PINTO, S. A. M.. 2000. Radiação detectada pela batateira para as condições de Vila Real - Efeitos dos tratamentos da batata-semente. Relatório final de estágio. UTAD, Vila Real. 90 p.
- PORTAS, M.. 1979. Aspectos fundamentais do crescimento e desenvolvimento da batata com interesse fitotécnico. *Associação Portuguesa de horticultura*. I colóquio sobre a Produção da Batata.
- REUST, W.. 1982. Contribution à l'appréciation de l'âge physiologique des tubercules de pomme de terre (*Solanum tuberosum* L.) et étude de son importance sur le rendement. Thèse N° 7046, présentée à l'Ecole Polytechnique Fédérale, Zurich, 113p.
- REUST, W. and ESCHER, F.. 1979. Formation du rendement et de l'amidon en relation avec les stades phénologiques et évolution de pH dans les tubercules de pommes de terre pendant la croissance. *Potato Res.*, **22**: 305-317.
- REUST, W. and AERNY, J.. 1985. Determination of physiological age of potato tubers with using sucrose, citric and malic acid as indicators. *Potato Res.*, **28**: 251-261.
- RODRÍGUEZ-FALCÓN, M., BOU, J. and PRAT, S.. 2006. Seasonal control of tuberization in potato: conserved elements with the flowering response. *Annu. Rev. Plant Biol.*, **57**: 151-180.

- ROZIER-VINOT, C.. 1971. Quelques aspects de l'influence du tubercule de semence et du nombre des tiges sur la croissance de la plante de pomme de terre. *Potato Res.*, **14**:219-231.
- RYKACZEWSKA, K.. 1998. Dormancy of middle-early potato cultivars after temperature and water stress during growing period. Repor of the meeting of the physiology section of the EAPR, Pultusk, Poland. *Potato Res.*, **41**: 191-192.
- RYKACZEWSKA, K.. 2010. The effect of high temperature during storage on the vigour of potato mother tubers. *Potato Res.*, **53**: 325-329.
- SALE, P. J. M.. 1979. Growth of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) to the small tuber stage as related to soil temperature. *Aust. J. Agric. Res.*, **30**: 667-675.
- SARKAR, D.. 2010. Photoperiodic inhibition of potato tuberization: an update. *Plant growth regu.*, **62**: 117-125.
- SCHOLTE, K.. 1987. Relation between storage T sum and vigor of seed potatoes. Abstracts of the 10th Triennial Conference of the EAPR, Aalborg, Denmark, p 28-29.
- SEKHON, H. S. and SINGH, M.. 1984. Effect of mechanical and chemical seed treatments on the number and size of seed tubers and yield of potatoes. *J. Agric. Sci., Camb.*, **103**: 487-495.
- SIMON, E. W.. 1977. Membranes in ripening and senescence. *Annals of Applied Biology*, **85**: 417-456.
- SINGH, B. and EZEKIEL R.. 2003. Studies on dormancy, sprout growth and weight loss in some old and new potato varieties under controlled temperature conditions. *Seed Res.*, **31**: 47-52.
- SLATER, J. W.. 1968. The effect of night temperature on tuber initiation of the potato. *Eur. Potato J.*, **11**: 14-22.
- SMITH, O. E. and PALMER, C. E.. 1970. Cytokinin-induced tuber formation on stolons of *Solanum tuberosum*. *Physiol. Plant.*, **23**, 599-606.
- SORCE, C., LORENZI, R. and RANALLI, P.. 1997. The effects of (S)-(+)-carvone treatments on seed potato tuber dormancy and sprouting. *Potato Res.*, **40**: 155-161.
- STALHAM, M. A.. 1989. Growth and water use of the potato variety Record on contrasting sites. Ph. D. Thesis, University of Cambridge.
- STRUİK, P. C.. 1999. Influence of bud position on the formation of tubers on multiple node cuttings of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Potato Res.*, **42**: 1-8.
- STRUİK, P. C.. 2006. Physiological age of seed tubers. Nordic Association of Agricultural Scientists. *Seed potatoes: physiological age, diseases and variety testing in the Nordic countries*. Abstracts of papers. Sweden. p. 3-5.
- STRUİK, P. C.. 2007. The canon of potato science: physiological age of seed tubers. *Potato Res.*, **50**: 375-377.
- STRUİK, P. C. and WIERSEMA, S.. 1999. Seed potato technology. Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands.
- STRUİK, P. C., GEERTSEMA, J. and CUSTERS, C. H. M. G.. 1989. Effects of shoot, root and stolon temperature on the development of the potato (*Solanum tuberosum* L.) plant. III. Development of tubers. *Potato Res.*, **32**: 151-158.
- STRUİK, P. C., van der PUTTEN, P. E.L., CALDIZ, D. O. and SCHOLTE K.. 2006. Responses of stored potato seed tubers from contrasting cultivars to accumulated day-degrees. *Crop Sci.*, **46**: 1156-1168.
- SUTTLE, J. C.. 2007. Dormancy and sprouting. In Vreugdenhil D. (ed) *Potato biology and biotechnology: advances and perspectives*. Elsevier, Amsterdam, pp 287-309.

- TOOSEY, R. D.. 1963. The influence of sprout development at planting on subsequent growth and yield. In: IVINS, J. D. and MILTHORP, F. L. (ed). *The Growth of the Potato*. Butterworths, London. p. 79-94.
- VAKIS, N. J.. 1986. Influence of physiological ageing of seed potato on yield and earliness. *Potato Res.*, **29**: 417-425.
- VAN DAM, J., KOOMAN, P. L. and STRUIK, P. C.. 1996. Effects of temperature and photoperiod on early growth and final number of tubers in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Potato Res.*, **39**: 51-62.
- van der ZAAG, D. E. and van LOON, C. D.. 1987. Effect of physiological age on vigour of seed potatoes of two cultivars. 5. Review of literature and integration of some experimental results. *Potato Res.*, **30**: 451-472.
- van ES and HARTMANS, K. J.. 1984. Some aspects of changes in chemical composition of tubers and sprouts during physiological ageing. Proceedings of the 9th Triennial Conference of the EAPR, Switzerland, p. 231-232.
- van ES and HARTMANS, K. J.. 1987. Effect of physiological age on vigour of seed potatoes of two cultivars. 2. Influence of storage period and storage temperature on dry matter content and peroxidase activity of sprouts. *Potato Res.*, **30**: 411-421.
- van LOON, C. D.. 1983. The effect of a cold shock on dormancy of potatoes. *Potato Res.*, **26**: 81.
- van LOON, C. D.. 1987. Effect of physiological age on vigour of seed potatoes of two cultivars. 4. Influence of storage period and storage temperature on growth and yield in the field. *Potato Res.*, **30**: 441-450.
- van ITTERSUM, M. K.. 1992a. Relation between growth conditions and dormancy of seed potatoes. 1. Effects of nitrogen. *Potato Res.*, **35**: 355-364.
- van ITTERSUM, M. K.. 1992b. Relation between growth conditions and dormancy of seed potatoes. 3. Effects of light. *Potato Res.*, **35**: 377-387.
- van ITTERSUM, M. K.. 1992c. Variation in the duration of tuber dormancy within a seed potato lot. *Potato Res.*, **35**: 261-269.
- van ITTERSUM, M. K. and SCHOLTE, K.. 1992a. Relation between growth conditions and dormancy of seed potatoes. 2. Effects of temperature. *Potato Res.*, **35**: 365-375.
- van ITTERSUM, M. K. and SCHOLTE, K.. 1992b. Shortening dormancy of seed potatoes by storage temperature regimes. *Potato Res.*, **35**: 389-401.
- van ITTERSUM, M. K., ABEN, F. C. B. and KEIJZER, C. J.. 1992. Morphological changes in the tuber buds during dormancy and initial sprout growth of seed potatoes. *Potato Res.*, **35**: 249-260.
- van ITTERSUM, M. K., SCHOLTE, K. and WARSHAVSKY, S.. 1993. Advancing growth vigour of seed potatoes by a haulm applications of gibberellic acid and storage temperature regimes. *Am. Potato J.*, **70**: 21-34.
- VREUGDENHIL, D.. 2007. The canon of potato science: dormancy. *Potato Res.*, **50**: 371-373.
- VREUGDENHIL, D. and STRUIK, P. C.. 1989. An integrated view of the hormonal regulation of tuber formation in potato (*Solanum tuberosum*). *Physiol. Plant.*, **75**: 525-531.
- WIERSEMA, S. G.. 1985. Desarrollo fisiológico de tubérculos semillas de papa. Boletín de Información Técnica 20. Centro Internacional de la Papa. Lima. 16 p.
- WIERSEMA, S. G. and BOOTH, R. H.. 1985. Influence of growing and storage conditions on the subsequent performance of seed potatoes under short-day conditions. *Potato Res.*, **28**: 15-25.

- WOLFE, D. W., FERERES, E. and VOSS, R. E.. 1983. Growth and yield response of two potato cultivars to various levels of applied water. *Irrig. Sci.*, **3**: 211-222.
- WURR, D. C. E.. 1979. The effect of variation in storage temperature of seed potatoes on sprout growth and subsequent yield. *J. Agric. Sci., Camb.*, **93**: 619-622.
- WURR, D. C. E. and BARNES, A. 1977. The influence of some seed potato production techniques on basic tuber characteristics. *J. Agric. Sci., Camb.*, **89**: 285-289.
- WURR, D. C. E., HOLE, C. C., FELLOWS, J. R., MILLING, J., LYNN, J. R. and O'BRIEN, P. J.. 1997. The effect of some environmental factors on potato tuber numbers. *Potato Res.*, **40**: 297-306.
- WUSTMAN, R. and STRUIK, P. C.. 2007. The canon of potato science: seed ware potato storage. *Potato Res.*, **50**: 351-355.
- XU, X., van LAMMEREN, A. M., VERMEER, E. and VREUGDENHIL, D.. 1998. The role of gibberellin, abscisic acid, and sucrose in the regulation of the potato tuber formation in vitro. *Plant Physiol.*, **117**: 575-584.
- ZARZYNSKA, K.. 1998. Physiology of sprout development as a basis for the formation of canopy architecture. Report of the meeting of the physiology section of the EAPR, Pultusk, Poland. *Potato Res.*, **41**:192.

ANEXOS

ANEXO A - Elementos do clima

Quadro A1.1 - Evolução da média das Temperaturas mínimas (T.min.), máximas (T.máx.) e média (T.méd.) do ar e Humidade relativa do ar (HR) em armazém da batata-semente

Dia	Mês	HR (%)	T.máx. (°C)	T.min. (°C)	T.méd. (°C)
1	1	63	13,0	9,0	11,2
2	1	63	12,5	7,0	9,8
3	1	62	10,5	8,2	9,1
4	1	62	11,9	8,0	9,6
5	1	63	13,0	8,5	10,6
6	1	63	13,7	9,4	11,5
7	1	63	15,0	10,9	13,1
8	1	63	16,0	12,0	13,6
9	1	63	15,6	12,5	14,1
10	1	65	14,5	12,0	13,3
11	1	65	13,9	12,5	13,2
12	1	63	13,5	12,9	13,3
13	1	63	12,2	10,0	11,7
14	1	61	11,4	9,9	10,3
15	1	63	12,0	9,8	10,8
16	1	62	13,0	9,0	11,1
17	1	62	11,5	10,2	10,9
18	1	62	11,2	11,0	11,0
19	1	62	11,3	11,0	11,1
20	1	60	10,9	10,4	10,8
21	1	62	12,1	12,0	11,8
22	1	62	13,1	13,5	12,6
23	1	61	13,4	13,4	13,0
24	1	58	17,0	16,0	15,5
25	1	60	18,5	16,5	16,5
26	1	60	18,0	14,8	16,6
27	1	60	17,0	14,0	15,7
28	1	60	16,8	13,8	15,4
29	1	62	16,5	14,0	15,3
30	1	62	16,2	14,0	15,2
31	1	62	16,2	13,5	15,0
Média mensal		62	13,9	11,7	12,7

Continua

Continuação

Dia	Mês	HR (%)	T.máx. (°C)	T.min. (°C)	T.méd. (°C)
1	2	60	16,5	15,7	15,8
2	2	60	16,5	15,5	16,0
3	2	61	15,0	15,0	15,0
4	2	63	14,9	13,5	14,0
5	2	64	15,1	13,5	13,9
6	2	63	15,0	14,0	14,6
7	2	63	15,0	11,5	13,4
8	2	63	14,5	12,0	13,4
9	2	63	14,2	12,3	13,1
10	2	63	16,0	11,7	13,6
11	2	61	13,7	9,9	12,3
12	2	58	15,0	12,5	13,9
13	2	58	14,9	12,5	13,8
14	2	63	14,9	12,2	14,0
15	2	65	14,0	11,5	13,0
16	2	60	13,7	10,8	12,6
17	2	59	14,0	10,7	12,4
18	2	60	14,0	11,0	12,7
19	2	60	14,3	11,9	13,2
20	2	67	15,0	10,9	13,3
21	2	48	15,2	12,5	14,2
22	2	65	15,5	12,0	14,1
23	2	60	15,0	12,0	14,0
24	2	59	15,0	13,0	14,3
25	2	59	15,5	12,5	13,8
26	2	59	15,3	13,7	14,5
27	2	59	14,7	12,5	13,5
Média mensal		61	14,9	12,5	13,8

Continua

Continuação

Dia	Mês	HR (%)	T.máx. (°C)	T.min. (°C)	T.méd. (°C)
1	3	56	16,4	14,0	15,6
2	3	57	15,0	12,0	13,9
3	3	60	12,2	9,0	11,0
4	3	60	13,0	12,0	12,3
5	3	59	12,5	10,2	11,1
6	3	59	12,5	12,0	12,2
7	3	58	12,1	11,9	12,0
8	3	58	12,0	10,5	11,4
9	3	57	13,0	12,0	12,4
10	3	58	13,0	11,0	12,2
11	3	59	13,0	9,8	11,5
12	3	64	13,0	11,0	12,7
13	3	60	13,0	12,0	12,2
14	3	63	12,9	11,5	12,0
15	3	60	12,8	11,0	11,9
16	3	60	12,9	10,2	11,7
17	3	60	12,9	10,5	11,9
18	3	58	13,5	12,0	12,5
19	3	57	13,9	10,8	12,7
20	3	58	14,4	10,5	12,6
21	3	56	15,2	11,8	13,5
22	3	55	17,5	12,8	15,0
23	3	54	18,0	15,0	16,5
24	3	52	18,0	15,0	16,7
25	3	51	18,5	16,0	17,3
26	3	50	18,2	15,9	17,0
27	3	50	18,8	17,0	17,7
28	3	50	18,5	16,2	17,2
29	3	49	17,8	15,2	16,3
30	3	49	17,4	16,0	16,6
31	3	48	17,6	16,1	16,8
Média mensal		56	14,8	12,6	13,8

Continua

Continuação

Dia	Mês	HR (%)	T.máx. (°C)	T.min. (°C)	T.méd. (°C)
1	4	55	15,3	14,8	15,0
2	4	46	15,0	14,2	14,7
3	4	43	15,0	14,5	14,7
4	4	52	15,0	14,0	14,4
5	4	50	15,3	14,8	15,0
6	4	44	15,0	14,1	13,9
7	4	46	15,0	14,0	14,4
8	4	47	15,0	14,1	14,7
9	4	49	15,0	14,0	14,7
10	4	49	15,5	13,2	14,6
11	4	54	15,0	13,0	14,1
12	4	54	14,9	13,0	13,9
13	4	52	14,0	12,0	13,5
14	4	55	15,2	13,0	13,7
15	4	56	17,0	14,0	15,1
16	4	53	17,5	15,2	16,3
17	4	54	17,0	15,2	16,0
18	4	60	16,0	12,7	14,6
19	4	59	16,0	13,0	14,7
20	4	60	17,0	12,5	15,5
21	4	60	16,5	14,0	15,2
22	4	60	15,2	13,5	14,5
23	4	60	15,5	13,0	14,2
24	4	60	15,5	14,0	14,6
25	4	59	15,0	13,0	14,0
26	4	63	15,0	13,0	14,1
27	4	63	15,0	12,0	14,2
28	4	63	15,2	12,0	14,1
29	4	63	16,0	13,0	14,6
30	4	63	17,0	14,0	15,4
Média mensal		55	15,6	13,6	14,6

Continua

Continuação

Dia	Mês	HR (%)	T.máx. (°C)	T.min. (°C)	T.méd. (°C)
1	5	56	19,2	17,5	18,2
2	5	49	19,5	17,5	18,7
3	5	50	19,5	17,0	17,8
4	5	59	18,0	16,5	17,3
5	5	60	17,2	17,0	17,1
6	5	61	17,0	15,0	16,1
7	5	65	16,5	15,2	15,8
8	5	62	16,0	14,5	15,6
9	5	61	15,8	13,4	14,3
10	5	60	15,5	13,9	14,6
11	5	57	18,0	14,0	16,1
12	5	51	19,0	16,2	17,6
13	5	50	20,0	17,5	18,6
14	5	50	20,0	19,0	19,4
15	5	49	20,0	17,5	18,9
16	5	48	20,2	17,5	19,1
17	5	48	22,0	18,0	20,0
18	5	56	21,2	18,3	19,9
19	5	63	21,0	18,7	19,8
20	5	55	21,0	18,5	19,8
21	5	46	21,0	18,8	20,1
22	5	43	21,0	19,0	20,2
23	5	43	21,3	19,8	20,5
24	5	43	21,2	19,0	20,5
25	5	43	21,0	19,0	20,3
26	5	45	22,0	20,0	20,9
27	5	55	22,0	19,0	20,5
28	5	55	21,0	18,5	20,0
29	5	69	21,0	18,5	20,1
30	5	68	20,9	18,5	19,8
31	5	63	18,9	15,5	16,7
Média mensal		54	19,6	17,4	18,5

Continua

Continuação

Dia	Mês	HR (%)	T.máx. (°C)	T.min. (°C)	T.méd. (°C)
1	6	45	20,5	18,0	19,0
2	6	45	20,0	17,2	19,2
3	6	45	20,0	17,0	18,3
4	6	48	19,5	16,0	18,0
5	6	50	19,2	17,0	18,3
6	6	46	19,0	16,5	18,2
7	6	46	19,2	17,0	18,5
8	6	47	19,8	18,0	19,1
9	6	49	19,9	17,0	18,5
10	6	53	18,0	17,0	17,3
11	6	54	18,5	15,5	17,0
12	6	54	18,0	15,9	17,2
13	6	52	18,0	16,0	17,3
14	6	55	18,0	16,0	18,0
15	6	47	20,5	17,5	19,3
16	6	47	20,5	17,5	19,3
17	6	45	21,0	17,9	19,8
18	6	45	21,2	19,2	20,3
19	6	45	21,5	19,0	20,6
20	6	44	22,0	19,0	20,7
21	6	44	22,0	19,0	20,7
22	6	44	22,0	18,9	20,3
23	6	47	20,8	18,5	19,8
24	6	48	21,0	18,5	20,1
25	6	45	21,7	20,0	20,9
26	6	43	22,0	20,0	21,2
27	6	43	22,0	20,5	21,5
28	6	43	22,2	19,2	21,1
29	6	43	22,0	19,5	20,7
30	6	43	22,0	20,5	21,5
Média mensal		47	20,4	18,0	19,4

Quadro A1.2 - Temperatura média em armazém (dos dois anos de ensaio) e somatório das temperaturas nas observações

Meses de ensaio	Temperatura média (°C)	
Janeiro	12,7	
Fevereiro	13,8	
Março	13,8	
Abril	14,6	
Maio	18,5	
Junho	19,4	

Armazenamento (dias)	Temperatura média (°C)	Somatório das T.méd. (°C)
75	12,8	959,3
105	13,6	1426,4
135	14,8	1991,4
165	15,8	2502,9

Quadro A1.3 - Evolução da média das Temperaturas mínimas (T.min.), máximas (T.máx.) e média (T.méd.) do ar e Humidade relativa do ar (HR) em abrigo-ensaio em vaso

Dia	Mês	HR (%)	T.máx.(°C)	T.min.(°C)	T.méd.(°C)
1	4		19,0	6,8	12,9
2	4		17,4	7,4	12,4
3	4		14,8	8,6	11,7
4	4		14,0	8,4	11,2
5	4		17,8	7,0	12,4
6	4		16,4	6,0	11,2
7	4		15,7	7,4	11,6
8	4		20,0	10,0	15,0
9	4		19,0	9,7	14,4
10	4		18,0	9,6	13,8
11	4		18,4	10,0	14,2
12	4		17,5	10,1	13,8
13	4		16,8	9,6	13,2
14	4		16,0	9,0	12,5
15	4		15,8	9,2	12,5
16	4		15,9	9,0	12,5
17	4		17,2	9,4	13,3
18	4		17,0	8,5	12,8
19	4		17,3	9,2	13,3
20	4		16,0	8,3	12,2
21	4		16,2	8,0	12,1
22	4		17,3	8,0	12,7
23	4		17,6	8,5	13,1
24	4		18,0	10,0	14,0
25	4		18,3	9,5	13,9
26	4		17,3	9,0	13,2
27	4		17,3	9,4	13,4
28	4		17,0	9,3	13,2
29	4		16,0	9,0	12,5
30	4		16,9	9,2	13,1
Média mensal		73	17,1	8,8	12,9

Continua

Continuação

Dia	Mês	HR (%)	T.máx.(°C)	T.min.(°C)	T.méd.(°C)
1	5		22,0	12,8	17,4
2	5		16,4	13,8	15,1
3	5		17,8	9,3	13,6
4	5		14,0	9,0	11,5
5	5		14,8	8,4	11,6
6	5		13,4	7,8	10,6
7	5		19,0	6,8	12,9
8	5		24,0	10,0	17,0
9	5		25,6	10,2	17,9
10	5		27,2	12,6	19,9
11	5		29,2	12,8	21,0
12	5		28,0	16,4	22,2
13	5		24,0	12,6	18,3
14	5		22,0	11,4	16,7
15	5		28,4	13,4	20,9
16	5		21,6	11,3	16,5
17	5		20,8	14,6	17,7
18	5		27,2	12,6	19,9
19	5		31,4	16,0	23,7
20	5		28,0	16,4	22,2
21	5		27,0	15,5	21,3
22	5		27,0	14,0	20,5
23	5		28,1	13,0	20,6
24	5		30,0	15,8	22,9
25	5		31,0	15,6	23,3
26	5		30,0	15,3	22,7
27	5		27,0	16,0	21,5
28	5		25,6	15,0	20,3
29	5		28,0	15,5	21,8
30	5		29,0	15,5	22,3
31	5		29,5	15,8	22,7
Média mensal		65	24,7	13,1	18,9

Continua

Continuação

Dia	Mês	HR (%)	T.máx.(°C)	T.min.(°C)	T.méd.(°C)
1	6		27,0	10,8	18,9
2	6		27,8	11,4	19,6
3	6		29,0	14,8	21,9
4	6		28,6	12,6	20,6
5	6		29,4	13,0	21,2
6	6		29,0	14,4	21,7
7	6		30,0	12,6	21,3
8	6		28,6	12,6	20,6
9	6		28,4	9,8	19,1
10	6		28,4	13,4	20,9
11	6		31,4	14,8	23,1
12	6		31,4	16,0	23,7
13	6		32,0	16,0	24,0
14	6		30,4	12,8	21,6
15	6		30,8	14,8	22,8
16	6		30,4	14,8	22,6
17	6		21,4	12,6	17,0
18	6		21,0	13,0	17,0
19	6		18,6	12,0	15,3
20	6		27,4	7,8	17,6
21	6		27,0	12,4	19,7
22	6		33,4	12,0	22,7
23	6		36,4	16,4	26,4
24	6		28,4	12,8	20,6
25	6		28,6	18,8	23,7
26	6		29,8	15,8	22,8
27	6		31,2	17,4	24,3
28	6		34,2	15,4	24,8
29	6		34,8	18,0	26,4
30	6		33,6	17,2	25,4
Média mensal		60	29,3	13,9	21,6

Continua

Continuação

Dia	Mês	HR (%)	T.máx.(°C)	T.min.(°C)	T.méd.(°C)
1	7		29,2	10,0	19,6
2	7		26,2	12,0	19,1
3	7		27,8	11,6	19,7
4	7		29,8	12,6	21,2
5	7		35,0	14,6	24,8
6	7		36,6	15,8	26,2
7	7		34,4	17,2	25,8
8	7		34,4	16,2	25,3
9	7		29,4	14,2	21,8
10	7		29,4	14,2	21,8
11	7		26,2	13,6	19,9
12	7		29,8	12,0	20,9
13	7		31,2	14,0	22,6
14	7		30,2	14,0	22,1
15	7		30,2	13,4	21,8
16	7		36,4	16,4	26,4
17	7		28,4	12,8	20,6
18	7		28,6	18,8	23,7
19	7		29,8	17,0	23,4
20	7		30,0	18,0	24,0
21	7		30,6	17,0	23,8
22	7		29,5	17,0	23,3
23	7		29,8	17,1	23,5
24	7		28,7	16,9	22,8
25	7		29,8	16,9	23,4
26	7		30,6	17,4	24,0
27	7		31,1	18,5	24,8
28	7		30,3	17,8	24,1
29	7		28,6	17,0	22,8
30	7		28,7	16,9	22,8
31	7		28,0	16,0	22,0
Média mensal		59	30,3	15,4	22,8

Continua

Continuação

Dia	Mês	HR (%)	T.máx.(°C)	T.min.(°C)	T.méd.(°C)
1	8		29,2	12,6	20,9
2	8		30,2	14,4	22,3
3	8		28,6	12,2	20,4
4	8		27,6	12,4	20,0
5	8		28,2	12,2	20,2
6	8		29,4	12,8	21,1
7	8		30,4	12,6	21,5
8	8		30,0	14,0	22,0
9	8		28,6	16,0	22,3
10	8		28,4	13,4	20,9
11	8		28,6	16,8	22,7
12	8		27,4	12,6	20,0
13	8		29,2	16,4	22,8
14	8		28,0	12,6	20,3
15	8		29,4	14,4	21,9
16	8		27,6	14,6	21,1
17	8		28,4	12,5	20,5
18	8		28,4	11,8	20,1
19	8		28,2	12,6	20,4
20	8		30,0	14,0	22,0
21	8		33,0	14,8	23,9
22	8		31,2	15,6	23,4
23	8		29,2	13,6	21,4
24	8		28,2	13,6	20,9
25	8		29,0	13,6	21,3
26	8		28,8	17,0	22,9
27	8		27,8	16,2	22,0
28	8		27,0	14,2	20,6
29	8		28,4	14,4	21,4
30	8		28,6	14,2	21,4
31	8		27,2	12,2	19,7
Média mensal		51	28,8	13,9	21,4

Continua

Continuação

Dia	Mês	HR (%)	T.máx.(°C)	T.min.(°C)	T.méd.(°C)
1	9		28,0	12,3	20,2
2	9		28,6	13,4	21,0
3	9		26,0	12,4	19,2
4	9		26,3	12,1	19,2
5	9		24,7	12,0	18,4
6	9		25,0	11,4	18,2
7	9		26,8	12,6	19,7
8	9		28,8	13,6	21,2
9	9		31,0	14,2	22,6
10	9		31,6	18,0	24,8
11	9		29,8	15,0	22,4
12	9		23,2	13,6	18,4
13	9		24,4	13,3	18,9
14	9		25,0	12,3	18,7
15	9		23,4	10,0	16,7
16	9		22,0	11,0	16,5
17	9		20,0	10,5	15,3
18	9		23,0	12,7	17,9
19	9		22,0	10,0	16,0
20	9		25,0	11,2	18,1
21	9		23,0	12,3	17,7
22	9		19,0	9,6	14,3
23	9		23,0	11,0	17,0
24	9		25,0	10,8	17,9
25	9		22,0	12,0	17,0
26	9		23,2	11,6	17,4
27	9		19,0	11,4	15,2
28	9		23,0	9,8	16,4
29	9		25,9	9,9	17,9
30	9		20,0	9,0	14,5
Média mensal		63	24,6	12,0	18,3

ANEXO B - Características morfológicas**Quadro B1 - Resumo das características morfológicas das cultivares utilizadas**

Característica	Jaerla	Kennebec	Désirée
Fonte	NIVAP (2011) Garrigues Freres SA (2018)	Akeley <i>et al.</i> (1948) CNPPA (1991) NIVAP (2011)	CNPPA (1991) NIVAP (2011) Desiree - Canadian Food Inspection Agency (2018)
Progenitores	Sirtema x MPI 19268	(Chippewa x Katahdin) x (3895-13 x Earline)	Urgenta x Depesche
Origem/Ano de lançamento	Holanda-1971	EUA- 1941	Holanda-1951
Características agronômicas			
Maturação	Muito precoce a precoce	Semi-precoce	Semi-tardia
Dormência	Longa	Longa	Semi-longa
Tamanho tubérculos	Muito grande a grande	Grandes	Grande
Nº tubérculos/planta	Médio-baixo	Baixo	Médio-baixo
Rendimento	Moderado	Médio a elevado	Elevado
Teor de MS	Muito baixo	Médio a elevado	Elevado
Características morfológicas			
Brotos:			
cor	Avermelhados com base verde	Verde com base avermelhada	Vermelho violeta
pilosidade	Escassa	Escassa	Moderadamente coberto de pelos
ramificação lateral	Abundante	Abundante	Mediana
Planta:			
nº caules		Pequeno	Médio a elevado
folhas	Grande a moderada	Muito grandes	Grande a moderada
floração	Muita a moderada	Escassa	Muita
cor das flores		Branca	Vermelho claro a violáceo
Tubérculos:			
forma	Redondo-ovalada	Oblonga-curta	Oval-alongada
cor da pele	Amarelo	Amarelo-claro	Vermelha
cor da polpa	Amarelo-claro	Branca amarelada	Amarelo-claro
aspecto da pele	Lisa a moderada-lisa	Lisa	Lisa
profundidade de olhos	Bastante superficiais	Superficiais a pouco profundos	Superficiais
Susceptibilidades			
Vírus do enrolamento	Moderadamente resistente	Muito susceptível	Muito susceptível
Vírus A	Muito resistente	Muito resistente	Moderadamente resistente
Vírus X	Muito resistente	Muito susceptível	Muito resistente
Vírus Y	Moderadamente resistente	Muito resistente	Muito resistente
Míldio folhas	Muito susceptível	Moderadamente resistente	Muito susceptível
Míldio tubérculos	Muito resistente	Moderadamente resistente	Muito resistente
Sarna comum	Moderadamente resistente	Muito susceptível	Susceptível
Tipo de cozinhado	Consistente-bom para consumo em fresco	Bastante consistente Batatas fritas de pacote	Consistente a farinhento-própria para consumo em fresco

ANEXO C - Análise estatística

Quadro C1.1 - Análise de variância do número de brolhos por tubérculo em armazém

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	P
Cultivar	4	901,23	225,31	47,23	0,0001
Colheita	3	278,10	92,70	14,43	0,0001
Cultivar * Colheita	12	304,30	25,36	5,32	0,0001
Temperatura	1	6762,76	6762,76	1417,53	0,0001
Cultivar * Temperatura	4	227,94	56,99	11,95	0,0001
Colheita * Temperatura	3	572,79	190,93	40,02	0,0001
Cultivar * Colheita * Temperatura	12	368,14	30,68	6,43	0,0001
Ano	1	31,29	31,29	6,56	0,0106
Cultivar * Ano	4	704,58	176,14	36,92	0,0001
Colheita * Ano	3	475,32	158,44	33,21	0,0001
Temperatura * Ano	1	371,73	371,73	77,92	0,0001
Cultivar * Colheita * Ano	12	97,06	8,09	1,70	0,0622
Cultivar * Temperatura * Ano	4	321,47	80,37	16,85	0,0001
Colheita * Temperatura * Ano	3	72,23	24,08	5,05	0,0018
Cultivar * Colheita * Temperatura * Ano	12	87,91	7,33	1,54	0,0001
Residual	1320	6297,45	4,77		0,1050

Quadro C1.2 - Análise de variância do peso fresco dos brolhos (g/tub.) em armazém

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	P
Cultivar	4	646,99	161,75	122,16	0,0001
Colheita	3	805,70	268,57	202,83	0,0001
Cultivar * Colheita	12	265,50	22,13	16,71	0,0001
Temperatura	1	5884,72	5884,72	4444,30	0,0001
Cultivar * Temperatura	4	643,10	160,78	121,42	0,0001
Colheita * Temperatura	3	792,66	264,22	199,55	0,0001
Cultivar * Colheita * Temperatura	12	273,83	22,82	17,23	0,0001
Ano	1	1,02	1,02	0,77	0,3799
Cultivar * Ano	4	50,44	12,61	9,52	0,0001
Colheita * Ano	3	122,11	40,70	30,74	0,0001
Temperatura * Ano	1	0,56	0,56	0,42	0,5156
Cultivar * Colheita * Ano	12	120,08	10,01	7,56	0,0001
Cultivar * Temperatura * Ano	4	49,04	12,26	9,26	0,0001
Colheita * Temperatura * Ano	3	125,42	41,81	31,58	0,0001
Cultivar * Colheita * Temperatura * Ano	12	121,51	10,13	7,65	0,0001
Residual	1320	1747,82	1,32		0,0001

Continua

Continuação

Quadro C1.3 - Análise de variância do comprimento total dos brotos (cm) em armazém

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	P
Cultivar	4	2337638,93	584409,73	118,91	0,0001
Colheita	3	1802996,14	600998,71	122,29	0,0001
Cultivar * Colheita	12	1555943,95	129661,99	26,38	0,0001
Temperatura	1	13354448,98	13354448,98	2717,28	0,0001
Cultivar * Temperatura	4	17690459,66	442364,91	90,01	0,0001
Colheita * Temperatura	3	1661643,42	553881,14	112,70	0,0001
Cultivar * Colheita * Temperatura	12	1582205,49	131850,46	26,83	0,0001
Ano	1	410306,59	410306,59	83,49	0,0001
Cultivar * Ano	4	682960,24	170740,06	34,74	0,0001
Colheita * Ano	3	900190,29	300063,43	61,06	0,0001
Temperatura * Ano	1	185993,94	185993,94	37,85	0,0001
Cultivar * Colheita * Ano	12	785752,55	65479,38	13,32	0,0001
Cultivar * Temperatura * Ano	4	413193,37	103298,34	21,02	0,0001
Colheita * Temperatura * Ano	3	827073,73	275691,24	56,10	0,0001
Cultivar * Colheita * Temperatura * Ano	12	733404,10	61117,01	12,44	0,0001
Residual	1320	6487312,38	4914,63		0,0001

Quadro C1.4 - Análise de variância do comprimento do broto maior (cm) em armazém

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	P
Cultivar	4	468436,64	117109,16	161,32	0,0001
Colheita	3	244855,52	81618,51	112,43	0,0001
Cultivar * Colheita	12	132930,17	11077,51	15,26	0,0001
Temperatura	1	1816380,87	1816380,87	2502,11	0,0001
Cultivar * Temperatura	4	414048,94	103512,23	142,59	0,0001
Colheita * Temperatura	3	203807,93	67935,98	93,58	0,0001
Cultivar * Colheita * Temperatura	12	130405,13	10867,09	14,97	0,0001
Ano	1	58875,15	58875,15	81,10	0,0001
Cultivar * Ano	4	11358,03	2839,51	3,91	0,0037
Colheita * Ano	3	150604,41	50201,47	69,15	0,0001
Temperatura * Ano	1	26315,04	26315,04	36,25	0,0001
Cultivar * Colheita * Ano	12	84147,98	7012,33	9,66	0,0001
Cultivar * Temperatura * Ano	4	16781,12	4195,28	5,78	0,0001
Colheita * Temperatura * Ano	3	132095,45	44031,82	60,66	0,0001
Cultivar * Colheita * Temperatura * Ano	12	78078,56	6506,55	8,96	0,0001
Residual	1320	958240,27	725,94		0,0001

Continua

Continuação

Quadro C1.5 - Análise de variância das perdas de peso fresco dos tubérculos (g/tub.) em armazém

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	P
Cultivar	4	18678,48	4669,62	236,50	0,0001
Colheita	3	23541,02	7847,01	397,43	0,0001
Cultivar * Colheita	12	2748,21	229,02	11,60	0,0001
Temperatura	1	84579,05	84579,05	4283,67	0,0001
Cultivar * Temperatura	4	11857,66	2964,41	150,14	0,0001
Colheita * Temperatura	3	17707,51	5902,50	298,94	0,0001
Cultivar * Colheita * Temperatura	12	1661,33	138,44	7,01	0,0001
Ano	1	3169,42	3169,42	160,52	0,0001
Cultivar * Ano	4	4808,18	1202,05	60,88	0,0001
Colheita * Ano	3	444,07	148,02	7,50	0,0001
Temperatura * Ano	1	1513,92	1513,92	76,68	0,0001
Cultivar * Temperatura * Ano	4	2061,56	515,39	26,10	0,0001
Colheita * Temperatura * Ano	3	256,75	85,58	4,33	0,0048
Cultivar * Colheita * Temperatura * Ano	24	1674,19	69,76	3,53	0,0001
Residual	1320	26062,76	19,74		0,0001

Quadro C1.6 - Análise de variância do número de brotos por tubérculo em câmara

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	P
Cultivar	4	860,48	215,12	29,50	0,0001
Colheita	3	2672,77	890,92	122,16	0,0001
Cultivar * Colheita	12	823,64	68,64	9,41	0,0001
Temperatura	1	531,10	531,10	72,82	0,0001
Cultivar * Temperatura	4	357,07	89,27	12,24	0,0001
Colheita * Temperatura	3	633,09	211,03	28,94	0,0001
Cultivar * Colheita * Temperatura	12	287,29	23,94	3,28	0,0001
Ano	1	512,45	512,45	70,27	0,0001
Cultivar * Ano	4	809,25	202,31	27,74	0,0001
Colheita * Ano	3	813,54	271,18	37,18	0,0001
Temperatura * Ano	1	339,75	339,75	46,59	0,0001
Cultivar * Colheita * Ano	12	896,58	74,71	10,24	0,0001
Cultivar * Temperatura * Ano	4	387,23	96,81	13,27	0,0001
Colheita * Temperatura * Ano	3	466,57	155,52	21,33	0,0001
Cultivar * Colheita * Temperatura * Ano	12	241,06	20,09	2,75	0,0001
Residual	1120	8168,05	7,29		

Continua

Continuação

Quadro C1.7 - Análise de variância do peso fresco dos brolhos (g/tub.) em câmara

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	P
Cultivar	4	443,95	110,99	220,32	0,0001
Colheita	3	83,09	27,70	54,98	0,0001
Cultivar * Colheita	12	37,81	3,15	6,25	0,0001
Temperatura	1	73,12	73,12	145,14	0,0001
Cultivar * Temperatura	4	15,11	3,78	7,50	0,0001
Colheita * Temperatura	3	103,69	34,56	68,61	0,0001
Cultivar * Colheita * Temperatura	12	30,35	2,53	5,02	0,0001
Ano	1	1,15	1,15	2,28	0,1314
Cultivar * Ano	4	13,16	3,29	6,53	0,0001
Colheita * Ano	3	77,55	25,85	51,31	0,0001
Temperatura * Ano	1	46,01	46,01	91,33	0,0001
Cultivar * Colheita * Ano	12	83,31	6,94	13,78	0,0001
Cultivar * Temperatura * Ano	4	40,99	10,25	20,34	0,0001
Colheita * Temperatura * Ano	3	32,62	10,87	21,58	0,0001
Cultivar * Colheita * Temperatura * Ano	12	62,42	5,53	10,99	0,0001
Residual	1120	564,20	0,50		

Quadro C1.8 - Análise de variância do comprimento total dos brolhos (cm) em câmara

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	P
Cultivar	4	4196509,80	1049127,45	171,69	0,0001
Colheita	3	899130,92	299710,31	49,05	0,0001
Cultivar * Colheita	12	701898,20	58491,52	9,57	0,0001
Temperatura	1	522740,17	522740,17	85,55	0,0001
Cultivar * Temperatura	4	316768,11	79192,03	12,96	0,0001
Colheita * Temperatura	3	1218973,14	406324,38	66,50	0,0001
Cultivar * Colheita * Temperatura	12	442393,22	36866,10	6,03	0,0001
Ano	1	162526,04	162526,04	26,60	0,0001
Cultivar * Ano	4	551528,33	137882,08	22,56	0,0001
Colheita * Ano	3	646091,05	215363,68	35,24	0,0001
Temperatura * Ano	1	482233,50	482233,50	78,92	0,0001
Cultivar * Colheita * Ano	12	689699,18	57474,93	9,41	0,0001
Cultivar * Temperatura * Ano	4	454196,96	113549,24	18,58	0,0001
Colheita * Temperatura * Ano	3	282424,14	94141,38	15,41	0,0001
Cultivar * Colheita * Temperatura * Ano	12	737616,83	61468,07	10,06	0,0001
Residual	1120	6843783,10	6110,52		0,0001

Continua

Continuação

Quadro C1.9 - Análise de variância do comprimento do brolho maior (cm) em câmara

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	P
Cultivar	4	249392,87	62348,22	120,01	0,0001
Colheita	3	118935,49	39645,16	76,31	0,0001
Cultivar * Colheita	12	86193,09	7182,76	13,83	0,0001
Temperatura	1	26076,63	26076,63	50,20	0,0001
Cultivar * Temperatura	4	9688,49	2422,12	4,66	0,0010
Colheita * Temperatura	3	96433,34	32144,45	61,88	0,0001
Cultivar * Colheita * Temperatura	12	48097,15	4008,10	7,72	0,0001
Ano	1	18967,50	18967,50	36,51	0,0001
Cultivar * Ano	4	103528,42	25882,10	49,82	0,0001
Colheita * Ano	3	62108,08	20702,69	39,85	0,0001
Temperatura * Ano	1	27914,26	27914,26	53,73	0,0001
Cultivar * Colheita * Ano	12	84559,50	7046,63	13,56	0,0001
Cultivar * Temperatura * Ano	4	23880,90	5970,22	11,49	0,0001
Colheita * Temperatura * Ano	3	18421,26	6140,42	11,82	0,0001
Cultivar * Colheita * Temperatura * Ano	12	61654,19	5137,85	9,98	0,0001
Residual	1120	581844,25	519,50		

Quadro C1.10 - Análise de variância do período de incubação da batata-semente (dias)

Fonte de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	F	P
Cultivar	4	3170,96	792,74	9,50	0,0001
Colheita	4	2585,26	646,32	7,75	0,0001
Temperatura	1	4529,29	4529,29	54,30	0,0001
Cultivar * Colheita	16	2044,64	127,79	1,53	0,1256
Cultivar * Temperatura	4	959,36	239,84	2,88	0,0321
Colheita * Temperatura	4	1103,86	275,97	3,31	0,0176
Cultivar * Colheita * Temperatura	16	1208,24	75,51	0,91	0,5677
Residual	50	4170,50	83,41		

Quadro C2 - Regressão entre o peso fresco dos brotos (x) e as perdas de peso dos tubérculos (y) a temperatura ambiente

Par (cv./origem)	Equação de regressão	Coefficiente de determinação
KM	$Y=0,206x+0,436$	$R^2=0,751$
JH	$Y=0,074x+3,247$	$R^2=0,153$
DC	$Y=0,217x+0,179$	$R^2=0,734$
DH	$Y=0,205x+1,616$	$R^2=0,591$
DM	$Y=0,178x+1,322$	$R^2=0,426$

ANEXO D - Avaliação Fenológica

Quadro D1 - Evolução da Fenologia de acordo com escalas referenciadas

Par (cv./origem)	Temperatura	DAP	Evolução da Rama	Porte
KM	4°C	30	9	1
		45	9	1
		60	8-9	1
		75	7	2-3
KM	Ambiente	30	9	1
		45	9	1
		60	8-9	1-2
		75	7	3
JH	4°C	30	9	1
		45	9	1
		60	8-9	4-3
		75	7	4
JH	Ambiente	30	9	1
		45	9	1
		60	8	4
		75	7	4
DC	4°C	30	9	1
		45	9	1
		60	9	3
		75	7-8	4
DC	Ambiente	30	9	1
		45	9	1
		60	8-9	3
		75	7	4
DH	4°C	30	9	1
		45	9	1
		60	8-9	2-3
		75	7	4
DH	Ambiente	30	9	1
		45	9	3
		60	7	3
		75	7	4
DM	4°C	30	9	1
		45	9	1
		60	9	1
		75	9	2-3
DM	Ambiente	30	9	1
		45	9	1
		60	8-9	3
		75	7	4

*“A vida ensinou-me a nunca desistir,
nem ganhar, nem perder...
mas procurar sempre evoluir!”*