

MONITORIZAÇÃO INTENSIVA DO CRESCIMENTO ANUAL EM PINHEIRO MANSO (*Pinus pinea* L.) SUJEITO A DIFERENTES TRATAMENTOS

João Edgar Pinheiro da Silva

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais

Orientador: Doutor Luís Mendes Godinho Milheiriço Fontes

Coorientador: Prof^a Catedrática Maria Margarida Branco de Brito Tavares Tomé

Júri:

Presidente: Doutor António Manuel Dorotêa Fabião, Professor Associado, Instituto Superior de Agronomia-Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutor Luís Mendes Godinho Milheiriço Fontes, Bolseiro Pós-Doutoramento, Instituto Superior de Agronomia-Universidade de Lisboa.
Doutora Alexandra Cristina Pires Correia, Bolseira Pós-Doutoramento, Instituto Superior de Agronomia-Universidade de Lisboa.

AGRADECIMENTOS

Ao projeto de investigação PINEA (PTDC/AGR-FOR/3804/2012) com o tema “Modelação do crescimento e produção de pinhão de *Pinus pinea* L. sob alterações ambientais” financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, que possibilitou todos os trabalho para obtenção de dados necessários a esta tese, com a coordenação do Dr Luís Fontes, meu orientador ao qual também agradeço pelo apoio e disponibilidade sempre que necessário.

À Professora Margarida Tomé pelas excelentes ideias e ajuda para a elaboração e sucesso desta tese.

À equipa do Projeto PINEA e a todos os que contribuíram no trabalho de campo e nas ideias para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha família, principalmente aos meus pais pela possibilidade de concretização de mais uma etapa da minha vida académica, possibilitando deste modo a minha evolução profissional.

Obrigado

RESUMO

O Pinheiro manso é uma espécie importante no contexto florestal e na economia do país. Os preços elevados do pinhão têm despertado um maior interesse dos proprietários promovendo a expansão da espécie.

Com esta tese pretende-se compreender melhor todo o processo de crescimento das estruturas da árvore e a sua fenologia, assim como observar os efeitos da aplicação de fertilização e rega.

O estudo incidiu em área de pinhal manso enxertado sujeito a quatro tratamentos, controlo, rega, fertirrega e fertilização. Os tratamentos controlo e fertirrega foram acompanhados com maior intensidade.

De abril a outubro foram monitorizados mensalmente, os crescimentos em comprimento e diâmetro dos ramos anuais, comprimento das agulhas e folhada, para avaliação da alocação de biomassa; assim como potenciais hídricos foliares e a humidade no solo, para avaliação do impacto da deficiência hídrica estival.

Neste estudo observou-se que no ano 2014 o crescimento dos raminhos ocorreu até maio, das pinhas até junho e das agulhas de maio a outubro, com efeito positivo dos tratamentos no crescimento das agulhas e na diminuição da quantidade de folhada.

As tendências registadas no ano de estudo necessitam validação nos anos seguintes para obtenção de conclusões consistentes.

Palavras-Chave: *Pinus Pinea*; Pinheiro manso; pinha; pinhão; fertirrigação; crescimento

ABSTRACT

Stone pine (*Pinus pinea*) has been increasing its importance in the Portuguese national forest sector, due to the high value of its pine nuts. A better understanding of the growth process from tree structures namely twigs, leaves and cones is the main objective of this study. The study was conducted in grafted umbrella pine trees subjected to four treatments: control, irrigation, fertigation and fertilization, two accompanied with higher intensity (control and fertigation). The growth in length and diameter of the twigs, needles growth, litter fall, and biomass allocation, were intensely monitored monthly between April and December. Leaf water potential, soil moisture were monitored to evaluate the impact of summer drought stress.

There were clear indications of the periods with highest growth rates in tree structures: twigs during spring until May and cones until June. Leaves appear in May and grow until October. Effect from fertigation was only important in needles growth and litter fall rate. The late start of the treatment application might explain the lack of response from other tree structures.

Key Word: *Pinus pinea*; umbrella pine; pine cone; pine nut; fertigation; growth

EXTENDED ABSTRACT

Portugal and Spain have more than half of the worldwide total area of stone pine (*Pinus pinea*). Pine nuts from this species are highly valuable, being mainly exported, boosting the interest of the landowners in planting this species. Thus, stone pine importance has been increasing in the last decades within the Portuguese forest sector. The increment of the planted area in this species also raises the need for more information to understand the species development and growth so that cone crop production can be optimized in the future. In this context, a better understanding of the growth process from tree structures namely twigs, leaves and cones was the main objective of this study.

The study was conducted at Machoqueira do Grou estate, under PINEA project (www.pinuspinea.com), between April and December of 2014, in grafted umbrella pine trees, planted in 2007, subjected to four treatments: control, irrigation, fertigation and fertilization. There are four blocks, each one comprising on a group of four treatments, where each treatment is randomly distributed within the block. Hence, the trial includes a total of 16 plots. Control and fertigation treatments were measured with higher intensity. Control treatment did not receive any inputs on water and nutrients during 2014. Fertigation treatment had around one month of irrigation, from 25th June to 23rd July, supplied by a drip-irrigation system in alternate days during five hours per application. Furthermore, the nutrients applied in the fertigation treatment were 40 units of N per hectare during the following days: 9, 17, and 23 of July as well as 22 of October. Each plot has five model trees and a border around them. Measurements carried out were: growth in length and diameter of the twigs, needles growth, two-year-old cones growth, litter fall, and biomass from wood and leaves from sampling twigs. The sampling methodology adopted comprised in around 550 measurements per month concentrated in an intensive crown sampling in 16 trees, eight in the control and the other eight in the fertigation treatment. Those trees had 3 x 3 m litter fall traps where data was collected every month. Sampling trees were stratified in terms of whorls, so in terms of crown position from the bottom to the top. Furthermore the sampling strategy also as taken into account the aspect to ensure that there was the same sampling intensity in the branches north- and south-facing. Soil moisture and leaf water potential were monitored monthly to evaluate the impact of summer drought stress. Soil water monitoring was carried out on twelve tubes along the profile of the soil up to one meter depth: three installed in the control plots and nine installed in the fertigation plots. Eight trees were

selected for plant water potential measurements, at pre-dawn and mid-day, using the needles as sampling material.

Results provided clear indications about the periods with highest growth rates in tree structures: twigs length and diameter during spring until May. Twigs length was completely stopped after May whereas twigs diameter had a sharp growth decrease after May. Length and diameter growth from twigs according to the crown stratification based on the aspect, north- and south-facing branches, showed no growth differences. However, by looking at such growth, taking into account the whorls where twigs were located, showed a considerable higher growth on the whorl located at the top of the tree in relation to the whorls in the lower part of the crown. Two-year-old cones growth occurred during spring until June, afterwards stops completely. Leaves appear in May and grow until October. Litter fall was highest between July and September. Effect from fertigation was only important in needles growth and litter fall rate. The late start of the treatment application might explain the lack of response from other tree structures. Other factor to consider might be due to the variable yearly climate conditions from the Mediterranean region since 2014 summer was not as dry nor as hot as usual for the region, so the contrast between treatments was not as sharp as it could have been.

Key Word: *Pinus pinea*; umbrella pine; pine cone; pine nut; fertigation; growth

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	III
ÍNDICE DE TABELAS	IX
ÍNDICE DE ANEXOS	X
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 MATERIAL E MÉTODOS	4
2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO.....	4
2.1.1 LOCALIZAÇÃO.....	4
2.1.2 COBERTO VEGETAL	4
2.1.3 SOLO	5
2.1.4 CLIMA.....	5
2.1.5 SISTEMA DE REGA.....	7
2.2 DELINEAMENTO.....	8
2.2.1 ENSAIO DE CAMPO	8
2.2.2 AMOSTRAGEM DA ÁRVORE.....	10
2.3 ANÁLISES FOLIARES, DE SOLOS E ÁGUAS.....	11
2.3.1 ANÁLISES FOLIARES	11
2.3.2 ANÁLISES DE SOLO.....	11
2.3.3 ANÁLISES DA ÁGUA DE REGA.....	11
2.4 MEDIÇÕES REALIZADAS.....	12
2.4.1 LENHO E FOLHAS	12
2.4.2 PINHAS	13
2.4.3 FOLHADA	13
2.4.4 ALOCAÇÃO DE BIOMASSA.....	13
2.4.5 HUMIDADE NO SOLO.....	14
2.4.6 POTENCIAL HÍDRICO DO XILEMA FOLIAR.....	15
2.5 FERTILIZAÇÃO, REGA E FERTIRREGA	15
2.6 COLHEITA DE DADOS.....	16
2.6.1 TRATAMENTO DE DADOS.....	16
3 RESULTADOS.....	17
3.1 COMPRIMENTOS E DIÂMETROS DE RAMINHOS.....	17
3.1.1 COMPRIMENTOS	17

	3.1.2	DIÂMETROS	21
3.2		COMPRIMENTOS DAS AGULHAS.....	26
3.3		BIOMASSAS	33
	3.3.1	RAMINHOS	33
	3.3.2	FOLHADA.....	33
3.4		PINHAS	36
3.5		HUMIDADE NO SOLO	37
3.6		POTENCIAL HIDRICO DO XILEMA FOLIAR.....	38
3.7		PREDIÇÃO DA BIOMASSA	41
	3.7.1	COMPRIMENTO / DIÂMETRO DOS RAMINHOS.....	41
	3.7.2	COMPRIMENTO DAS AGULHAS / COMPRIMENTO, DIÂMETRO DOS RAMINHOS.....	42
	3.7.3	PESO SECO DE AGULHAS / DIÂMETRO DOS RAMINHOS	42
	3.7.4	PESO SECO DO RAMINHO / COMPRIMENTO E DIÂMETRO DOS RAMINHOS.....	43
	3.7.5	COMPRIMENTO DAS AGULHAS / PESO SECO DO RAMINHO, PESO SECO DAS AGULHAS	44
4		DISCUSSÃO.....	45
5		CONCLUSÕES	48
	5.1	CRESCIMENTO DOS RAMOS	48
	5.2	AGULHAS.....	49
	5.3	BIOMASSA DE FOLHADA E RAMINHOS	49
	5.4	PINHAS	50
	5.5	POTENCIAL HÍDRICO DO XILEMA FOLIAR.....	50
	5.6	TRATAMENTOS (FR, C).....	51
	5.7	PLANEAMENTO FUTURO	52
6		BIBLIOGRAFIA	53
7		ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição geográfica do Pinheiro Manso.....	1
Figura 2: Regiões de proveniências do Pinheiro Manso.....	2
Figura 3: Fotografia aérea do local do ensaio.....	4
Figura 4: cartografia da litologia na área geográfica no ensaio	5
Figura 5 - diagrama ombrotérmico da região de Santarém.....	6
Figura 6 – Dados climatéricos recolhidos no ano 2014	6
Figura 7: cartografia da implementação do ensaio	9
Figura 8: Delineamento da amostragem da árvore para medição de raminhos	10
Figura 9: Sonda de medição de humidade no solo PR1.....	14
Figura 10: Medições de potencial hídrico do xilema foliar com câmara de Pressão	15
Figura 11 – Crescimento médio do ramo relativo a dois tratamentos, controlo (C) e fertirrega (FR) nos meses de abril a julho. Um total de 1041 medições no C e 1045 medições no FR.....	17
Figura 12 - Crescimento médio do ramo, referente à árvore 6 e às restantes árvores, nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 1032 medições (arv 6) e de 1054 medições (restantes).	18
Figura 13 - Crescimento médio do ramo, referente a cada uma das árvores, excetuando a árvore 6, nos meses de abril, maio, junho e julho.	18
Figura 14 - Crescimento médio do raminho, relativo ao verticilo de inserção do ramo principal, nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 1323 medições (1º verticilo), de 508 medições (2º verticilo) e de 255 (3º verticilo).....	19
Figura 15 - Crescimento médio do raminho, relativo à posição no ramo principal de inserção no primeiro verticilo, nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 283 medições (1º nó dentro), de 564 medições (1º nó fora) e de 476 (2º nó topo).....	19
Figura 16 - Crescimento médio do raminho, relativo à exposição de inserção do ramo principal, nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 926 medições (norte), de 905 medições (sul) e de 255 (topo).....	20
Figura 17 - Crescimento médio do raminho, relativo à posição no ramo principal com inserção no primeiro verticilo , nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 348 medições (apical-apical), de 343 medições (apical-lateral aleatório), de 336 (lateral aleatório-apical) e de 296 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).....	20
Figura 18 - Crescimento médio do raminho, relativo à posição no ramo principal com inserção no segundo verticilo , nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 128 medições	

(apical-apical), de 127 medições (apical-lateral aleatório), de 128 (lateral aleatório-apical) e de 125 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).....	20
Figura 19 - Crescimento médio do raminho, relativo à posição no ramo principal com inserção no terceiro verticilo , nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 64 medições (apical-apical), de 64 medições (apical-lateral aleatório), de 64 (lateral aleatório-apical) e de 63 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).....	21
Figura 20 - Crescimento médio em diâmetro do raminho, consoante o tratamento, nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 910 medições no C e 916 medições no FR.....	22
Figura 21 - Crescimento médio em diâmetro do raminho relativo às árvores 6 e restantes árvores de cada parcela, nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 773 medições (arv 6) e de 1053 medições (restantes).....	22
Figura 22 - Crescimento médio em diâmetro do raminho relativo à inserção do ramo principal nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 1159 medições (1º verticilo), de 443 medições (2º verticilo) e de 224 (3º verticilo).....	23
Figura 23 - Crescimento médio em diâmetro do raminho relativo à posição no ramo principal com inserção no primeiro verticilo nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 254 medições (1º nó dentro), de 489 medições (1º nó fora) e de 416 (2º nó topo).	23
Figura 24 - Crescimento médio em diâmetro do raminho relativo à exposição do ramo principal nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 812 medições (norte), de 790 medições (sul) e de 224 (topo).....	24
Figura 25 - Crescimento médio em diâmetro do raminho relativo à posição (apical e lateral aleatório) do ramo principal com inserção no primeiro verticilo nos meses de abril a julho. Um total de 304 medições (apical-apical), de 301 medições (apical-lateral aleatório), de 294 (lateral aleatório-apical) e de 260 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).....	24
Figura 26 - Crescimento médio em diâmetro do raminho relativo à posição (apical e lateral aleatório) do ramo principal com inserção no segundo verticilo nos meses de abril a julho. Um total de 112 medições (apical-apical), de 111 medições (apical-lateral aleatório), de 112 (lateral aleatório-apical) e de 108 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).	24
Figura 27 - Crescimento médio em diâmetro do raminho relativo à posição (apical e lateral aleatório) do ramo principal com inserção no terceiro verticilo nos meses de abril a julho. Um total de 56 medições (apical-apical), de 56 medições (apical-lateral aleatório), de 56 (lateral aleatório-apical) e de 56 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).....	25
Figura 28 - Crescimento médio do comprimento das agulhas consoante o tratamento, controlo (C) ou fertirrega (FR), nos meses de maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro. Um total de 1449 medições no C e 1451 medições no FR.....	26

Figura 29 - Comprimento médios das agulhas consoante o tratamento, controlo (C) ou fertirrega (FR), e efeito na retirada das pinhas e flores nas árvores (árvores 6 e restantes) nos meses de maio a outubro. Um total de 729 medições no C-6, 705 medições no FR-6, 722 medições no C-rest e 744 medições no FR-rest.....	27
Figura 30 - Crescimento médio do comprimento das agulhas por árvore com exceção da árvore 6 relativo ao tratamento, controlo (C), nos meses de maio a outubro. Um total entre árvores de 722 medições.....	27
Figura 31 - Crescimento médio do comprimento das agulhas por árvore com exceção da árvore 6 relativo ao tratamento, fertirrega (FR), nos meses de maio a outubro. Um total entre árvores de 744 medições.....	27
Figura 32 - Crescimento médio do comprimento das agulhas das árvores 6 relativo ao tratamento, controlo (C), nos meses de maio a outubro. Um total entre árvores de 729 medições.....	28
Figura 33 - Crescimento médio do comprimento das agulhas das árvores 6 relativo ao tratamento, fertirrega (FR), nos meses de maio a outubro. Um total entre árvores de 705 medições.....	28
Figura 34 - Crescimento médio do comprimento das agulhas consoante o tratamento, controlo (C) ou fertirrega (FR), relativo ao primeiro verticilo nos meses de maio a outubro. Um total de 881 medições no C 1º vert e 885 medições no FR 1º vert.....	28
Figura 35 - Crescimento médio do comprimento das agulhas consoante o tratamento, controlo (C) ou fertirrega (FR), relativo ao segundo verticilo (vert) nos meses de maio a outubro. Um total de 374 medições no C 2º vert e 376 medições no FR 2º vert.....	28
Figura 36 - Crescimento médio do comprimento das agulhas consoante o tratamento, controlo (C) ou fertirrega (FR), relativo ao terceiro verticilo (vert) nos meses de maio a outubro. Um total de 192 medições no C 3º vert e 192 medições no FR 3º vert.....	29
Figura 37 - Crescimento médio do comprimento das agulhas por tratamento, controlo (C), em relação ao posicionamento do raminho inserido no ramo principal do primeiro verticilo nos meses de maio a outubro. Um total de 216 medições (1º nó dentro), de 362 medições (1º nó fora) e de 307 (2º nó topo).....	29
Figura 38 - Crescimento médio do comprimento das agulhas por tratamento, fertirrega (FR), em relação ao posicionamento do raminho inserido no ramo principal do primeiro verticilo nos meses de maio a outubro. Um total de 157 medições (1º nó dentro), de 379 medições (1º nó fora) e de 345 (2º nó topo).	29

Figura 39 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento controlo (C) em relação aos verticilos nos meses de maio a outubro. Um total de 885 medições (1º verticilo), de 374 medições (2º verticilo) e de 192 (3º verticilo)	30
Figura 40 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento fertirrega (FR) em relação aos verticilos nos meses de maio a outubro. Um total de 881 medições (1º verticilo), de 376 medições (2º verticilo) e de 192 (3º verticilo)	30
Figura 41 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento controlo (C) em relação à exposição nos meses de maio a outubro. Um total de 626 medições (norte), de 633 medições (sul) e de 192 (topo).	30
Figura 42 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento fertirrega (FR) em relação à exposição nos meses de maio a outubro. Um total de 642 medições (norte), de 615 medições (sul) e de 192 (topo).....	30
Figura 43 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento controlo (C) em relação à posição nos ramos principais nos meses de maio a outubro. Um total de 406 medições (apical-apical), de 359 medições (apical-lateral aleatório), de 374 (lateral aleatório-apical) e de 312 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).....	31
Figura 44 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento fertirrega (FR) em relação à posição nos ramos principais nos meses de maio a outubro. Um total de 402 medições (apical-apical), de 358 medições (apical-lateral aleatório), de 353 (lateral aleatório-apical) e de 336 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).....	31
Figura 45 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento controlo (C) em relação à posição nos ramos principais e da inserção do ramo principal no 1º verticilo nos meses de maio a outubro. Um total de 262 medições (apical-apical), de 215 medições (apical-lateral aleatório), de 233 (lateral aleatório-apical) e de 175 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).	31
Figura 46 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento fertirrega (FR) em relação à posição nos ramos principais e da inserção do ramo principal no 1º verticilo nos meses de maio a outubro. Um total de 259 medições (apical-apical), de 214 medições (apical-lateral aleatório), de 212 (lateral aleatório-apical) e de 195 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).	31
Figura 47 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento controlo (C) em relação à posição nos ramos principais e da inserção do ramo principal no 2º verticilo nos meses de maio a outubro. Um total de 96 medições (apical-apical), de 96 medições (apical-lateral aleatório), de 93 (lateral aleatório-apical) e de 89 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).	32

Figura 48 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento fertirrega (FR) em relação à posição nos ramos principais e da inserção do ramo principal no 2º verticilo nos meses de maio a outubro. Um total de 95 medições (apical-apical), de 95 medições (apical-lateral aleatório), de 93 (lateral aleatório-apical) e de 93 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).	32
Figura 49 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento controlo (C) em relação à posição nos ramos principais e da inserção do ramo principal no 3º verticilo nos meses de maio a outubro. Um total de 48 medições (apical-apical), de 48 medições (apical-lateral aleatório), de 48 (lateral aleatório-apical) e de 48 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).	32
Figura 50 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento fertirrega (FR) em relação à posição nos ramos principais e da inserção do ramo principal no 3º verticilo nos meses de maio a outubro. Um total de 48 medições (apical-apical), de 48 medições (apical-lateral aleatório), de 48 (lateral aleatório-apical) e de 48 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).	32
Figura 51 – distribuição mensal do peso seco médio de agulhas e ramo, por verticilo, proveniente da recolha de raminhos verdes.	33
Figura 52 – distribuição mensal do peso seco de agulhas e comprimento médio dos ramos, por verticilo, proveniente da recolha de raminhos verdes.	33
Figura 53 – distribuição mensal do peso seco médio de ramos e comprimento médio dos ramos, por verticilo, proveniente da recolha de raminhos verdes.	33
Figura 54 – distribuição mensal do peso seco médio de ramos e diâmetro médio dos ramos, por verticilo, proveniente da recolha de raminhos verdes.	33
Figura 55 – Quantidade média de biomassa senescente por parcela nos meses de maio a dezembro.	34
Figura 56 – Biomassa média senescente, por tratamento, recolhida em cestos nos meses de maio a dezembro.	34
Figura 57 – Biomassa média senescente por tratamento das árvores com pinhas (exclusão das árvores 6) nos meses de maio a dezembro.	35
Figura 58 - Biomassa média senescente por tratamento das árvores sem pinhas (árvores 6) nos meses de maio a dezembro.	35
Figura 59 – Evolução da biomassa senescente média acumulada por tratamento recolhida em cestos nos meses de maio a dezembro.	35
Figura 60 – Evolução dos crescimentos em diâmetro e comprimento das pinhas de 2º ano nas árvores amostra durante os meses de abril a dezembro.	37

Figura 61 – Evolução dos crescimentos em diâmetro e comprimento das pinhas de 2º ano por tratamento nas árvores amostra durante os meses de abril a dezembro.....	37
Figura 62 – Evolução da humidade do solo com a influência da rega e precipitação nas parcelas de fertirrega durante os meses de junho a outubro	38
Figura 63 – Evolução da humidade do solo com a influência da rega e precipitação na parcela controlo durante os meses de junho a outubro.....	38
Figura 64 – evolução dos <i>pre-dawns</i> e <i>midday</i> durante os meses de junho, julho e agosto..	38
Figura 65 - Medição de <i>pre-dawn</i> e <i>midday</i> em 8 de setembro de 2014 nos blocos 1, 2, 3 e 439	
Figura 66 - Média por tratamento das medições de <i>pre-dawn</i> e <i>midday</i> em 8 de setembro de 2014	39
Figura 67 - Medição de <i>pre-dawn</i> e <i>midday</i> em 22 de outubro de 2014 no bloco 1 e 2	39
Figura 68 - Média por tratamento das medições de <i>pre-dawn</i> e <i>midday</i> em 22 de outubro .	40
Figura 69 - Correlação entre comprimento e diâmetro do raminho	41
Figura 70 - Correlação entre comprimento e diâmetro do raminho nos meses de abril, maio, junho e julho	42
Figura 71 - Correlação entre comprimento das agulhas e diâmetro do raminho nos meses de maio, junho e julho.....	42
Figura 72 - Correlação entre comprimento das agulhas e comprimento do raminho nos meses de maio, junho e julho.....	42
Figura 73 - Correlações entre diâmetro dos raminhos e peso seco das agulhas nos meses de maio a outubro	43
Figura 74 - Correlação entre diâmetro dos raminhos e peso seco das agulhas dos raminhos recolhidos de maio a outubro	43
Figura 75 - Correlações entre peso seco do raminho e comprimento do raminho nos meses de maio a novembro	44
Figura 76 - Correlações entre peso seco do raminho e diâmetro do raminho nos meses de maio a novembro	44
Figura 77 - Correlações entre peso seco do raminho e comprimento das agulhas nos meses de maio a novembro	44
Figura 78 - Correlações entre o peso seco das agulhas e o comprimento das agulhas nos meses de maio a novembro.....	44

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: plano de rega e fertirrega 2014	8
Tabela 2: datas de avaliações.....	12
Tabela 3: Mortalidade de pinhas de ano zero nos meses de abril a julho e outubro	36
Tabela 4: Cronograma de avaliações para monitorização de crescimentos e efeito de tratamentos em pinheiro manso.....	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1-Descrição promonorizada do três perfis de solo	A
Anexo 2-Representação esquemática dos blocos.....	C
Anexo 3-Exemplo de ficha de campo com os raminhos de 2014 a amostrar.....	G
Anexo 4-Metodologia para recolha de amostras de agulhas	H
Anexo 5- Resultados análise foliares 2014	I
Anexo 6- Resultados análises foliares de 2015	J
Anexo 7-Metodologia para recolha de amostras de solo	K
Anexo 8-Resultados da análise de solos.....	N
Anexo 9-Resultados da análise de águas.....	O
Anexo 10-Correspondência de tratamentos e medições no ensaio	P
Anexo 11-Relatório de avaliação do bolbo humedecido	Q
Anexo 12-Relatório do INIAV com indicações das quantidades de adubo a aplicar em fertirrega e a lanço.....	S
Anexo 13-Tabela com contagem de pinhas de zero anos (flores) nos ramos amostra nos meses de abril, maio, junho, julho e outubro.	V
Anexo 14-Calendarização das acções executadas no ensaio no ano de 2014.....	AA

1 INTRODUÇÃO

O pinheiro manso tem vindo a ganhar cada vez mais uma importância no contexto florestal nacional. O seu fruto tem vindo a subir de preço nos últimos anos, sendo uma mais-valia para a economia e principalmente para as exportações nacionais (Calado, 2012).

Neste momento a Península Ibérica possui cerca de 85% da sua área total a nível mundial (Sousa *et al*, 2012). Segundo os dados do 6º Inventário Florestal Nacional (ICNF, 2013) a área total de pinheiro manso em 2010 era estimada em 175.000 ha, sendo a quinta espécie com maior ocupação da floresta em Portugal continental (Figura 1). O interesse no pinheiro manso levou à sua expansão para áreas de pinheiro bravo, muito afetadas pelo nemátodo, visto a espécie mostrar até agora resistência a este (Amaral, M., 2009).

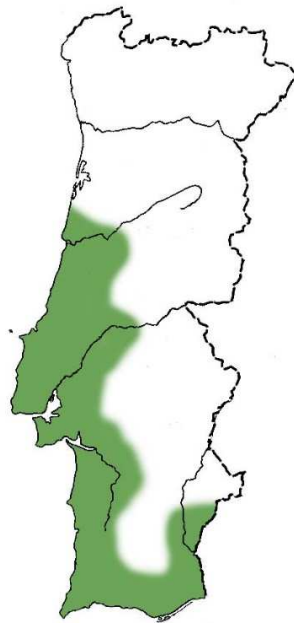


Figura 1: Distribuição geográfica do Pinheiro Manso
(Fonte: <http://www.florestar.net/pinheiro-manso/pinheiro-manso.html>)

Tradicionalmente importante na região de Alcácer do Sal, é uma espécie com grande adaptabilidade e rusticidade, tendo sido reconhecidas, e legislada segundo o Decreto-Lei n.º 205/2003, de 12 de setembro, sete regiões de proveniências (Cardoso e Lobo, 2001) de material genético (Figura 2). É uma espécie que, devido às suas características, é pioneira de outras como por exemplo o sobreiro e a azinheira, espécies estas mais suscetíveis. O pinheiro manso é utilizado como planta exótica em países como Chile, EUA, Brasil, Argentina, África do Sul, Zimbábue e Austrália (comunicação oral: Fontes, L., 2015).

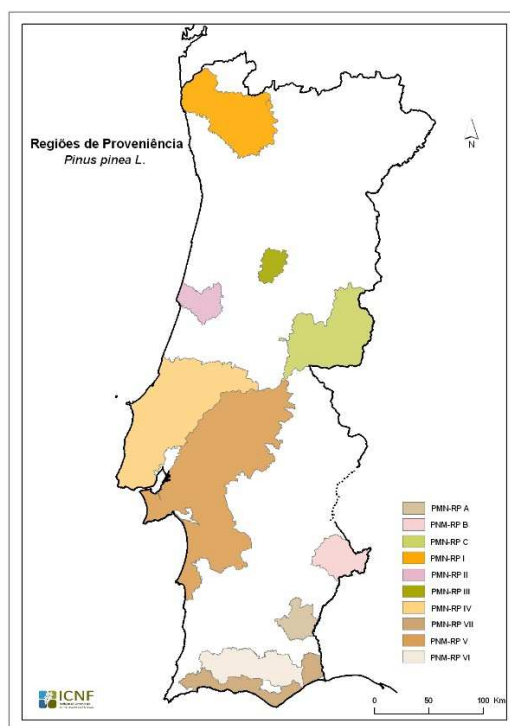


Figura 2: Regiões de proveniências do Pinheiro Manso
(Fonte: <http://www.icnf.pt/portal/florestas/gf/ps/rp/pinus-pinea>)

Ocorre de preferência sobre solos profundos e arenosos de regiões quentes e sem geadas, mantendo algum sucesso de existência por todo o país. Adaptada a zonas de cotas mais reduzidas, poderá porém ser encontrada em zonas até aos 1000m. Espécie de luz ou meia-luz, normalmente necessita de precipitações médias anuais superiores a 250mm sendo normalmente encontrado entre os 400 e os 800mm. Como espécie mediterrânea que é, tolera valores de temperatura entre os -10 e os 40°C (Silva *et al*, 2007).

O pinheiro manso detém uma grande plasticidade em termos de arquitetura de copa, sendo esta dependente da quantidade de luz disponível para a totalidade da copa (Mutke *et al*, 2007). Nas copas mais expostas à luz solar, todos os ramos terão o mesmo rácio de crescimento, podendo os ramos mais inferiores crescer tanto ou mais que os de topo. Porém os ramos interiores ou que sofram ensombramento por outras árvores são suscetíveis a terminar o seu crescimento mais cedo e diminuir o número de gomos em anos futuros, aspetos estes debatidos durante esta tese.

Relativamente à fertilização, existem poucos ensaios de campo, contudo alguns resultados sugerem o incremento de volume e número de pinhas em áreas de solos arenosos, com melhoramento do solo em estrutura e nutrientes com fertilizantes e matéria orgânica (Calama *et al*, 2007).

Quanto ao efeito da rega, esta mostra-se como fator promotor do crescimento do pinheiro em idade jovem, sendo as plantas regadas e fertilizadas aquelas com maiores crescimentos (Salvador *et al*, 2000).

Esta dissertação engloba-se no âmbito do projeto de investigação denominado PINEA (PTDC/AGR-FOR/3804/2012) com o tema “Modelação do crescimento e produção de pinhão de *Pinus pinea* L. sob alterações ambientais”, o qual tem como principais objetivos avaliar os efeitos da disponibilidade de água e nutrientes no crescimento e rendimento de pinhão, aperfeiçoar as equações existentes para o *Pinus pinea* L. para crescimento e produção de pinhão em Portugal e calibrar e validar um modelo que inclua o crescimento e produção das árvores e do pinhão.

Neste trabalho pretende-se dar a conhecer o trabalho realizado no projeto PINEA durante o período de crescimento anual no ano de 2014 do pinheiro manso (Anexo 14), assim como os resultados obtidos de acordo com os diferentes tratamentos silvícolas aplicados, nomeadamente aplicação de rega e fertirrega e controlo. Para o efeito desencadeou-se uma série de ações de modo a monitorizar intensamente o crescimento das diversas estruturas das árvores de forma a estudar e calendarizar a fenologia da espécie, estabelecer correlações de crescimento de acordo com a estratificação da árvore (exposição, verticilo, posição do ramo anual), estudar a resposta ao efeito dos tratamentos e perceber quais as estruturas (raminhos, agulhas, pinhas) onde os efeitos dos diferentes tratamentos/condições ambientais são mais evidentes.

É também objetivo desta tese estudar a correlação existente entre comprimentos e diâmetros dos raminhos assim como entre estes e o comprimento das agulhas. A amostragem permitir-nos-á desenvolver regressões para estimar a biomassa dos raminhos em funções do seu diâmetro, comprimento, dimensão de agulhas e outras variáveis que se mostrem importantes como regressores para a predição da biomassa dos raminhos.

Relativamente à humidade do solo, é objetivo desta tese avaliar, em comparação com o controlo, os incrementos de humidade no solo nas parcelas fertirrigadas, assim como avaliar a variação da humidade ao longo do perfil do solo até uma profundidade de 1 metro.

Irá ser analisada a correlação entre a humidade no solo (no primeiro metro de profundidade) e o estado hídrico do xilema da planta. No caso de existir uma forte correlação poderá, ser um método simples de avaliação da humidade da planta, conseguindo determinar a entrada da árvore em stress hídrico e deste modo associar a uma taxa decrescente ou mesmo à paragem de crescimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO ENSAIO

2.1.1 LOCALIZAÇÃO

A área de intervenção deste trabalho está situada na Herdade da Machoqueira do Grou, concelho de Coruche, freguesia da Lamarosa com as coordenadas geográficas 39° 06' 30.21" Norte e 8° 21' 54.39" Oeste.

O ensaio situa-se em encosta de baixo declive virada a sul localizada na parte central da propriedade com acesso direto por caminho florestal principal. A Figura 3 mostra uma fotografia aérea do local do ensaio.



Figura 3: Fotografia aérea do local do ensaio
(Fonte: <https://www.bing.com/maps>)

2.1.2 COBERTO VEGETAL

O ensaio localiza-se numa área anteriormente ocupada por uma plantação de pessegueiros, convertida numa plantação de pinheiro manso com uma ocupação de 30 hectares.

Plantação esta de estrutura pura de pinheiro manso instalada em 2007 em curva de nível em compasso regular de 3 metros na linha e 8 metros na entrelinha e em que todas as árvores foram enxertadas tendo sido o processo repartido por 3 anos consecutivos, 50% em 2010, 40% em 2011 e 10% em 2012.

A plantação sofreu poda de formação, estando o porta-enxerto livre de rama. Assim sendo toda a copa existente pertence exclusivamente ao garfo.

O subcoberto do povoamento é composto predominantemente por herbáceas anuais espontâneas, constituindo deste modo uma pastagem natural.

2.1.3 SOLO

De acordo com pesquisa realizada e com o estudo feito no local (Anexo 1) pode-se concluir que a estrutura do solo é de origem sedimentar, predominando os arenitos (Figura 4).

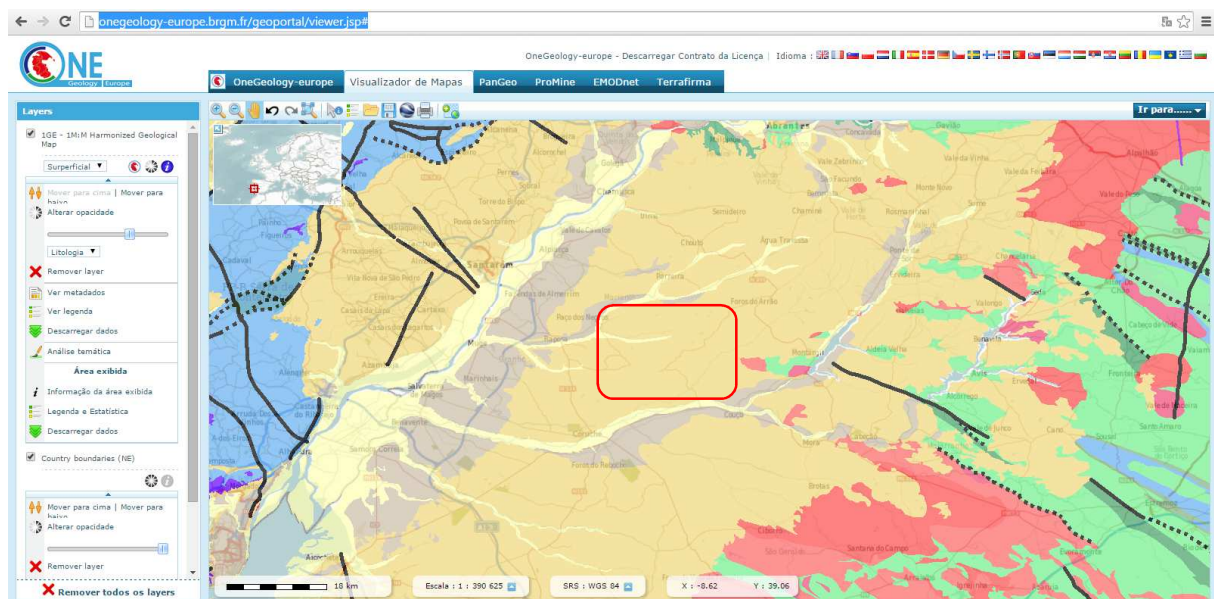


Figura 4: cartografia da litologia na área geográfica no ensaio
(Fonte: <http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal/viewer.jsp#>)

Foram realizados três perfis ao longo de todo o ensaio tendo em atenção a abertura dos perfis ao longo do maior declive (Anexo 1), tendo sido abertos um perfil no bloco 1, outro no bloco 3 e o terceiro no bloco 4.

Após a abertura e análise dos perfis foi observado que o solo é derivado de arenitos com horizontes superficiais arenosos cuja profundidade é variável em função da localização de cada perfil.

2.1.4 CLIMA

Para uma caracterização geral do clima da zona do ensaio utilizou-se a série climática de 1981-2010 da estação meteorológica de Santarém (número 134; localização: Latitude: 39°12' N; Longitude:

08°44' W; Altitude: 73m), assim como os dados recolhidos em torre de fluxos instalada na propriedade.

O ensaio está inserido numa região com temperatura média anual de 17.02 °C, oscilando entre uma temperatura mínima média de 10.4 °C durante o mês de Janeiro e uma temperatura máxima média de 23.8 °C durante o mês de agosto. De acordo com os dados recolhidos, observou-se que durante o ano de 2014 a temperatura mínima foi de 4,7°C no mês de dezembro e a temperatura máxima de 27,7°C no mês de junho.

A precipitação total média anual para a região de Santarém é de 651.9 mm, sendo esta concentrada maioritariamente entre os meses de setembro a março. Mais uma vez valores que vão ao encontro do registado no ano de 2014 com uma precipitação total anual de 628.3 mm (Figura 5).

Podemos observar a presença de um período seco entre os meses de junho a setembro. Na Figura 6 apresentam-se as médias diárias de temperatura, humidade relativa e precipitação total diária, assim como as datas em que se fizeram as medições mensais. É de realçar a precipitação anormal do ano de 2014, principalmente nos períodos de verão, e onde se esperaria um período de seca mais relevante. Estas condições provocaram uma redução dos efeitos dos tratamentos fertirrega e controlo.

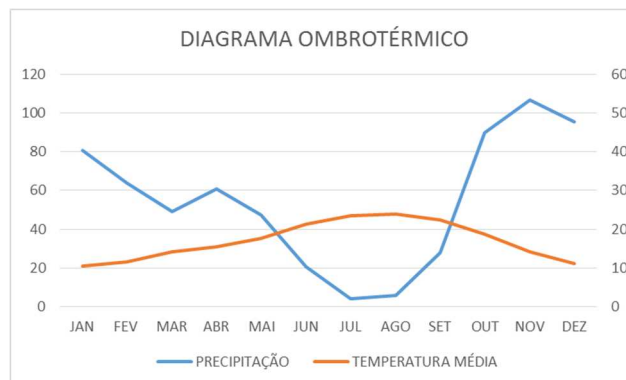


Figura 5 - diagrama ombrotérmico da região de Santarém (fonte: <http://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1981-2010/018/#>)

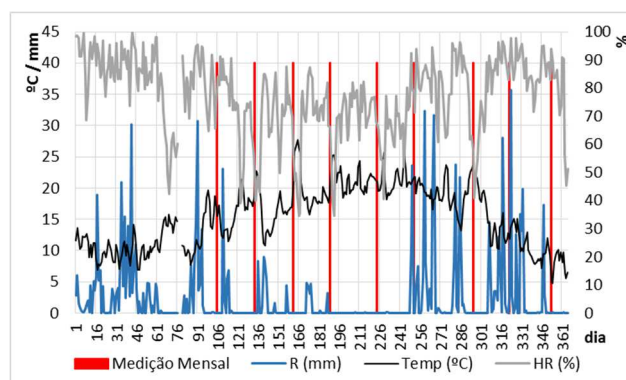


Figura 6 – Dados climatéricos recolhidos no ano 2014 (origem: Herdade da Machoqueira do Grou, Silva, comunicação pessoal)

2.1.5 SISTEMA DE REGA

O sistema de rega foi instalado de raiz apresentando duas condutas principais independentes, uma que servindo o sistema de rega e outra alimentando o sistema de fertirrega. Deste modo eliminou-se a possibilidade de injetar fertilizante no sistema apenas de rega. Em cada conduta está presente um caudalímetro de modo a contabilizar a água adicionada a cada tratamento. Ligado a cada conduta foi instalado um sistema composto por tubagem de pvc de 16 mm de diâmetro com gotejadores de 2.1 l/h de débito (informação do fabricante) espaçados em um metro.

Os gotejadores apenas presentes nas parcelas sujeitas a rega ou a fertirrega, permitindo deste modo uma quantificação mais rigorosa da água adicionada em cada parcela e em cada árvore. Cada árvore é abastecida por água e fertilizante por 6 gotejadores cada.

2.2 DELINEAMENTO

2.2.1 ENSAIO DE CAMPO

O ensaio na Herdade da Machoqueira do Grou foi instalado de acordo com um delineamento em blocos casualizados completos. É composto por quatro tratamentos, aleatorizados relativamente à sua posição no bloco, entre eles o tratamento controlo (C) no qual não foi aplicado qualquer rega ou fertilizante, tratamento fertilização (F) onde se aplicou fertilizante sólido a lanço, tratamento rega (R) no qual foi aplicado apenas rega e tratamento fertirrega (FR) no qual foi aplicado rega e fertilizante em simultâneo introduzido no próprio sistema de rega, cada um distribuído por quatro repetições.

Nas parcelas de rega e fertirrega foi debitado de 25 de junho a 23 julho (Tabela 1) cinco horas de rega, o que corresponde a cada gotejador um débito de 10,5 litros de água. Quanto à fertirrega e fertilização sólida foram aplicados fertilizantes, de acordo com o analisado nas análises realizadas.

PLANO DE REGA E FERTIRREGA DO PROJECTO PINEA NO ENSAIO DA HERDADE DA MACHOQUEIRA DO GROU EM 2014																																
	junho						julho																				outubro					
DATA	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	22
DIA DA SEMANA	q	q	s	sab	dom	s	t	q	q	s	sab	dom	s	t	q	q	s	sab	dom	t	q	q	s	sab	dom	t	q	q	s	sab	dom	q
REGA	5H	5H	5H				5H	5H	5H	5H	5H	5H	5H	5H	5H	5H	5H	5H	5H	5H	5H	5H	5H	5H	5H	5H	5H	5H			2H	
FERTIRREGA																																

Tabela 1: plano de rega e fertirrega 2014
(Fonte: Projeto PINEA)

Para além dos tratamentos de rega e fertirrega, estudou-se também o crescimento da árvore eliminando todas as pinhas. Deste modo em duas das árvores (árvore 6 e 7) do tratamento C e FR foram retiradas a totalidade das pinhas (flores, pinhas de 1º ano e pinhas de 2º ano).

Cada parcela é composta por cinco árvores úteis, numeradas de 1 a 5, e árvores de bordadura em redor destas cinco (Figura 7, Anexo 2). Nas árvores de bordadura, nas parcelas com tratamento C e FR, então incluídas as árvores 6 e 7. Esta metodologia serve para avaliar o crescimento dos ramos e folhas, futuras florações, alocações de biomassa e nutrientes na ausência de pinhas. Por sucessiva alteração de metodologia, a árvore 6, no mês de abril, sofreu retirada de pinhas nos ramos norte e sul e nos meses de junho e julho a totalidade, a árvore 7 sofreu a retirada da totalidade das pinhas no mês de julho. Nesta fase, a análise no campo sugere que as árvores escolhidas para compor as parcelas, aparentam não estar em competição.



Figura 7: cartografia da implementação do ensaio
(Fonte: Projeto PINEA)

2.2.2 AMOSTRAGEM DA ÁRVORE

Selecionou-se um conjunto dos gomos cujo crescimento ocorreu durante o ano de 2014. A amostragem (Figura 8) obedeceu ao seguinte delineamento.

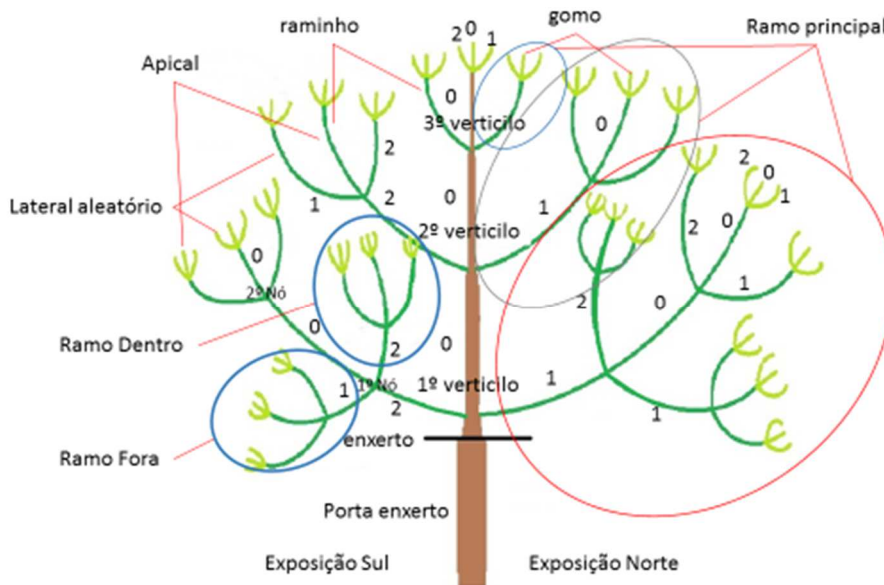


Figura 8: Delineamento da amostragem da árvore para medição de raminhos
(Fonte: Projeto PINEA)

Deste modo, e para a monitorização dos raminhos, a amostragem da árvore foi feita diferenciando-se os verticilos. No primeiro verticilo foram selecionados o ramo mais a Norte e o ramo mais a Sul. Em cada nó do ramo anteriormente escolhido (ramo principal) selecionou-se um ramo virado para dentro da copa e outro para fora da copa. Em cada um destes foi selecionado o ramo apical do ano anterior e também foi escolhido aleatoriamente um ramo lateral do ano anterior. Em cada um destes selecionaram-se dois raminhos para medir, um apical e outro lateral aleatório (Figura 8).

No último verticilo, assim como no verticilo anterior, escolheram-se igualmente dois ramos, um mais a norte e outro mais a sul e dentro destes escolheram-se raminhos (um apical outro lateral) em cada ramo apical e lateral aleatório do ano anterior (2013). Este processo é semelhante ao do verticilo um, porém sem haver diferenciação em ramos interiores e exteriores.

Para visualizar esquematicamente o que se relatou poder-se-á consultar a ficha de campo para recolha de dados (Anexo 3).

2.3 ANÁLISES FOLIARES, DE SOLOS E ÁGUAS

2.3.1 ANÁLISES FOLIARES

Como ponto de partida para a caracterização do estado nutricional do ensaio, foram recolhidas folhas de cada uma das 5 árvores uteis em cada parcela de cada tratamento, num total de 80, e realizada a sua análise nutricional (Anexo 4). A metodologia para recolha das amostras está descrita no Anexo 4 e os resultados de 2014 no Anexo 5.

No final da aplicação dos tratamentos de 2014 e do crescimento anual dos raminhos foi realizado novamente, a 23 de março de 2015, recolha de amostras de agulhas para análise nutricional (Anexo 6) para comparação antes e pós tratamentos.

2.3.2 ANÁLISES DE SOLO

Foram igualmente recolhidas amostras de solo, de acordo com protocolo proposto pelo INIAV (Anexo 7). Foram recolhidas 18 amostras de solo de cada parcela/tratamento em cada bloco. Foi realizada uma subamostra compósita de cada parcela que se enviou para análise em laboratório. Esta amostragem e sua análise (Anexo 8), bem como a análise de resultados das análises foliares, serviu para tomada de decisão (Anexo 12) da quantidade de adubo a aplicar em cada parcela de fertilização (F) e fertirrigação (FR).

No final do ensaio novas análises de solo serão realizadas de modo a comparar os valores nutricionais antes e após a aplicação de fertilizantes.

2.3.3 ANÁLISES DA ÁGUA DE REGA

Caracterizou-se igualmente a qualidade da água de rega em termos mineralógicos (Anexo 9). O seu resultado serviu para que, juntamente com as análises de solo e foliares, se determinasse o tipo de adubação a aplicar.

2.4 MEDIÇÕES REALIZADAS

As medições ocorreram durante o ano de 2014, de abril a dezembro (Tabela 2), onde estão presentes as datas de recolha dos vários dados.

Os dados obtidos permitiram definir as medições a realizar durante o período de crescimento vegetativo de 2015.

Mês	Data	Dia juliano	Medições realizadas
abril	15-04-2014	105	Raminhos e pinhas
maio	13-05-2014	133	Raminhos, agulhas, folhada e pinhas
junho	11-06-2014	162	Raminhos, agulhas, folhada e pinhas
julho	08-07-2014	189	Raminhos, agulhas, folhada, pinhas, humidade do solo e potenciais hídricos
agosto	12-08-2014	224	Agulhas, folhada, pinhas, humidade do solo e potenciais hídricos
setembro	08-09-2014	251	Agulhas, folhada, pinhas, humidade do solo e potenciais hídricos
outubro	22-10-2014	295	Agulhas, folhada, pinhas, humidade do solo e potenciais hídricos
novembro	18-11-2014	322	Agulhas, folhada e pinhas
dezembro	19-12-2014	353	Folhada e pinhas

Tabela 2: datas de avaliações

2.4.1 LENHO E FOLHAS

Após a instalação do ensaio e escolhidas as árvores de cada parcela, foram feitas, em todas as árvores, as seguintes medições ao nível da árvore: altura total (ht) e altura da base da copa (hbc), diâmetro à altura do peito (dap) a 1,30 metros de altura, diâmetro e altura do cavalo na transição para o enxerto e diâmetros da copa (cw) (dois diâmetros perpendiculares).

A medição dos comprimentos e diâmetros de todos os ramos foi realizada uma única vez, no início do ensaio, em duas árvores, uma útil (árvores entre a 1 e 5) e na árvore 6 de cada parcela.

Foram escolhidas como variáveis a estudar e a recolher mensalmente os comprimentos e diâmetros dos raminhos do ano e comprimento das agulhas destes mesmos raminhos conforme já descrito na secção sobre a amostragem da árvore.

2.4.2 PINHAS

Na altura da instalação do ensaio contabilizaram-se as pinhas, vivas e mortas, primeiro (originárias de flores de 2013) e de segundo ano (originárias de flores de 2012). Esta contabilização foi feita em uma das cinco árvores úteis e nas árvores 6 e 7 (no momento da retirada de pinhas).

Relativamente às pinhas de 1º ano foi monitorizada a mortalidade assim como o crescimento em três momentos, abril, maio e junho, sendo retomada no futuro, na altura de maior crescimento (fevereiro de 2015)

As pinhas de segundo ano foram acompanhadas e medidas todos os meses desde Maio de 2014 até à altura da campanha de apanha.

2.4.3 FOLHADA

Foram construídos cestos de recolha de folhada quadrados de três metros de lado que foram instalados por debaixo das árvores a medir (uma árvore útil e árvore 6) em cada parcela.

Colheu-se a biomassa senescente com uma periodicidade mensal separando agulhas, lenho, casca e pinhas com determinação do peso seco em estufa a 70 °C.

Até ao momento foram realizadas 9 recolhas.

2.4.4 ALOCAÇÃO DE BIOMASSA

Em simultâneo com as medições mensais dos raminhos e agulhas são recolhidas amostras idênticas, de modo a determinar a biomassa nas três estruturas da árvore sujeitas a estudo: raminhos, agulhas e flores/pinhas. A amostragem é feita em árvores pertencentes ao mesmo bloco e sempre que possível morfológicamente semelhantes. As amostras são tratadas em laboratório, as diversas estruturas vegetais (lenho, agulhas, gomos e flores) são separadas e secas em estufa a 70°C até peso constante.

2.4.5 HUMIDADE NO SOLO

A humidade do solo foi avaliada recorrendo a sonda de humidade PR1 da DELTA-T DEVICES (Figura 9) no bolbo humedecido pelo gotejador e até uma profundidade de um metro, em seis profundidades pré-estabelecidas, 100 mm, 200 mm, 300 mm, 400 mm, 600 mm e 1000 mm.



Figura 9: Sonda de medição de humidade no solo PR1.
(Fonte: Projeto PINEA)

Esta avaliação é realizada nos tratamentos controlo e de fertirrega, abrangendo todos os blocos, diminuindo deste modo a heterogeneidade existente no solo ao longo do ensaio.

Assim sendo foram colocados três tubos para a leitura da humidade em cada bloco 1, 2 e 4 em parcela de fertirrega e três tubos no bloco 3 em parcela controlo. Deste modo temos no total 12 tubos para avaliação da humidade no solo (Anexo 10).

Os tubos foram colocados a 15 cm do gotejador, sempre que possível a meio do bolbo humedecido.

2.4.6 POTENCIAL HÍDRICO DO XILEMA FOLIAR

Com o objetivo de avaliar o estado hídrico da planta, e antever a entrada desta em stress, foram realizadas medições para determinar o potencial hídrico do xilema nas agulhas. Estas medições foram realizadas com uma câmara de pressão de Sholender (Modelo 1000) da PMS Instruments (Figura 10).



Figura 10: Medições de potencial hídrico do xilema foliar com câmara de Pressão
(fonte: Projeto PINEA / <http://www.pmsinstrument.com/products/model-1000-pressure-chamber-instrument>)

As medições foram realizadas nas árvores monitorizadas para a humidade no solo e numa outra com características morfológicas idênticas à anterior.

As medições com câmara de pressão começaram por ser realizadas em raminhos. Porém a presença da resina dificulta a observação do exsudado. Um outro fator limitante desta técnica é a de ser destrutiva, limitando o número de amostragens possíveis de serem realizadas. Com efeito, passaram a realizar-se as medições recorrendo a pares de agulhas.

Foram realizadas medições em *pre-dawn*, ou seja medições durante a madrugada sem qualquer interferência de luz solar, quando a planta está em equilíbrio hídrico, medições em *midday*, ou seja ao meio dia solar, altura em que a planta atinge, à partida, a máxima capacidade fotossintética.

A diferença entre os valores de *midday* e *pre-dawn* permite avaliar quer o estado hídrico da planta assim como se a planta está ou não fotossinteticamente ativa e deste modo em crescimento.

2.5 FERTILIZAÇÃO, REGA E FERTIRREGA

A quantidade de adubo a aplicar na fertilização e na fertirrigação foram determinadas após a recolha e análise de solos (Anexo 8), foliares e água de rega e de acordo com o aconselhamento técnico do INIAV (Anexo 12).

Relativamente à fertilização sólida esta foi feita de uma só vez a lanço em 12 de junho de 2014 respeitando as indicações da mesma entidade (Anexo 12)

Relativamente à quantidade de água a introduzir em cada parcela, esta foi decidida após a avaliação do bolbo humedecido, avaliação realizada em campo e após a rega num período de cinco horas seguidas (Anexo 11) analisando o volume de solo humedecido. Quer a aplicação de rega como de fertirrega foi feita de acordo com uma calendarização previamente estudada e planeada, representada na Tabela 1.

2.6 COLHEITA DE DADOS

Os dados foram recolhidos sempre que possível recorrendo às mesmas equipas, de modo a minimizar os erros associados à subjetividade de cada medidor/observador.

As medições dendrométricas iniciaram-se em janeiro com a instalação das parcelas, altura em que foram medidas apenas as cinco árvores úteis, voltando a ser medidas em abril. Nesta altura também foram medidas a totalidade das árvores da parcela.

Relativamente à monitorização intensiva dos raminhos anuais, esta foi executada mensalmente, tentando sempre que possível respeitar os mesmos dias do mês, intervalando cada medição em um mês precisamente (Anexo 14).

Sendo monitorização intensiva a ação principal enfoque a realizar nesta fase do projeto, todas as ações respeitaram esta mesma periodicidade.

Quanto às amostras para análise quer de solo, folhas e águas, como já referido em ponto anterior, foram igualmente recolhidas no início do projeto de modo a obter um ponto inicial de dados os quais se irão comparar com dados posteriores. Todas estas amostras foram executadas recorrendo a pessoal especializado ou a protocolos pré-definidos, padronizando deste modo os dados obtidos.

2.6.1 TRATAMENTO DE DADOS

O tratamento de dados compreendeu testes de comparação de médias e erro padrão, recorrendo a representação gráfica.

Juntamente com a análise das médias efetuaram-se correlações entre varias variáveis com o objetivo de definir uma metodologia de fácil implementação para averiguar o efeito do tratamento no desenvolvimento das plantas.

3 RESULTADOS

Neste capítulo são mostrados os resultados recolhidos no período de crescimento avaliado, ano de 2014 de abril a dezembro.

Foi feita uma avaliação inicial baseada na apreciação das médias e representação gráfica com os respetivos valores mensais e erros padrão.

3.1 COMPRIMENTOS E DIÂMETROS DE RAMINHOS

3.1.1 COMPRIMENTOS

Na Figura 11 podemos observar, que o crescimento em comprimento dos ramos dá-se até ao mês de maio. O período de crescimento é bastante curto e de grande intensidade, que se verifica entre os meses de abril a maio (período observado). Pode-se observar que o crescimento dos ramos antes dos tratamentos é muito semelhante.

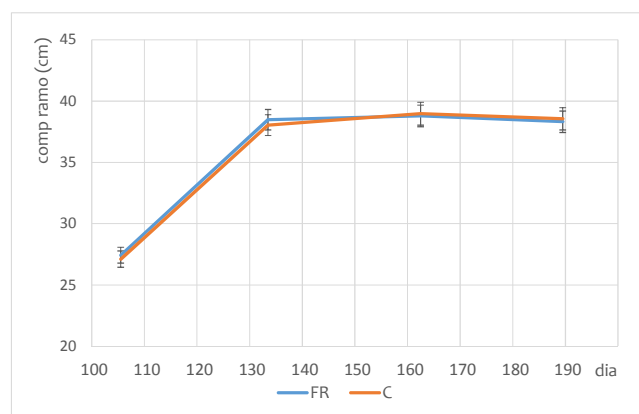


Figura 11 – Crescimento médio do ramo relativo a dois tratamentos, controlo (C) e fertilização (FR) nos meses de abril a julho. Um total de 1041 medições no C e 1045 medições no FR.

Poder-se-á confirmar, pelo Figura 12, que apesar de as árvores 6 em valores absolutos apresentarem valores maiores, a sua taxa de crescimento verifica-se semelhante às das restantes.

Ficou decidido que não será feito a separação das árvores 6 das restantes para a continuação do restante estudo do comprimento dos ramos, assim como não haverá separação dos dados referentes aos tratamentos de fertilização. Deste modo o tratamento dos dados será realizado com a totalidade das árvores sem qualquer diferenciação.

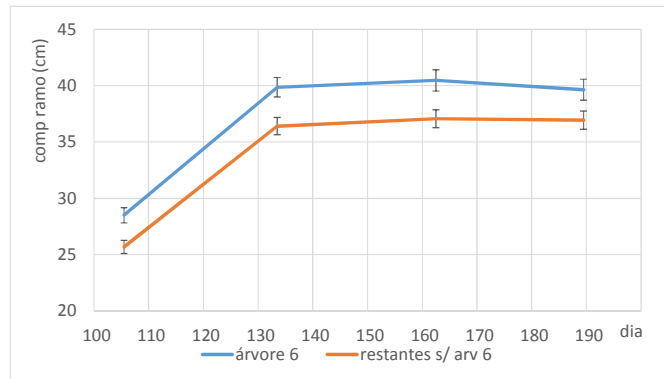


Figura 12 - Crescimento médio do ramo, referente á árvore 6 e às restantes árvores, nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 1032 medições (arv 6) e de 1054 medições (restantes).

Na Figura 13 estão apresentados os valores das quatro medições realizadas às árvores com pinhas, mostrando a grande variação em termos de valores absolutos de comprimento do ramo. Podemos dizer que existe alguma variabilidade em termos morfológicos entre árvores. Porém como vimos já anteriormente as taxas de crescimento dos ramos são semelhantes em todas as árvores.

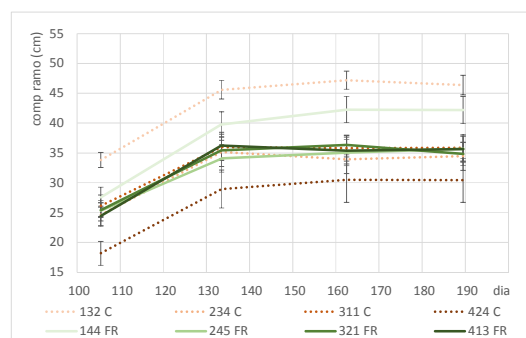


Figura 13 - Crescimento médio do ramo, referente a cada uma das árvores, excetuando a árvore 6, nos meses de abril, maio, junho e julho.

Relativamente à inserção nos ramos principais podemos dizer, analisando a Figura 14, que existem algumas diferenças quanto à dimensão do comprimento dos ramos. Deste modo podemos observar que os ramos pertencentes aos ramos principais com inserção no 3º verticilo, que corresponde à parte superior da copa, são superiores que os ramos pertencentes aos ramos com inserção no 2º e 1º verticilo, sendo estes últimos com dimensões inferiores.

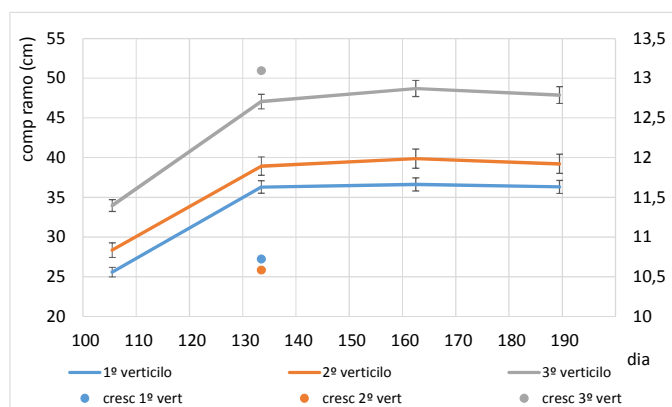


Figura 14 - Crescimento médio do raminho, relativo ao verticilo de inserção do ramo principal, nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 1323 medições (1º verticilo), de 508 medições (2º verticilo) e de 255 (3º verticilo).

Relativamente ao primeiro verticilo (Figura 15), sendo este composto por 1º nó e 2º nó, na sua avaliação, verificou-se que em termos absolutos, os ramos do 2º nó, mais expostos à luz solar são maiores, seguindo-se os de 1º nó de fora, sendo os de 1º nó dentro os que apresentam dimensões inferiores.

Quanto à taxa de crescimento entre eles estas aparentam ter algumas diferenças, tendo os ramos do 1º nó dentro uma taxa de crescimento menor aos restantes seguindo-se o 1º nó fora e sendo o 2º nó aquele com uma taxa de crescimento entre os meses de abril e maio superior (Figura 15).

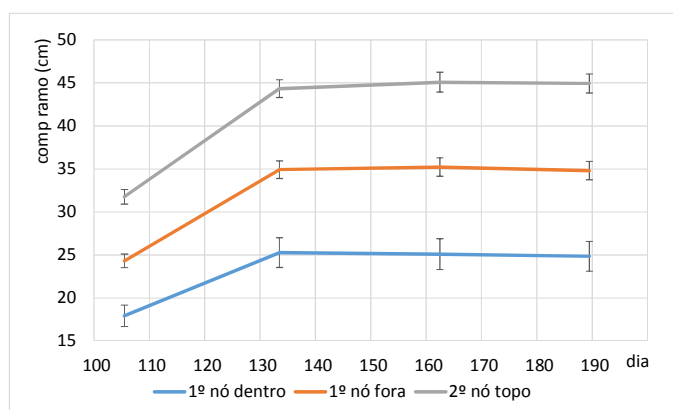


Figura 15 - Crescimento médio do raminho, relativo à posição no ramo principal de inserção no primeiro verticilo, nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 283 medições (1º nó dentro), de 564 medições (1º nó fora) e de 476 (2º nó topo).

A exposição Norte e Sul (Figura 16), parece não afetar o crescimento em comprimento ainda que se observem valores absolutos superiores para o crescimento dos ramos que ocupam a parte superior da copa.

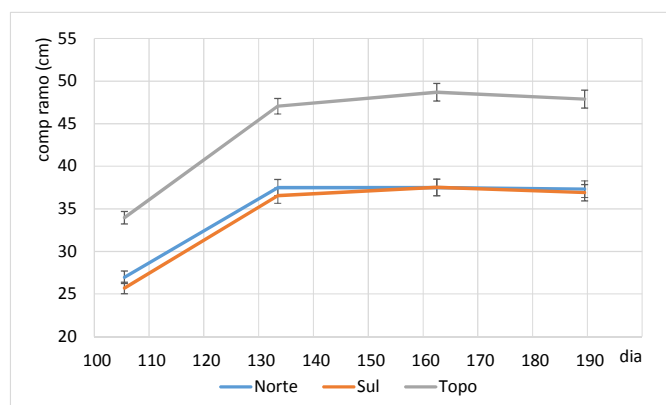


Figura 16 - Crescimento médio do raminho, relativo à exposição de inserção do ramo principal, nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 926 medições (norte), de 905 medições (sul) e de 255 (topo).

Quanto à Figura 17, Figura 18 e Figura 19, estes representam a evolução do crescimento do comprimento do ramo, dependendo se se refere a um raminho apical ou lateral e se este provem de um ramo do ano anterior apical ou lateral. Podemos dizer, pela observação dos gráficos, que existem diferenças nos crescimentos dos ramos principais com inserção no 1º e 2º verticilo, Ou seja, os ramos de 2014 que provêm de ramos de 2013 laterais são substancialmente menores que os ramos de 2014 que provêm de ramos de 2013 apicais. Mas das classes de ramos mais pequeno, ainda se observa uma diferença entre os laterais-apicais e os laterais-laterais, sendo estes últimos de comprimentos inferiores.

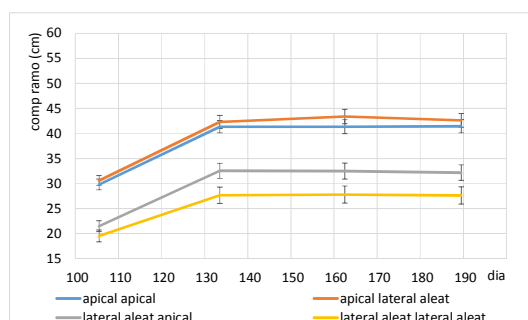


Figura 17 - Crescimento médio do raminho, relativo à posição no ramo principal com inserção no **primeiro verticilo**, nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 348 medições (apical-apical), de 343 medições (apical-lateral aleatório), de 336 (lateral aleatório-apical) e de 296 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).

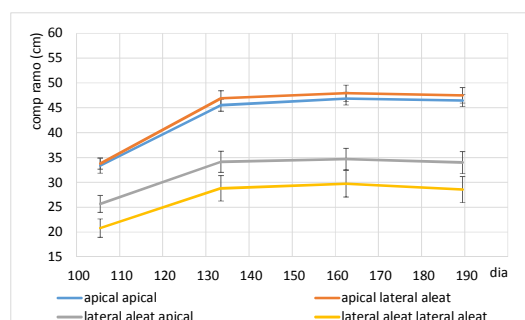


Figura 18 - Crescimento médio do raminho, relativo à posição no ramo principal com inserção no **segundo verticilo**, nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 128 medições (apical-apical), de 127 medições (apical-lateral aleatório), de 128 (lateral aleatório-apical) e de 125 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).

Relativamente aos ramos pertencentes aos ramos principais com inserção no 3º verticilo, as diferenças existentes entre as várias classes seguem o mesmo padrão de diferença, porém sem grandes diferenças.

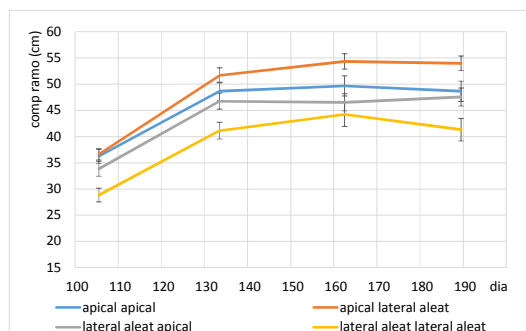


Figura 19 - Crescimento médio do raminho, relativo à posição no ramo principal com inserção no **terceiro verticilo**, nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 64 medições (apical-apical), de 64 medições (apical-lateral aleatório), de 64 (lateral aleatório-apical) e de 63 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).

3.1.2 DIÂMETROS

Tal como para os comprimentos dos ramos, foi elaborado neste trabalho o tratamento dos dados recolhidos em campo referentes aos diâmetros dos ramos amostra.

Assim como no subcapítulo anterior, aqui será realizado o estudo sobre o efeito dos tratamentos aplicados (aplicação de fertirrega e/ou retirada de pinhas).

De acordo com a Figura 20 podemos observar o crescimento médio dos diâmetros dos raminhos nos meses de abril a julho. Poder-se-á verificar um crescimento mais acentuado entre os meses de abril a maio, e um crescimento menos acentuado nos restantes meses. Apesar de não se verificar uma paragem de crescimento como no comprimento dos ramos, o crescimento em diâmetro passa a ser a uma taxa bastante inferior e de baixos valores absolutos.

Quanto ao efeito da fertirrega (Figura 20), esta não é evidente, devido ao facto do tratamento se ter aplicado em finais de junho, período no qual o crescimento em diâmetro era reduzido.

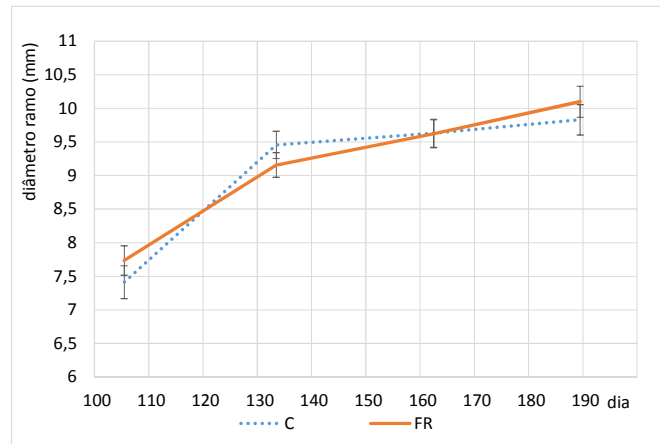


Figura 20 - Crescimento médio em diâmetro do raminho, consoante o tratamento, nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 910 medições no C e 916 medições no FR.

A Figura 21 refere-se ao crescimento em diâmetros dos raminhos por conjuntos de árvores, onde estão as árvores 6 (sem pinhas) por um lado e as restantes (com pinhas) por outro. Analisando as médias e comparativamente com o crescimento das árvores 6, apesar de se notar alguma variação em valores absolutos, a taxa de crescimento é constante e similar não se notando qualquer diferença a partir no momento da retirada das flores e pinhas (junho de 2014)

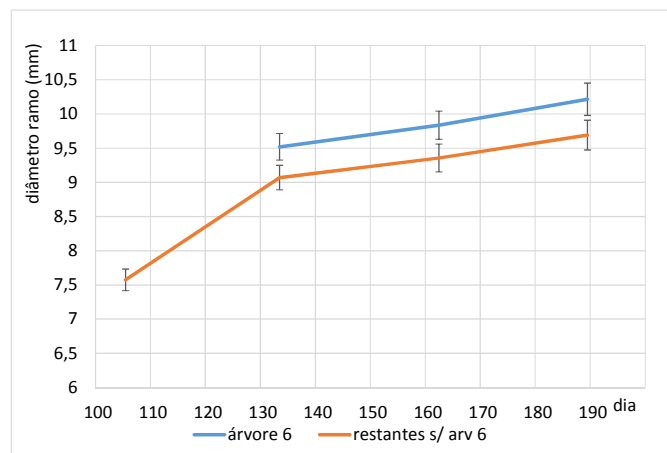


Figura 21 - Crescimento médio em diâmetro do raminho relativo às árvores 6 e restantes árvores de cada parcela, nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 773 medições (arv 6) e de 1053 medições (restantes).

Uma vez que o efeito do tratamento de fertirrega e a retirada de pinhas não se evidenciaram no crescimento em diâmetro nos raminhos novos, apresentam-se as médias para a totalidade dos dados recolhidos.

Quanto ao crescimento em diâmetro dos raminhos de acordo com o verticilo de inserção do ramo principal (Figura 22 e Figura 23). Verifica-se uma diferença do terceiro verticilo para os restantes. Mas sem diferença do 1º para o 2º verticilo.

Os raminhos no 2º nó destacaram-se pelos maiores valores absolutos em relação ao 1º nó, sendo que os raminhos do nó de dentro apresentam menores valores de crescimento em diâmetro. Relativamente à exposição (Figura 24) e à semelhança do que se verificou no comprimento dos ramos, não existem diferenças entre os diâmetros dos raminhos pertencentes aos ramos principais expostos a Sul e a Norte. Os ramos no topo das árvores, sem qualquer exposição definida, apresentam os raminhos com maiores diâmetros e crescimentos.

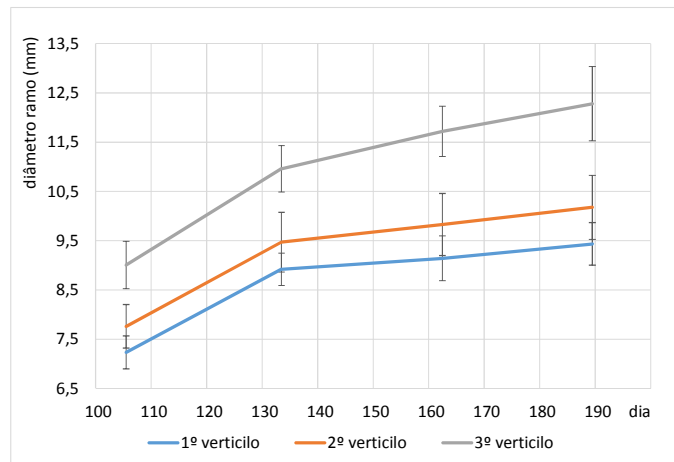


Figura 22 - Crescimento médio em diâmetro do raminho relativo à inserção do ramo principal nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 1159 medições (1º verticilo), de 443 medições (2º verticilo) e de 224 (3º verticilo)

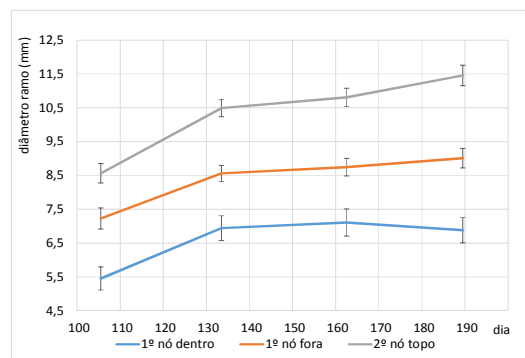


Figura 23 - Crescimento médio em diâmetro do raminho relativo à posição no ramo principal com inserção no primeiro verticilo nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 254 medições (1º nó dentro), de 489 medições (1º nó fora) e de 416 (2º nó topo).

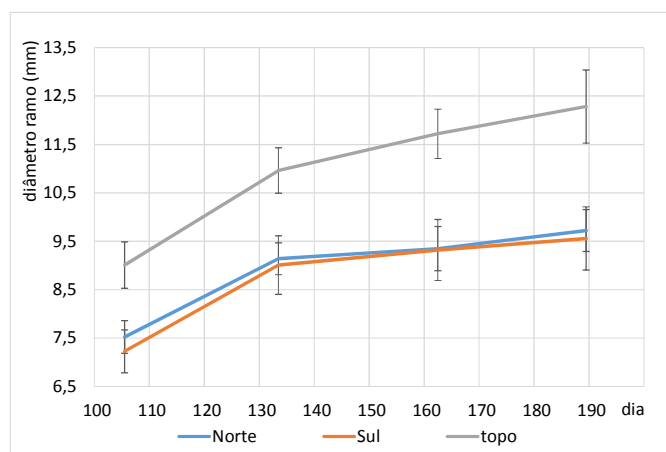


Figura 24 - Crescimento médio em diâmetro do raminho relativo à exposição do ramo principal nos meses de abril, maio, junho e julho. Um total de 812 medições (norte), de 790 medições (sul) e de 224 (topo).

Quanto ao posicionamento do raminho novo (apical/lateral aleatório), tal como no comprimento dos ramos, é visível pelas figuras 26, 27 e 28 que, apesar do verticilo de inserção dos ramos principais, os raminhos de maiores dimensões são os apicais (2014) e que provêm de ramos apicais (2013); ao invés, os que compreendem dimensões menores são os laterais aleatórios (2014) e que provêm de ramos laterais aleatórios (2013). Quanto às restantes duas classes, apical/lateral aleatório e lateral aleatório/apical, estas compreendem valores intermédios e apesar de diferirem consideravelmente das restantes classes, entre elas as diferenças são mínimas.

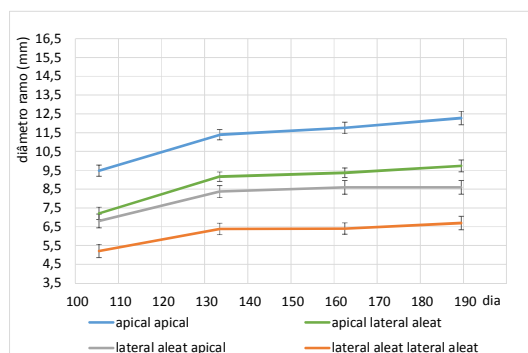


Figura 25 - Crescimento médio em diâmetro do raminho relativo à posição (apical e lateral aleatório) do ramo principal com inserção no **primeiro verticilo** nos meses de abril a julho. Um total de 304 medições (apical-apical), de 301 medições (apical-lateral aleatório), de 294 (lateral aleatório-apical) e de 260 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).

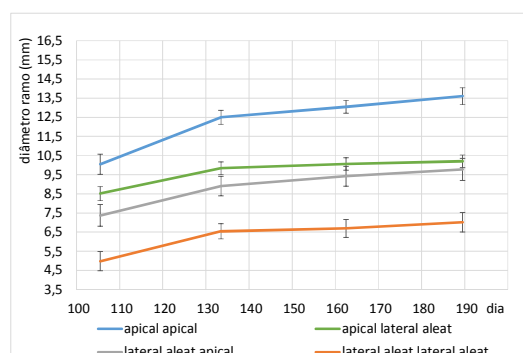


Figura 26 - Crescimento médio em diâmetro do raminho relativo à posição (apical e lateral aleatório) do ramo principal com inserção no **segundo verticilo** nos meses de abril a julho. Um total de 112 medições (apical-apical), de 111 medições (apical-lateral aleatório), de 112 (lateral aleatório-apical) e de 108 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).

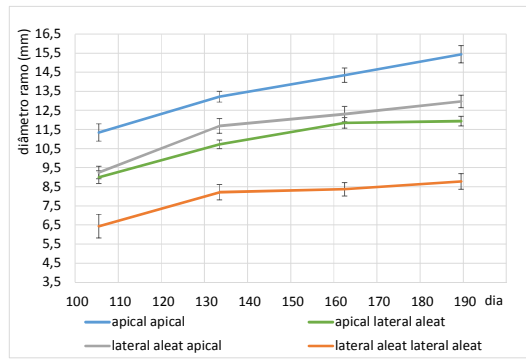


Figura 27 - Crescimento médio em diâmetro do raminho relativo à posição (apical e lateral aleatório) do ramo principal com inserção no **terceiro verticilo** nos meses de abril a julho. Um total de 56 medições (apical-apical), de 56 medições (apical-lateral aleatório), de 56 (lateral aleatório-apical) e de 56 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).

3.2 COMPRIMENTOS DAS AGULHAS

As agulhas, cujo comprimento foi medido em cada mês, foram escolhidas, a uma distância de aproximadamente 1 cm da zona onde se deu o aparecimento das agulhas, e o mais perto possível da inserção dos ramos amostra no ramo principal. Uma amostra foi colhida mensalmente escolhendo agulhas mais velhas do ano mas representativas do estágio amostrado anteriormente. Observou-se o efeito do tratamento no desenvolvimento das agulhas (Figura 28). A fertirrega a 25 de junho de 2014 teve um efeito estimulante no crescimento das agulhas.

A taxa de crescimento no tratamento FR decresce a partir do mês de agosto devido a não se sentir com tanta intensidade, o efeito do tratamento, sendo mesmo nulo a partir de setembro.

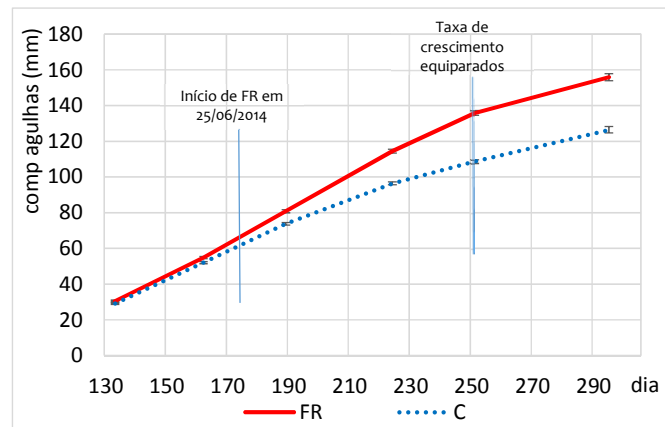


Figura 28 - Crescimento médio do comprimento das agulhas consoante o tratamento, controlo (C) ou fertirrega (FR), nos meses de maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro. Um total de 1449 medições no C e 1451 medições no FR.

Optou-se por concentrar as medições das agulhas nas árvores onde se mantiveram as flores e pinhas e nas árvores onde se retiraram a totalidade de flores e pinhas (árvores 6) por forma a avaliar a distribuição dos fotoassimilados na árvore sem a existência da componente fruto.

No tratamento FR não se observa qualquer efeito no comprimento das agulhas com a retirada de flores e pinhas. Porém verifica-se uma tendência, nas árvores controlo, para aumento das taxas de crescimento das agulhas a partir dos meses de junho e julho, prevendo-se deste modo uma alocação maior de nutrientes para as agulhas.

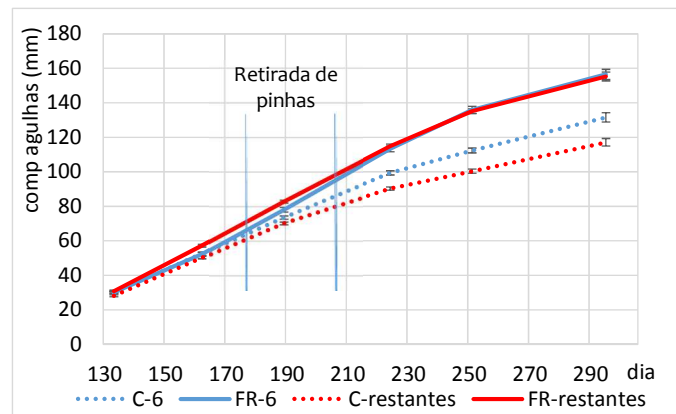


Figura 29 - Comprimento médios das agulhas consoante o tratamento, controlo (C) ou fertirrega (FR), e efeito na retirada das pinhas e flores nas árvores (árvores 6 e restantes) nos meses de maio a outubro. Um total de 729 medições no C-6, 705 medições no FR-6, 722 medições no C-rest e 744 medições no FR-rest.

Da Figura 30 à Figura 33 estão representados os valores médios dos crescimentos das agulhas por árvore e por tratamento numa escala mensal.

A fertirrega teve um efeito positivo no crescimento em comprimento das agulhas, apresentando em média mais dois cm no final do ensaio em comparação com o controlo. (Figura 30, Figura 31).

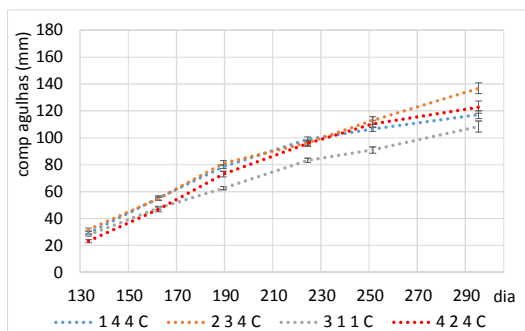


Figura 30 - Crescimento médio do comprimento das agulhas por árvore com exceção da árvore 6 relativo ao tratamento, controlo (C), nos meses de maio a outubro. Um total entre árvores de 722 medições.

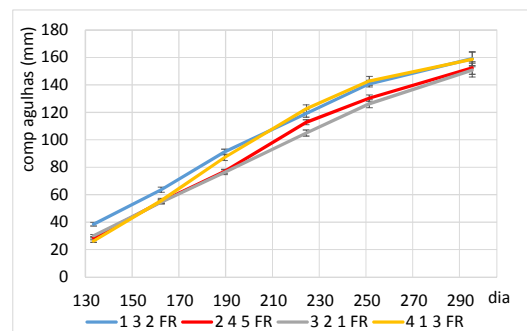


Figura 31 - Crescimento médio do comprimento das agulhas por árvore com exceção da árvore 6 relativo ao tratamento, fertirrega (FR), nos meses de maio a outubro. Um total entre árvores de 744 medições.

O mesmo se verifica quanto às árvores sem pinhas (Figura 32, Figura 33), ainda que em termos absolutos e no mês de outubro, as árvores controlo com pinhas (Figura 30) tenha apresentado um comprimento médio de cerca de três cm maior, em comparação com as árvores onde as pinhas foram retiradas (2cm) (Figura 32 e Figura 33).

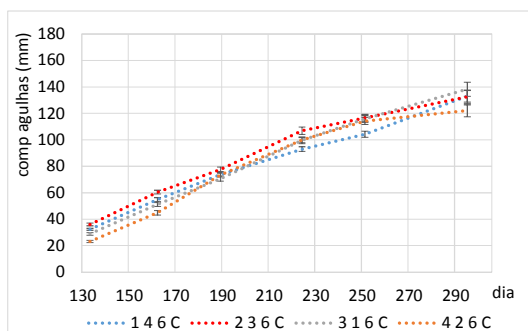


Figura 32 - Crescimento médio do comprimento das agulhas das árvores 6 relativo ao tratamento, controlo (C), nos meses de maio a outubro. Um total entre árvores de 729 medições.

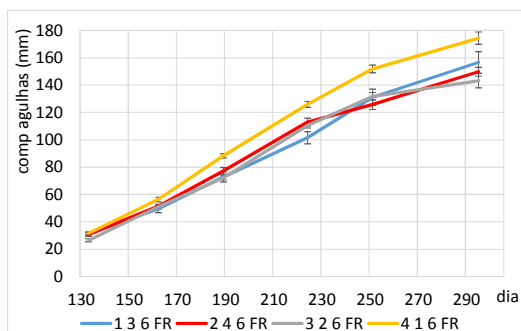


Figura 33 - Crescimento médio do comprimento das agulhas das árvores 6 relativo ao tratamento, fertilização (FR), nos meses de maio a outubro. Um total entre árvores de 705 medições.

Quer o efeito do tratamento quer o efeito da retirada das flores e pinhas nas árvores 6 de cada parcela, são notórios. Porém, apesar de se notar diferença relativamente à retirada das flores e pinhas, esta é pequena e sendo a amostra após segregação em C, FR, com e sem pinhas de dimensões reduzidas, para que se consiga realizar um tratamento baseado num número superior de dados, decidiu-se não fazer a segregação da amostra em com (restantes árvores) e sem pinhas (árvores 6).

Assim sendo, a apresentação e discussão dos restantes resultados é relativo apenas à divisão da amostra total nos dois tratamentos, controlo e fertilização.

Na Figura 34, assim como no Figura 35 e Figura 36, pode-se observar o efeito do tratamento FR nos comprimentos das agulhas, de acordo com a distribuição por verticilos.

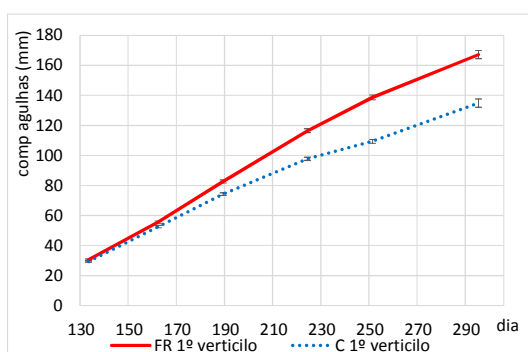


Figura 34 - Crescimento médio do comprimento das agulhas consoante o tratamento, controlo (C) ou fertilização (FR), relativo ao primeiro verticilo nos meses de maio a outubro. Um total de 881 medições no C 1º vert e 885 medições no FR 1º vert.

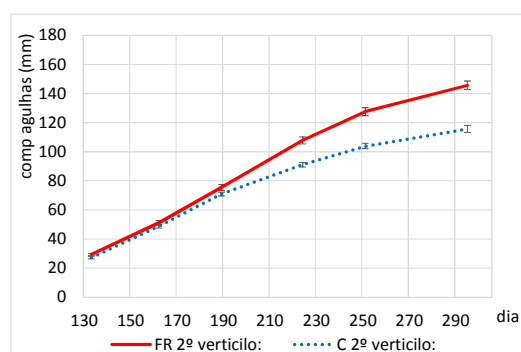


Figura 35 - Crescimento médio do comprimento das agulhas consoante o tratamento, controlo (C) ou fertilização (FR), relativo ao segundo verticilo (vert) nos meses de maio a outubro. Um total de 374 medições no C 2º vert e 376 medições no FR 2º vert.

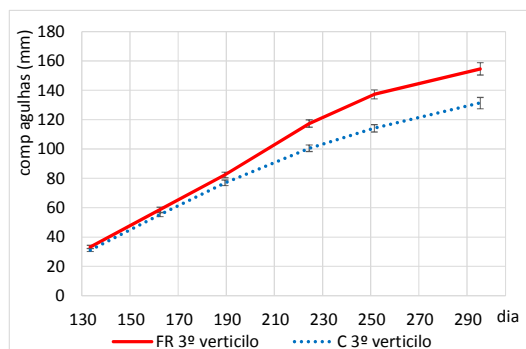


Figura 36 - Crescimento médio do comprimento das agulhas consoante o tratamento, controlo (C) ou fertirrega (FR), relativo ao terceiro verticilo (vert) nos meses de maio a outubro. Um total de 192 medições no C 3º vert e 192 medições no FR 3º vert.

Distinguiu-se também o crescimento das agulhas do ramo principal do primeiro verticilo. Apesar do efeito do tratamento FR não obtemos se observaram diferenças entre as agulhas do 1º nó dentro, 1º nó fora e 2º nó (Figura 37, Figura 38).

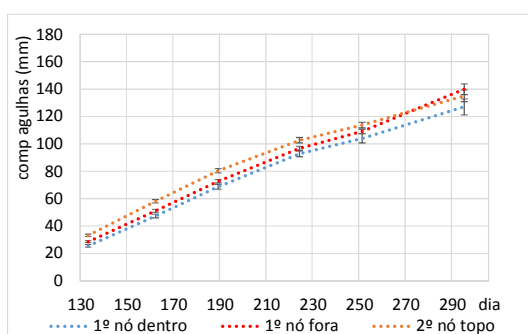


Figura 37 - Crescimento médio do comprimento das agulhas por tratamento, controlo (C), em relação ao posicionamento do raminho inserido no ramo principal do primeiro verticilo nos meses de maio a outubro. Um total de 216 medições (1º nó dentro), de 362 medições (1º nó fora) e de 307 (2º nó topo).

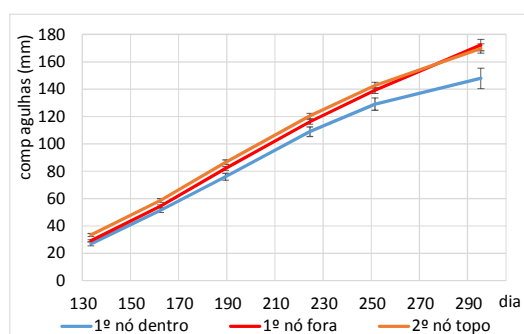


Figura 38 - Crescimento médio do comprimento das agulhas por tratamento, fertirrega (FR), em relação ao posicionamento do raminho inserido no ramo principal do primeiro verticilo nos meses de maio a outubro. Um total de 157 medições (1º nó dentro), de 379 medições (1º nó fora) e de 345 (2º nó topo).

Relativamente ao posicionamento das agulhas no 1º, 2º ou 3º verticilo, podemos observar dois efeitos. Quer no C quer na FR, não existe uma diferença acentuada entre o 1º e 3º verticilo, sendo estes dois de valores absolutos superiores relativamente ao 2º verticilo (Figura 39, Figura 40).

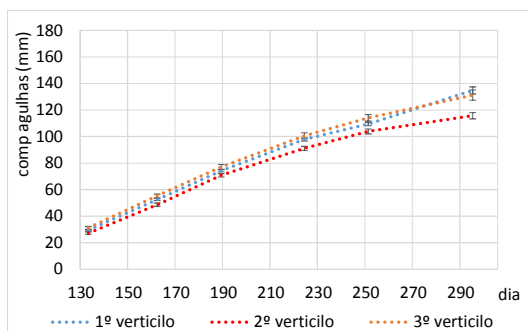


Figura 39 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento controle (C) em relação aos verticilos nos meses de maio a outubro. Um total de 885 medições (1º verticilo), de 374 medições (2º verticilo) e de 192 (3º verticilo)

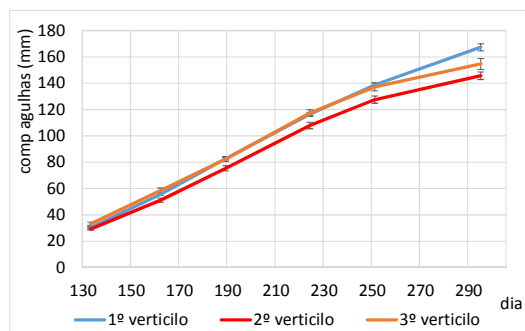


Figura 40 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento fertirrega (FR) em relação aos verticilos nos meses de maio a outubro. Um total de 881 medições (1º verticilo), de 376 medições (2º verticilo) e de 192 (3º verticilo)

Também não se observaram diferenças no crescimento das agulhas de acordo com a exposição (Figura 41 e Figura 42). É notória porém a diferença entre tratamentos.

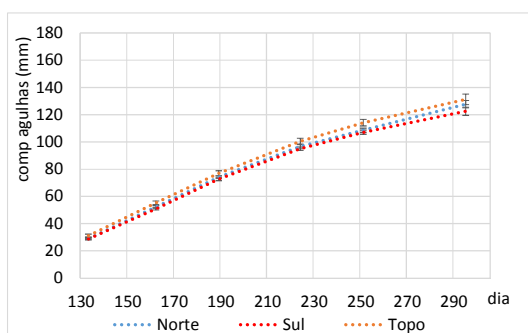


Figura 41 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento controle (C) em relação à exposição nos meses de maio a outubro. Um total de 626 medições (norte), de 633 medições (sul) e de 192 (topo).

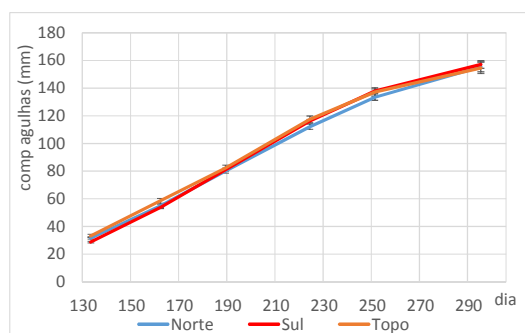


Figura 42 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento fertirrega (FR) em relação à exposição nos meses de maio a outubro. Um total de 642 medições (norte), de 615 medições (sul) e de 192 (topo).

Referente ao estudo do crescimento das agulhas quanto ao seu posicionamento nas extremidades dos ramos principais, podemos extrair três conclusões independentemente do tratamento (Figura 43 e Figura 44) ou dos verticilos de inserção dos ramos principais (Figura 45 a Figura 50).

É possível ser observado semelhança entre valores absolutos do comprimento das agulhas nos raminhos apical-lateral aleatório e lateral aleatório-apical, porém existem diferenças entre estes, os raminhos apical-apical, notoriamente com valores absolutos superiores e os laterais aleatório-lateral aleatório com valores absolutos inferiores.

É de salientar, e como já referido anteriormente, que no mês de Outubro foi feita uma alteração no protocolo do campo, havendo uma redução dos raminhos amostrados (exclusão dos raminhos do

1º verticilo-1º nó), já a pensar no protocolo para as medições em 2015. Deste modo, no 1º verticilo como se mostra a seguir, não iremos ter medições no referido mês.

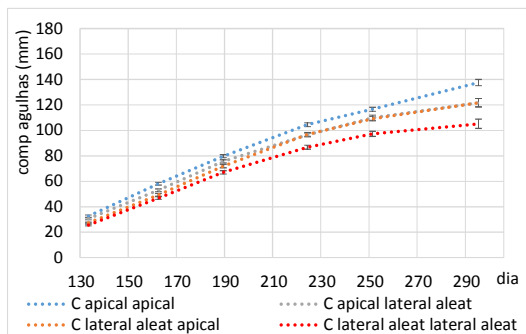


Figura 43 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento controlo (C) em relação à posição nos ramos principais nos meses de maio a outubro. Um total de 406 medições (apical-apical), de 359 medições (apical-lateral aleatório), de 374 (lateral aleatório-apical) e de 312 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).

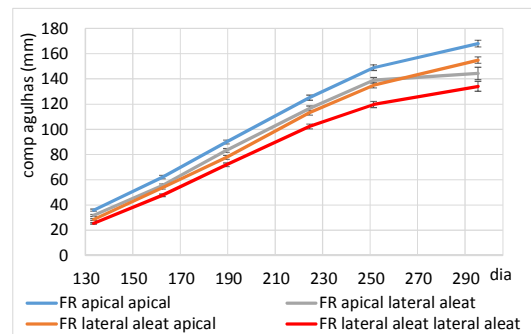


Figura 44 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento fertirrega (FR) em relação à posição nos ramos principais nos meses de maio a outubro. Um total de 402 medições (apical-apical), de 358 medições (apical-lateral aleatório), de 353 (lateral aleatório-apical) e de 336 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).

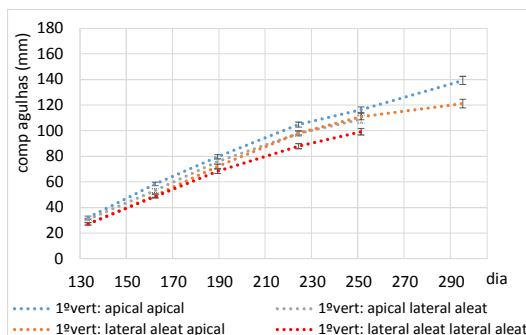


Figura 45 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento controlo (C) em relação à posição nos ramos principais e da inserção do ramo principal no 1º verticilo nos meses de maio a outubro. Um total de 262 medições (apical-apical), de 215 medições (apical-lateral aleatório), de 233 (lateral aleatório-apical) e de 175 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).

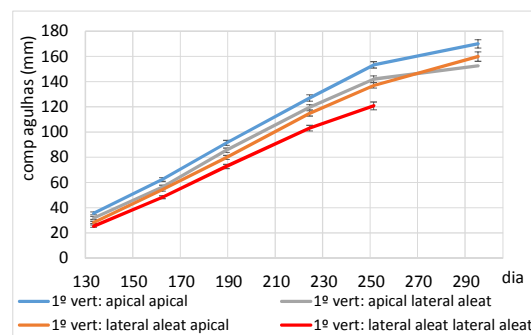


Figura 46 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento fertirrega (FR) em relação à posição nos ramos principais e da inserção do ramo principal no 1º verticilo nos meses de maio a outubro. Um total de 259 medições (apical-apical), de 214 medições (apical-lateral aleatório), de 212 (lateral aleatório-apical) e de 195 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).

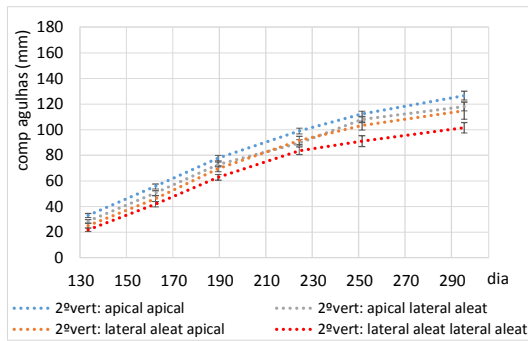


Figura 47 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento controlo (C) em relação à posição nos ramos principais e da inserção do ramo principal no 2º verticilo nos meses de maio a outubro. Um total de 96 medições (apical-apical), de 96 medições (apical-lateral aleatório), de 93 (lateral aleatório-apical) e de 89 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).

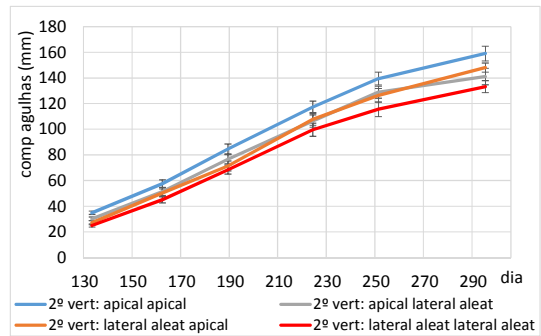


Figura 48 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento fertirrega (FR) em relação à posição nos ramos principais e da inserção do ramo principal no 2º verticilo nos meses de maio a outubro. Um total de 95 medições (apical-apical), de 95 medições (apical-lateral aleatório), de 93 (lateral aleatório-apical) e de 93 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).

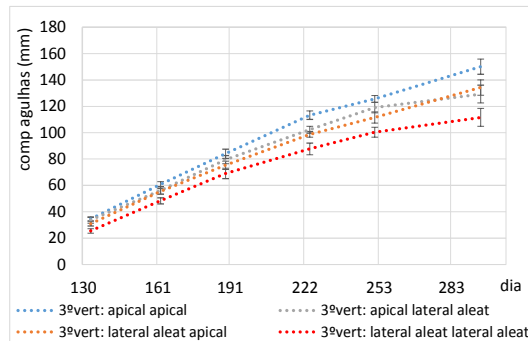


Figura 49 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento controlo (C) em relação à posição nos ramos principais e da inserção do ramo principal no 3º verticilo nos meses de maio a outubro. Um total de 48 medições (apical-apical), de 48 medições (apical-lateral aleatório), de 48 (lateral aleatório-apical) e de 48 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).

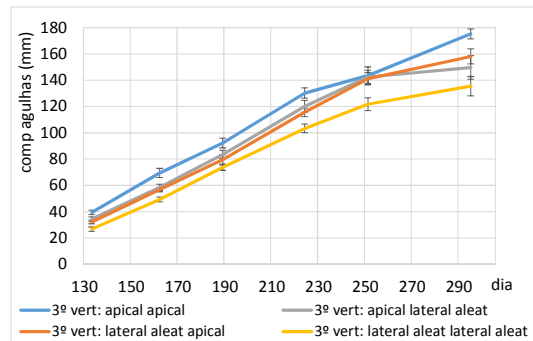


Figura 50 - Crescimento médio do comprimento das agulhas no tratamento fertirrega (FR) em relação à posição nos ramos principais e da inserção do ramo principal no 3º verticilo nos meses de maio a outubro. Um total de 48 medições (apical-apical), de 48 medições (apical-lateral aleatório), de 48 (lateral aleatório-apical) e de 48 medições (lateral aleatório-lateral aleatório).

3.3 BIOMASSAS

3.3.1 RAMINHOS

Neste ponto apresentam-se os resultados do peso seco dos raminhos recolhidos mensalmente. Poder-se-á observar o aumento de biomassa em agulhas (Figura 51, Figura 52) ao longo dos meses. É possível dizer que não existe uma diferença de biomassa em folhas entre o 1º e 2º verticilo ou entre 2º e 3º verticilo. Contudo entre o 1º e 3º verticilo, a diferença em biomassa de folhas pode-se considerar substancial a partir do mês de junho.

Da mesma maneira que a biomassa em folhas, a biomassa em raminho seco, apresenta o mesmo padrão de diferenças (Figura 53, Figura 54).

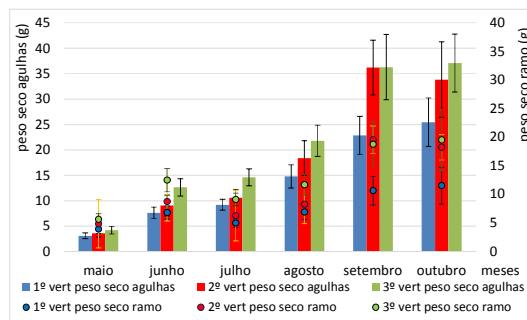


Figura 51 – distribuição mensal do peso seco médio de agulhas e ramo, por verticilo, proveniente da recolha de raminhos verdes.

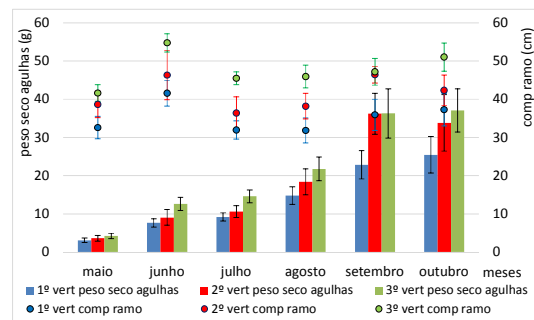


Figura 52 – distribuição mensal do peso seco de agulhas e comprimento médio dos ramos, por verticilo, proveniente da recolha de raminhos verdes.

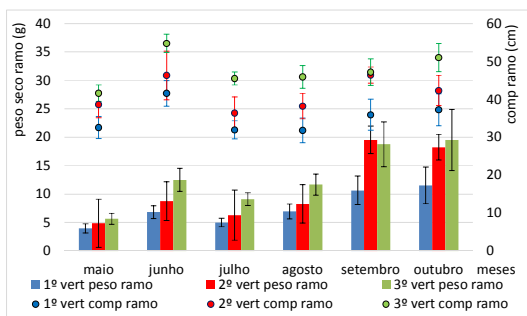


Figura 53 – distribuição mensal do peso seco médio de ramos e comprimento médio dos ramos, por verticilo, proveniente da recolha de raminhos verdes.

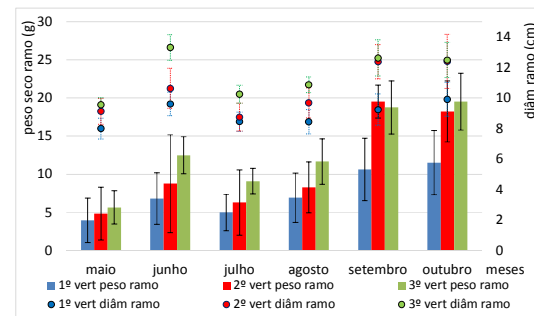


Figura 54 – distribuição mensal do peso seco médio de ramos e diâmetro médio dos ramos, por verticilo, proveniente da recolha de raminhos verdes.

3.3.2 FOLHADA

Neste ponto estão representados os valores da biomassa recolhida em cada cesto instalado por baixo de cada árvore avaliada (Figura 55). O pico de queda de agulhas ocorreu nos meses de agosto

a outubro no tratamento controlo e em setembro e outubro no tratamento fertirrega, verificando-se uma redução bastante acentuada nos meses de novembro e dezembro.

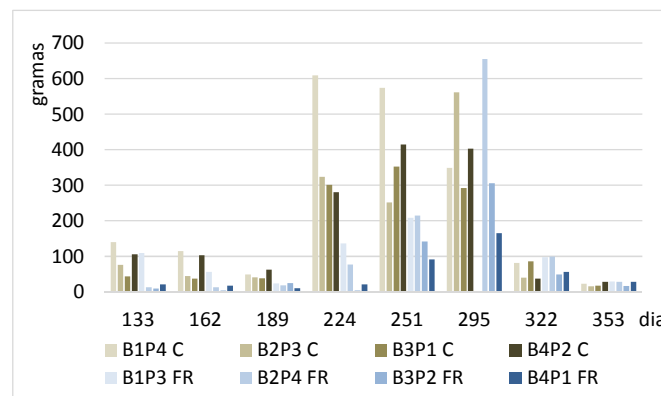


Figura 55 – Quantidade média de biomassa senescente por parcela nos meses de maio a dezembro.

Houve um efeito bastante acentuado dos tratamentos na biomassa senescente (Figura 56). Observando-se que a aplicação da fertirrega, resultou numa queda maior de folhada em agosto e setembro do controlo em comparação com a fertirrega.

Nos meses de outubro e novembro, em média por tratamento, as quantidades recolhidas foram semelhantes, porém houve diferenças entre tratamentos quando separados em árvores com e sem pinhas. Na avaliação de Outubro nas árvores com pinhas, houve uma queda mais acentuada de biomassa no tratamento FR (Figura 57), enquanto nas árvores sem pinhas houve uma queda mais acentuada no tratamento C (Figura 58). Poder-se-á propor como explicação, que os carboidratos que estariam destinados às pinhas, nas árvores sem pinhas, foram retranslocados e utilizados nas agulhas, diminuindo a senescência das mesmas.

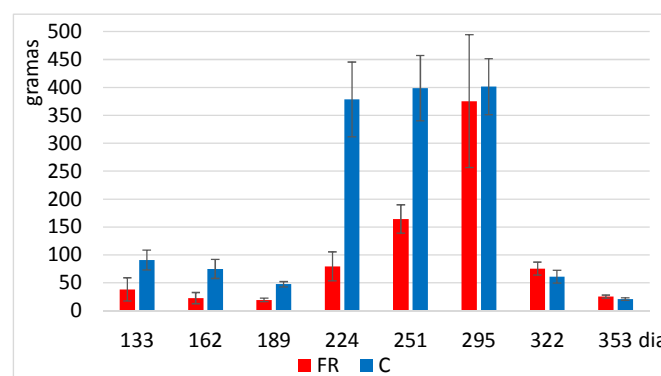


Figura 56 – Biomassa média senescente, por tratamento, recolhida em cestos nos meses de maio a dezembro.

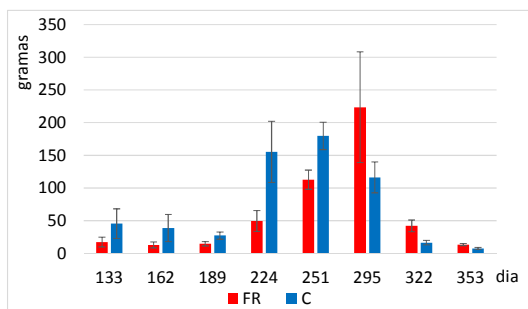


Figura 57 – Biomassa média senescente por tratamento das árvores com pinhas (exclusão das árvores 6) nos meses de maio a dezembro.

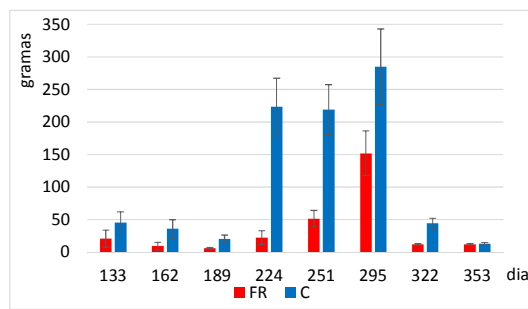


Figura 58 - Biomassa média senescente por tratamento das árvores sem pinhas (árvores 6) nos meses de maio a dezembro.

Podemos observar a biomassa média acumulada por árvore, por tratamento (Figura 59), ao longo do período de monitorização do ensaio. Existem diferenças entre biomassa acumulada a partir do momento da primeira aplicação de fertirrega, com taxas de queda sempre inferiores no tratamento FR em comparação com controlo.

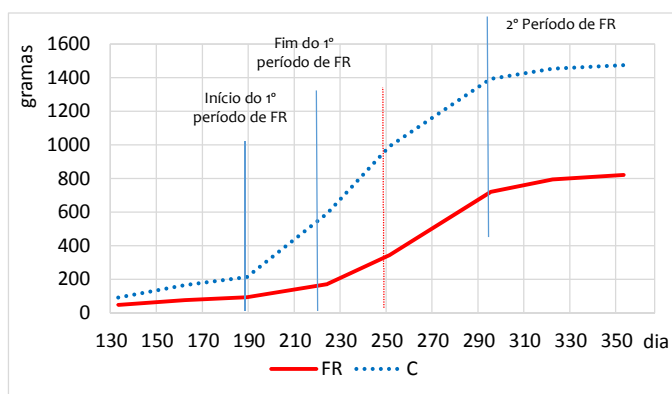


Figura 59 – Evolução da biomassa senescente média acumulada por tratamento recolhida em cestos nos meses de maio a dezembro.

3.4 PINHAS

Relativamente às pinhas estas foram amostradas de acordo com o ano do seu aparecimento.

Assim sendo são analisadas as pinhas de ano 0 (flores com aparecimento em 2014), pinhas de 1º ano (flores com aparecimento em 2013) e pinhas de 2º ano (flores com aparecimento em 2012). São avaliadas existências nos ramos amostra e mortalidades das pinhas de ano 0 ao longo de 2014 e a comparação do número de pinhas com diâmetro dos raminhos e biomassa de agulhas, crescimentos e taxas de crescimento das pinhas de ano 2. De um modo geral observa-se que as pinhas cresceram muito pouco e num espaço de tempo reduzido. A mortalidade é também de difícil de avaliação devido à reduzida taxa de crescimento e à sua coloração semelhante entre pinhas mortas e sãs, impedindo uma avaliação de rigor sob o ponto de vista qualitativa ou quantitativa.

Na Tabela 3 apresenta-se uma quantificação da mortalidade de flores nos ramos amostra entre os meses de abril e outubro (Anexo 13).

Observa-se que a mortalidade (Tabela 3) durante o período de crescimento dos ramos é reduzida, praticamente nula, verificando-se alguma nas medições no mês de outubro.

É de salientar que os ramos amostrados em outubro foram em menor número, após o início da amostragem de raminhos de 2015, e deste modo também o número de flores. Assim sendo, o número de flores assinaladas é referente ao tamanho da amostra referente ao mês de julho e outubro.

Bloco	Parcela	Arvore	Tratamento	Mortalidade %							
				abril p/ maio	n	maio p/ junho	n	junho p/ julho	n	julho p/ outubro	n
1	3	2	FR	7,69	26	0,00	42	0,00	42	8,82	32
1	4	4	C	0,00	8	0,00	12	0,00	12	100,00	1
2	3	4	C			0,00	20	11,11	19	7,29	17
2	4	5	FR			0,00	13	0,00	13	46,30	7
3	1	1	C			0,00	24	0,00	24	11,11	21
3	2	1	FR			8,33	24	0,00	24	11,11	16
4	1	3	FR			0,00	11	0,00	11	12,50	9
4	2	4	C			0,00	5	0,00	5	0,00	3

Tabela 3: Mortalidade de pinhas de ano zero nos meses de abril a julho e outubro

Quanto às pinhas de 2º ano, são apresentados os dados recolhidos durante todo o período, em termos globais (Figura 60) e por tratamento (Figura 61).

Na análise em termos globais (Figura 60) podemos observar que o crescimento se dá até ao mês de junho mantendo-se constante até à altura da apanha.

Da análise por tratamento (Figura 61), devido à fertirrega ter ocorrido entre o dia 23 de junho e 25 de julho, em que o crescimento já tinha cessado, não se notam diferenças acentuadas entre aqueles.

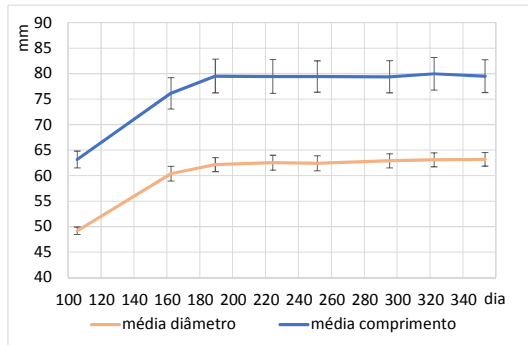


Figura 60 – Evolução dos crescimentos em diâmetro e comprimento das pinhas de 2º ano nas árvores amostra durante os meses de abril a dezembro

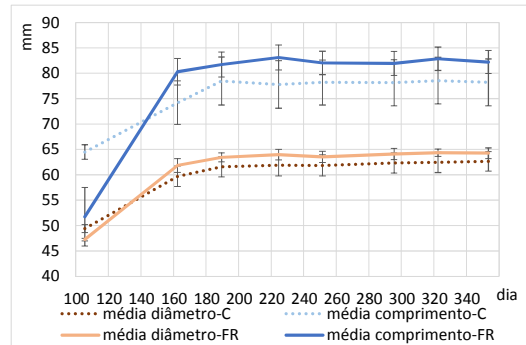


Figura 61 – Evolução dos crescimentos em diâmetro e comprimento das pinhas de 2º ano por tratamento nas árvores amostra durante os meses de abril a dezembro

3.5 HUMIDADE NO SOLO

Como se pode comprovar no ponto 2.1.4 do clima, e que se mostra neste ponto, o Verão não foi muito seco, havendo mesmo períodos de chuva acentuada nos meses de agosto e setembro.

Deste modo, não seria de esperar que o teor de água no solo influenciasse profundamente o desenvolvimento das estruturas das árvores ainda que permita complementar informação referente ao estado hídrico das plantas.

Podemos observar valores de humidade no solo sensivelmente mais elevados nas parcelas fertirrigadas que nas parcelas controlo (Figura 62 e Figura 63). A dotação de água que se aplicou foi suficiente e provavelmente em quantidades de “luxo” pois durante o período de fertirrega os valores mantiveram-se sempre elevados (Figura 62), não se notando depleção aparente desencadeado pelas árvores ou por evapotranspiração. Observa-se, que nas parcelas controlo (Figura 63) a partir de um certo valor de percentagem de volume de humidade no solo, os valores mantêm-se praticamente constantes ao longo do período seco.

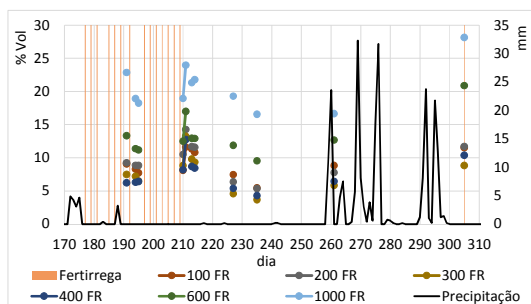


Figura 62 – Evolução da humidade do solo com a influência da rega e precipitação nas parcelas de fertirrega durante os meses de junho a outubro

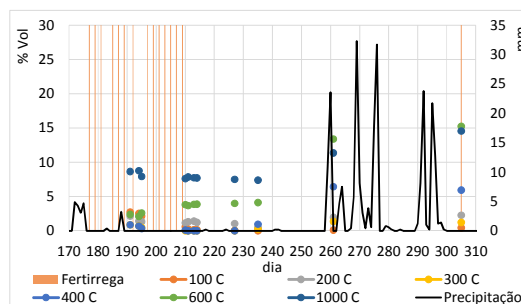


Figura 63 – Evolução da humidade do solo com a influência da rega e precipitação na parcela controlo durante os meses de junho a outubro

3.6 POTENCIAL HIDRICO DO XILEMA FOLIAR

Os primeiros meses de medições de potencial hídrico foliar foram os que serviram para apurar a técnica e a metodologia de avaliação. Assim sendo, na Figura 64 estão apresentados os resultados desta técnica durante os meses de junho, julho e agosto. Podemos dizer que os melhores resultados obtiveram-se durante o mês de agosto.

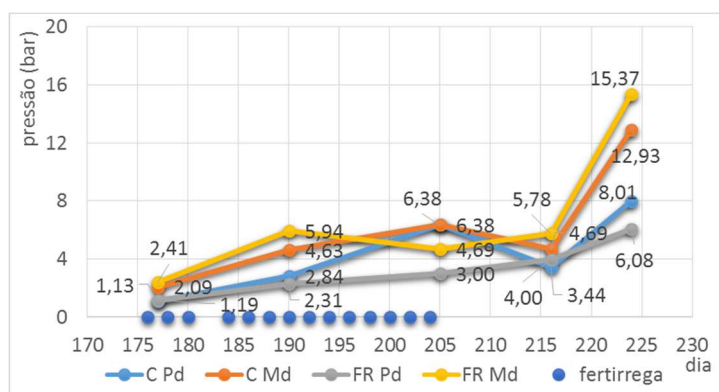


Figura 64 – evolução dos pre-dawns e midday durante os meses de junho, julho e agosto.

Após as primeiras medições, e dos ajustes necessários à metodologia, consideram-se já suficientemente fiáveis os dados obtidos nos meses de setembro e outubro.

Podemos observar que as únicas diferenças existentes são as do mês de setembro nas medições de pre-dawn (Figura 65), o que deverá indicar uma resposta mais lenta à reposição dos níveis hídricos por parte das árvores no tratamento controlo. Porém não houve qualquer diferença em termos das avaliações feitas na altura de midday. Isto indicará que as plantas nunca estiveram em condições de stress hídrico (Figura 66).

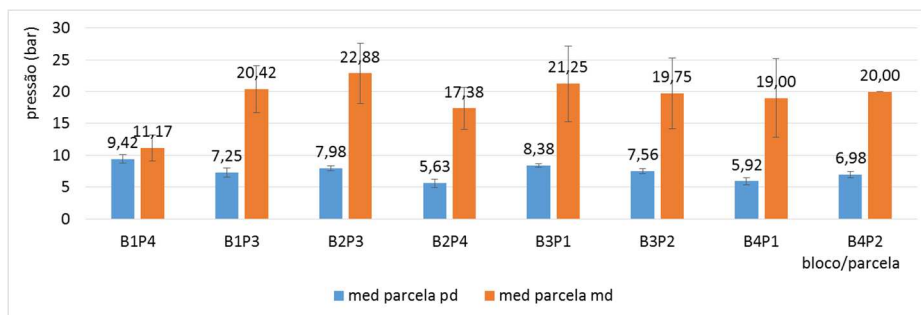


Figura 65 - Medição de *pre-dawn* e *midday* em 8 de setembro de 2014 nos blocos 1, 2, 3 e 4

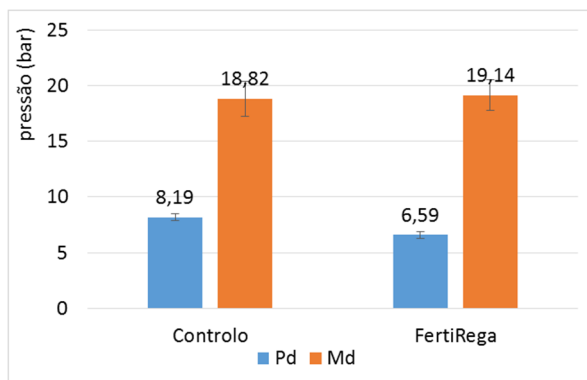


Figura 66 - Média por tratamento das medições de *pre-dawn* e *midday* em 8 de setembro de 2014

No mês de outubro, por motivos de ocorrência de precipitação no período entre as medições de setembro e as de outubro, os níveis de humidade no solo foram reestabelecidos nas parcelas do controlo não se notando qualquer diferença quer no *midday* quer no *pre-dawn* (Figura 67 e Figura 68).

Deste modo podemos considerar que as plantas teriam nesta altura, o equilíbrio hídrico restabelecido.

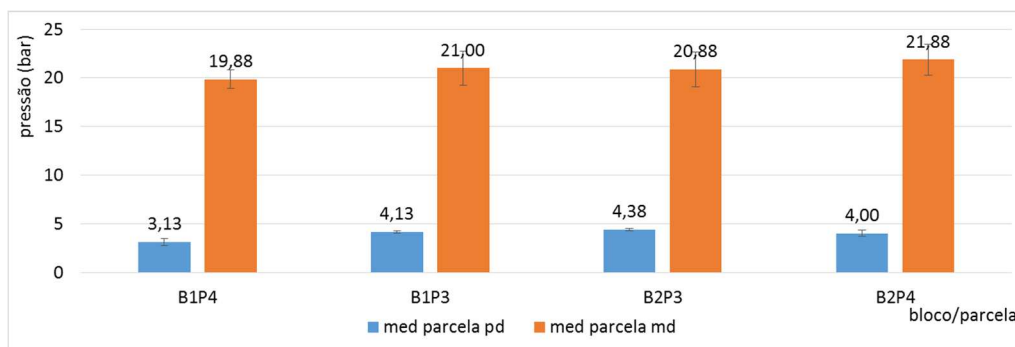


Figura 67 - Medição de *pre-dawn* e *midday* em 22 de outubro de 2014 no bloco 1 e 2

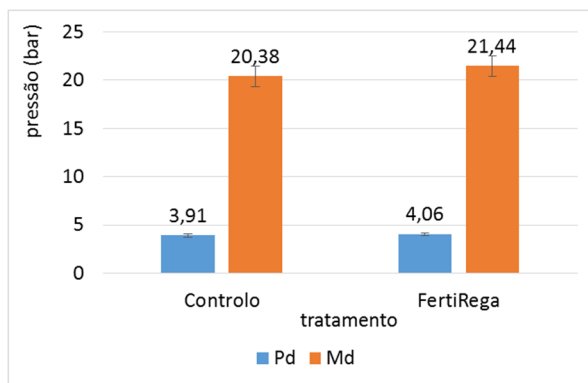


Figura 68 - Média por tratamento das medições de *pre-dawn* e *midday* em 22 de outubro

3.7 PREDIÇÃO DA BIOMASSA

Este ponto teve como principal objetivo a predição da biomassa dos raminhos a partir de variáveis medidas nos raminhos. Apesar de a obtenção de modelos para a predição mensal da biomassa de raminhos e folhas sair fora do âmbito desta tese, tem-se contudo uma primeira análise gráfica exploratória.

Observa-se, na Figura 69 e Figura 70 as correlações existentes entre Comprimento dos ramos, diâmetro dos ramos e comprimento de agulhas, referentes às medições e colheita de amostras verdes ao longo dos meses (abril a outubro).

3.7.1 COMPRIMENTO / DIÂMETRO DOS RAMINHOS

Na Figura 70 verifica-se que a relação entre comprimento e diâmetro do raminho é bastante semelhante entre os meses analisados.

As correlações relativas ao comprimento do raminho em função do diâmetro parecem mostrar, segundo o valor de R^2 , que as regressões elaboradas estão bem ajustadas à amostra (Figura 69, Figura 70).

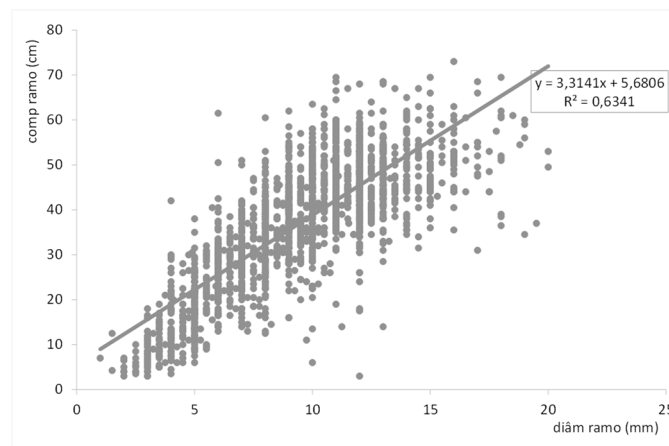


Figura 69 - Correlação entre comprimento e diâmetro do raminho

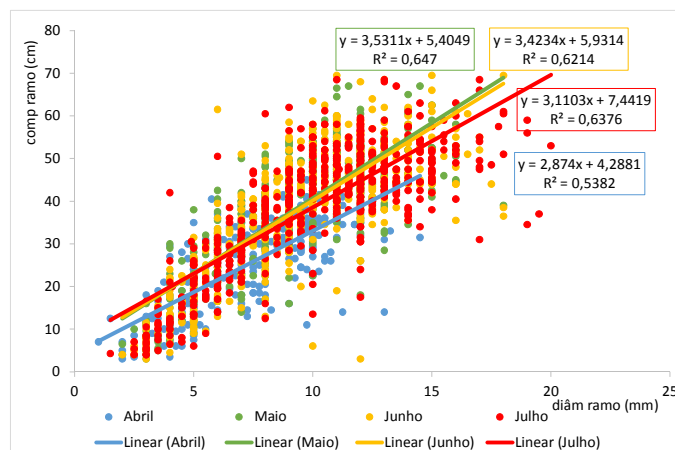


Figura 70 - Correlação entre comprimento e diâmetro do raminho nos meses de abril, maio, junho e julho

3.7.2 COMPRIMENTO DAS AGULHAS / COMPRIMENTO, DIÂMETRO DOS RAMINHOS

Ainda que fraca a correlação comprimento das agulhas/diâmetro do ramo (Figura 71) e a correlação comprimento das agulhas/ comprimento do ramo (Figura 72) é notória.

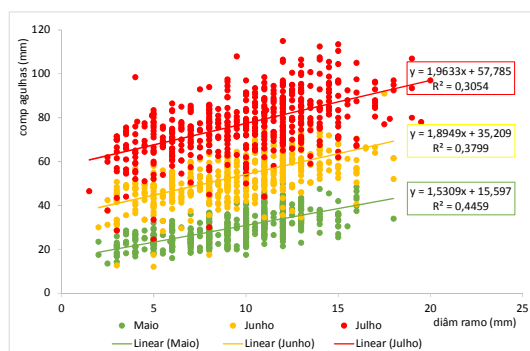


Figura 71 - Correlação entre comprimento das agulhas e diâmetro do raminho nos meses de maio, junho e julho

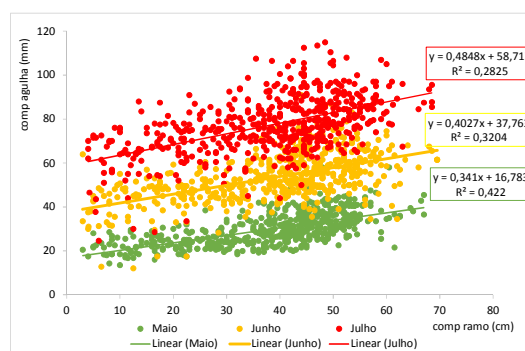


Figura 72 - Correlação entre comprimento das agulhas e comprimento do raminho nos meses de maio, junho e julho

3.7.3 PESO SECO DE AGULHAS / DIÂMETRO DOS RAMINHOS

Na Figura 73 e Figura 74 observam-se as correlações entre o diâmetro dos raminhos recolhidos em verde e o peso seco de agulhas.

Foram realizados dois tipos de correlações, uma mensal (Figura 73), em que apresenta em cada um dos meses uma correlação bastante forte e uma outra (Figura 74) em que não se diferenciou cada mês, obtendo-se deste modo uma correlação com R^2 mais baixo.

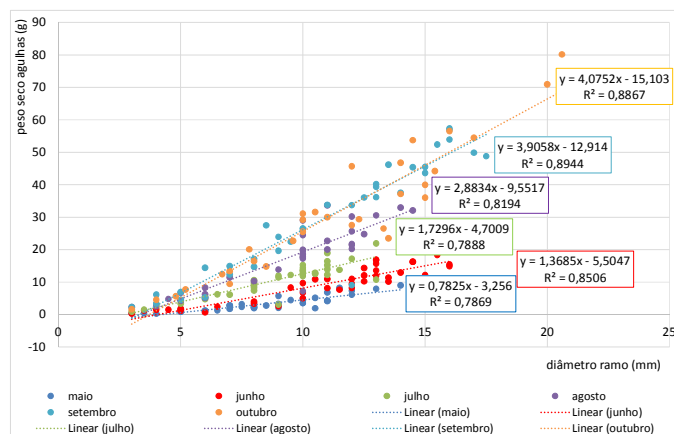


Figura 73 - Correlações entre diâmetro dos raminhos e peso seco das agulhas nos meses de maio a outubro

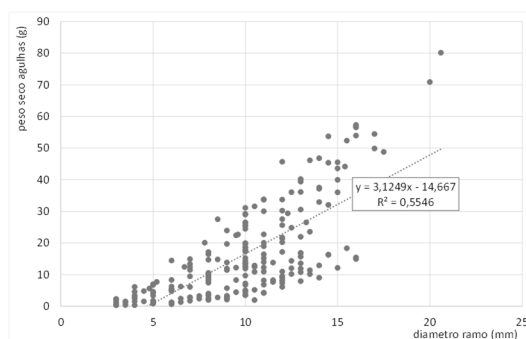


Figura 74 - Correlação entre diâmetro dos raminhos e peso seco das agulhas dos raminhos recolhidos de maio a outubro

3.7.4 PESO SECO DO RAMINHO / COMPRIMENTO E DIÂMETRO DOS RAMINHOS

Neste ponto estão representadas as correlações entre peso total do raminho / comprimento (Figura 75) e diâmetro do raminho (Figura 76), valores estes obtidos através da recolha mensal de amostras verdes. É possível observar em qualquer um dos casos que as regressões estão bem ajustadas sendo a melhor a do diâmetro com peso total do ramo (Figura 76).

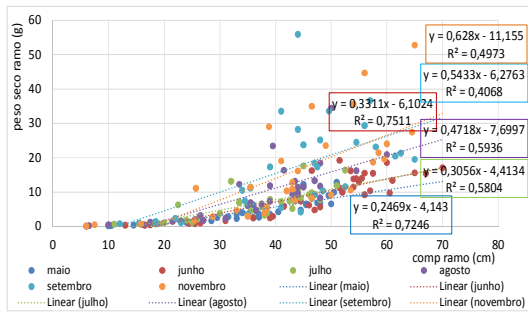


Figura 75 - Correlações entre peso seco do raminho e comprimento do raminho nos meses de maio a novembro

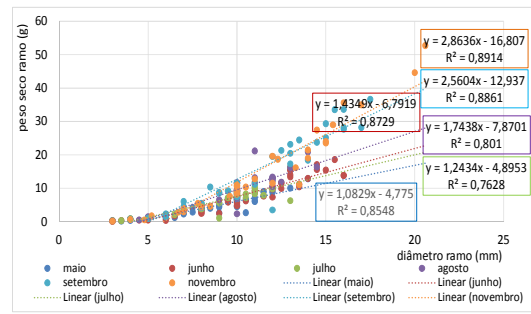


Figura 76 - Correlações entre peso seco do raminho e diâmetro do raminho nos meses de maio a novembro

3.7.5 COMPRIMENTO DAS AGULHAS / PESO SECO DO RAMINHO, PESO SECO DAS AGULHAS

Quer na correlação entre peso total do raminho e comprimento das agulhas (Figura 77) quer na correlação entre peso seco das agulhas e o comprimento das agulhas (Figura 78), as regressões mostram-se pouco ajustadas, como é visível pelos valores de R^2 .

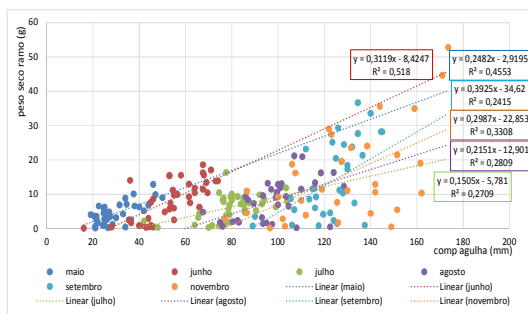


Figura 77 - Correlações entre peso seco do raminho e comprimento das agulhas nos meses de maio a novembro

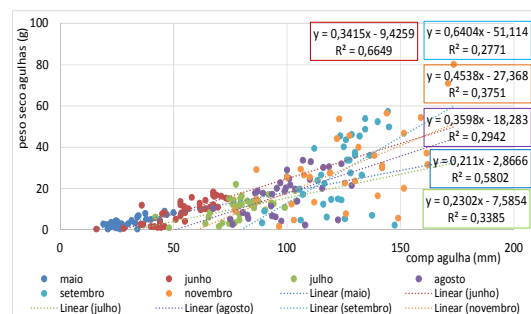


Figura 78 - Correlações entre o peso seco das agulhas e o comprimento das agulhas nos meses de maio a novembro

4 DISCUSSÃO

Esta tese como objetivo apresentar metodologias para avaliação do crescimento em pinheiros mansos enxertados com oito anos de idade.

Após a apresentação dos resultados, poder-se-á debater alguns pontos que se tornaram evidentes e que se mostram de uma importância relevante para o estudo do crescimento do pinheiro manso principalmente das suas estruturas de acordo com as condições de cada local, assim como das condições que pretendemos proporcionar.

Em primeiro lugar, e apesar dos valores absolutos apresentados, podemos dizer que o período de medições não foi o ideal no primeiro ano do projeto em que se engloba esta tese, tendo sido dado início aos trabalhos, provavelmente dois meses após o início dos crescimentos em comprimento e diâmetro dos ramos.

Assim como o início das medições, também o início da fertilização foi tarde, pois como já vimos e concluiremos de seguida os períodos de crescimento (comprimento e diâmetro dos ramos) cessaram antes da aplicação dos tratamentos.

Deste modo relativamente aos crescimentos em comprimento e diâmetro dos ramos ficamos com a noção da taxa de crescimento e término do crescimento desta estrutura. Contudo não podemos concluir qual a influência dos tratamentos no seu crescimento.

Da mesma maneira que não obtivemos qualquer efeito por parte da fertirrega, com a retirada das pinhas, em junho e julho, na sua totalidade, também não obtivemos qualquer efeito na alocação diferenciada de nutrientes e carbono.

Apesar do período de avaliações não ter englobado o período total de crescimento, foram importantes os resultados recolhidos para que nas próximas avaliações, as medições de comprimentos e diâmetros dos ramos devem iniciar-se substancialmente mais cedo.

As agulhas, ao contrário dos ramos, iniciam o seu crescimento apenas em maio. Foi assim possível, não só ver o seu desempenho em crescimento como a sua reação à fertilização até meados de outubro. Estas responderam positivamente à aplicação de fertirrega.

Esta reação positiva foi registada nas folhas em qualquer parte da árvore, sendo possível afirmar que, nesta fase de crescimento, os hidratos de carbono produzidos na fotossíntese são distribuídos equitativamente em toda a planta. As agulhas apresentam um período de crescimento maior durante o ano, mantendo-se em crescimento até ao período de latência vegetativa. Será de analisar se as agulhas com aparecimento em 2014 continuam a crescer em 2015 durante o período de crescimento, fator este que terá importância na taxa de fotossíntese e de alocação de carboidratos.

A retirada das pinhas teve um efeito positivo no crescimento das agulhas (Figura 29), exceto nas árvores fertirrigadas sugerindo que a quantidade de nutrientes fornecidos às plantas será suficiente para satisfazer as necessidades nutricionais de todas as estruturas.

Quanto às diferentes divisões das árvores, em verticilos, exposição e posição dos ramos em cada verticilo (apical/lateral aleatório), quer os crescimentos de comprimentos e diâmetro de raminhos quer os comprimentos das agulhas, mostram algumas diferenças entre eles sendo mais notório quando falamos de comprimento e diâmetro de ramos anuais. Quanto aos verticilos, existem diferenças entre o primeiro e segundo como do segundo e terceiro, sendo a maior diferença entre primeiro e terceiro. Quanto à exposição, o norte e sul não apresentam qualquer diferença, contudo a diferença entre estes dois e o topo é bastante notória.

Relativamente à posição dos ramos, entre as quatro classes parece haver alguma diferença entre médias sendo de maior importância a diferença entre apical-apical e lateral aleatório- lateral aleatório.

Apesar de no crescimento das agulhas poder haver algumas diferenças que assemelham às agora descritas, porém pouco acentuadas, será mais importante dar relevância ao efeito dos tratamentos, estes sim com significância entre eles.

A queda de folhada foi uma das outras influenciada pela da fertirrega, que promoveu a manutenção das agulhas na árvore. Em comparação com as árvores de controlo, a queda de folhada foi 28.4 % inferior.

Com estes dados é de prever que no próximo ano de crescimento, as árvores das parcelas de fertirrega, tendo maior capacidade fotossintética, tenham também maiores taxas de crescimento, já que não havendo tanta biomassa senescente existe maior biomassa fotossinteticamente ativa. Será um dos pontos a verificar, na continuação do projeto e não nesta tese, o estudo das taxas de respiração e fotossíntese, tendo em comparação a biomassa perdida em 2014.

Relativamente às pinhas, o período em que decorreu este estudo serviu, assim como para os restantes estruturas, estudar a sua fenologia. Ou seja, permitiu avaliar a altura de aparecimento das flores (maio) e os períodos de crescimento das pinhas. Contudo, como já foi discutido relativamente aos crescimentos em comprimento e diâmetro dos ramos, a altura em que se começou as medições mostrou-se tardia, altura esta muito próximo do término dos crescimentos (junho). Ficamos assim com a noção que, querendo avaliar as taxas de crescimento das pinhas, a sua monitorização deverá iniciar-se o mais cedo possível, idealmente durante o mês de fevereiro.

O estudo de mortalidade de flores e pinhas de 1º ano, foi difícil de avaliar, já que após o mês de junho as estruturas não apresentam qualquer acréscimo de volume. Deste modo será necessário monitorizar durante o período de crescimento em anos consecutivos, através da sua coloração e taxas de crescimento.

As pinhas de 2º ano param o seu crescimento após junho permitindo até a esta data avaliar a sua mortalidade e taxa de crescimento, decorrendo de seguida o período de amadurecimento. Não foi verificado qualquer taxa de mortalidade das pinhas de 2º ano, o que indica que, para os valores de humidade do solo e de potencial hídrico foliar das plantas observados, estes são suficientes para a sobrevivência das pinhas maduras.

Quanto às flores masculinas, estas não foram observadas nas árvores do ensaio, possivelmente devido à sua idade. Em estudos futuros, possivelmente durante a continuação do Projeto PINEA, será de complementar esta informação com a observação das árvores adultas envolventes. Pois será um fator importante na avaliação do sucesso da produção de pinhas.

A humidade do solo e o potencial hídrico foliar são indicadores da entrada da planta em stress hídrico. Apesar da dificuldade encontrada para a determinação do potencial hídrico foliar, que não depende apenas do operador mas também da variabilidade existente na própria planta, esta tese surgiu também para estabelecer um protocolo definitivo de medição fiável e identificar problemas na sua medição (Figura 65 a Figura 68). Observaram-se diferenças entre tratamentos principalmente nas medições de *pre-dawn*. Porém esta diferença foi mínima devido ao período bastante chuvoso durante os meses de setembro, outubro e novembro, impedindo um contraste maior entre tratamentos no que se refere aos teores de humidade do solo.

Das correlações apresentadas salienta-se a correlação entre diâmetro do ramo e peso seco de agulhas, sugerindo a possibilidade de prever a biomassa de agulhas com base nos diâmetros dos ramos.

Da mesma maneira que a correlação anterior mostrou-se bastante ajustada e a correlação entre comprimentos e diâmetro dos ramos, como em qualquer relação biométrica de árvore, também aparenta estar bem ajustada à amostra escolhida.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho possibilitou um maior conhecimento da fenologia da espécie, distinguindo os períodos de maiores crescimentos das várias componentes da copa e alguns efeitos da fertirrega neste crescimento.

Serão apresentadas de seguida algumas conclusões de modo sucinto que proporcionarão um resumo dos trabalhos que serviram de material a esta tese.

5.1 CRESCIMENTO DOS RAMOS

O crescimento dos ramos em termos de comprimento e diâmetro dão-se com maior intensidade até ao mês de maio. Depois desta data o crescimento em comprimento cessa e o crescimento em diâmetro abrandando dando-se início ao desenvolvimento das flores e novos gomos.

Poder-se-á confirmar com os gráficos demonstrativos no capítulo de resultados que quer o comprimento quer o diâmetro se comportam de maneira idêntica em cada uma das zonas da copa onde se realizou o estudo. Quanto à posição vertical na copa, tanto o diâmetro como o comprimento apresentam crescimentos maiores no terceiro verticilo, havendo alguma diferença apreciável entre o primeiro e o segundo, porém pequena, sendo os ramos do segundo maiores que o primeiro.

A exposição Norte e Sul não influencia crescimento e tamanho dos ramos, exceto nos ramos de topo, sem exposição, que apresentam valores maior quer em comprimento quer em diâmetro em comparação com os ramos norte e sul.

Quanto à posição do raminho em cada ramo, é notório, relativamente ao comprimento, que os raminhos lateral aleatório-apical e lateral aleatório-lateral aleatório diferem dos raminhos apical-apical e apical-lateral aleatório no primeiro e segundo verticilo, o que não se confirma no terceiro que apresenta valores semelhantes. Quando se fala em diâmetro já não se pode fazer esta comparação, havendo uma diferenciação grande entre raminhos lateral aleatório- lateral aleatório e apical-apical, estando os restantes em valores intermédios e sem grandes diferenças entre si, fenómeno observado em qualquer um dos três verticilos. As medições iniciaram-se em abril o que se veio a comprovar demasiado tarde.

Conclui-se que, para uma avaliação mais rigorosa dos crescimentos é necessário considerar uma escala temporal que abranja não só os meses de abril e maio mas também fevereiro e março.

5.2 AGULHAS

As agulhas, desde o seu aparecimento em maio, têm um crescimento contínuo até à paragem vegetativa estival. Será de analisar na continuação do projeto PINEA se o crescimento dessas mesmas agulhas continuam no período de crescimento no ano seguinte.

Não parece existir grande diferença entre as agulhas de acordo com a exposição, posição do ramo em cada verticilo ou mesmo entre verticilos, não existe porém qualquer tipo de competição pela luz. Porém é uma estrutura, pelos resultados obtidos e de acordo com o período de aplicação dos tratamentos, no período de maior crescimento, que permite verificar com bastante fiabilidade os efeitos dos dois tratamentos especificados.

Como foi referido anteriormente, a medição das agulhas foi feita recorrendo a uma metodologia destrutiva. Deste modo as medições foram realizadas recorrendo a pares de agulhas sucessivamente diferentes, apesar de se localizarem na mesma zona do raminho. Assim sendo, e de modo a minimizar a subjetividade da amostragem, será de implementar em avaliações futuras uma metodologia que vise a monitorização do mesmo par em todas as medições.

5.3 BIOMASSA DE FOLHADA E RAMINHOS

Quanto à biomassa senescente, esta apresentou diferenças entre os tratamentos, apesar do verão pouco seco, não nos permitindo relacionar estas diferenças com os teores de humidade no solo. Os efeitos foram bastante notórios, contudo devido à natureza do tratamento, não foi possível determinar se foi devido à fertilização se à aplicação de água. Será importante no futuro avaliar se uma menor quantidade de biomassa senescente das agulhas, se repercutirão numa maior área foliar e mais eficiente taxa fotossintética permitindo deste modo uma maior produção e sucesso na sobrevivência das pinhas.

Relativamente à biomassa verde dos ramos, e da amostragem feita, podemos referir que até maio temos um aumento substancial de biomassa de lenho, após essa data aumenta não só a biomassa do lenho por aumento dos diâmetros dos ramos como o aumento da biomassa fotossintética, pelo aparecimento das agulhas.

5.4 PINHAS

Tal como as outras variáveis biométricas, as medições das pinhas de 1º e 2º ano revelaram ter sido iniciadas tardiamente. Ficou confirmado que o término do crescimento, crescimento este mais ténue nas pinhas de 1º ano, ocorre em meados do mês de junho, não tendo sido possível registar o seu início.

Não foi possível verificar qualquer efeito por parte dos tratamentos, pois estes tiveram início após o término do crescimento das pinhas.

Salienta-se que a avaliação da mortalidade deverá ser feita no final do período de crescimento, de modo a confirmar se houve ou não crescimento mesmo que seja diminuto como é o caso da passagem de flor para pinha de 1º ano. Esta será também a melhor altura para fazer a contabilização das flores com aparecimento no mês de maio.

5.5 POTENCIAL HÍDRICO DO XILEMA FOLIAR

Foi difícil elaborar um protocolo viável e de fácil implementação para determinação do potencial hídrico foliar. Deste modo durante os primeiros meses em que se realizou a sua determinação, deparamo-nos com algumas dificuldades, relatadas no capítulo 2.4.6 deste trabalho. Apenas durante a medição de agosto ficou estabelecido o protocolo final, onde consta que as medições serão realizadas em pares de agulhas, no maior número possível devido à variabilidade existente dentro da árvore. Foi possível após o domínio da técnica, verificar que durante os meses de agosto e setembro, a diferença entre o potencial ao meio-dia solar e o potencial da madrugada foi superior nas parcelas do controlo que nas parcelas de FR. Este resultado sugere que a capacidade de recuperação das árvores no controlo foi inferior que nas árvores da FR, através das medições de madrugada. Porém, não se notando qualquer diferença substancial nas medições de meio-dia solar nas árvores de ambos os tratamentos, podemos concluir que os níveis de humidade no solo do controlo não foram limitantes para o processo de fotossíntese e deste modo para o contínuo crescimento da planta.

5.6 TRATAMENTOS (FR, C)

Em relação ao início dos tratamentos de fertilização e rega verificou-se que estes ocorreram demasiado tarde impossibilitando a avaliação do crescimento em comprimento e diâmetro da planta, sendo apenas visível o efeito nas agulhas, devido a estas terem a sua origem e crescerem num período diferente.

Deste modo, a aplicação de fertirrega não foi visível quer no crescimento em comprimento quer no crescimento em diâmetro dos ramos anuais, assim como não foi possível observar qualquer alteração no crescimento das pinhas.

Porém podemos concluir que o efeito da fertirrega quer no crescimento das agulhas quer na queda da folhada foi notória, nesta última, inferior no tratamento fertirrega, durante o período de maior calor e enquanto se manifestava o efeito do tratamento nas medições do potencial hídrico foliar.

5.7 PLANEAMENTO FUTURO

De acordo com os dados relatados e discutidos ao longo deste trabalho, assim como as dificuldades encontradas e apresentadas, neste ponto será apresentada uma calendarização de ações de modo a monitorizar com maior exatidão o desenvolvimento de pinheiros mansos, principalmente de idade juvenil, e os principais efeitos da aplicação de diferentes tratamentos aos povoamentos, de modo a contribuir para um maior conhecimento e deste modo promover um maior sucesso no desenvolvimento dos povoamentos e na produção de pinhas.

janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro
	Avaliação de crescimentos em comprimento e diâmetro (ano n)										
Avaliação do crescimento das agulhas (ano n+1)				Avaliação do crescimento das agulhas (ano n)							
Avaliação dos crescimentos das pinhas de 1º e 2º ano (ano n)					Avaliação do amadurecimento das pinhas de 2º ano (ano n)						
				Contabilização de flores e avaliação de mortalidades (ano n)							
Avaliação do aparecimento das flores masculinas em árvores adultas (ano n)											
				Avaliação do estado hídrico das plantas e solo (ano n)							
Avaliação da biomassa senescente (ano n)											
Aplicação de fertilização para beneficiar o crescimento					Aplicação de rega reduzindo o stress hídrico, de modo a maximizar a produção e diminuir a mortalidade das pinhas e flores						
			Aplicação de fertilização para beneficiar a floração								

Tabela 4: Cronograma de avaliações para monitorização de crescimentos e efeito de tratamentos em pinheiro manso.

6 BIBLIOGRAFIA

Amaral, M., 2009, O Combate ao Nemátodo da Madeira do Pinheiro-Caderno Técnico, IFAP, Lisboa

Calado, N, 2012, Fileira da Pinha/Pinhão – Necessidades de Informação e Conhecimento, Alcácer do Sal

Calama, R., Madrigal, G., Candela, J. A., Montero, G., 2007, Effects of fertilization on the production an edible forest fruit: stone pine (*Pinus pinea* L.) nuts on south-west Andalusia, Invest. Agrar.: Sist. Recur. For. 16(3): in press

Cardoso, M.M., Lobo, P.A., 2001, Delimitacao de pisos bioclimaticos e regioes de proveniencia do Pinheiro Manso em Portugal, usando sistemas de informacao geográfica, Silva Lusitana, Vol 9-1, Lisboa

Consejería de Medio Ambiente, 2004, El Pino Piñonero (*Pinus pinea* L.) en Andalucía, Ecología, distribución y silvicultura, Andalucía

Gilman, E., Watson, D., 1994, *Pinus pinea* Stone Pine, Forest Service, Department of Agriculture, Fact Sheet ST-472, USA

ICNF, 2013. IFN6 – Áreas dos usos do solo e das espécies florestais de Portugal continental. Resultados preliminares. [pdf], 34 pp, Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. Lisboa.

Lerena, S. D., Palá J. O., Ruiz, P., Manzano, I. C., Rubira, P., Hierro R. S., 2000, Influencia de la relación N-P-K en el desarrollo en vivero y en campo de planta de *Pinus pinea*, IN: Actas del Congreso I Simposio del pino piñonero, Volumen: 195-202, Valladolid.

Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural e Pescas, 2004, Caderno de especificações - Pinhão de Alcácer do Sal - Denominação de Origem, Lisboa

Mutke S., Gordo, J., Gil, L., 2005, Cone Yield Characterization of a Stone Pine (*Pinus pinea* L.) Clone Bank, *Silvae Genetica* 54, 4–5, Spain

Mutke, S., Calama, R., Gordo J., Gil L., 2007, El uso del Pino piñonero como especie frutal en sistemas agroforestales de secano, 3ª Reunión del Grupo de Trabajo sobre Sistemas Agroforestales, Plasencia

Mutke, S., Calama, R., Gordo J., Gil L., Álvarez, D., 2007, Stone pine orchards for nut production: which, where, how?, FAO-CIHEAM, Nucis-Newsletter 14

Mutke, S., Gordo, J., Climent, J., Gil, L., 2002, Shoot growth and phenology modelling of grafted Stone pine (*Pinus pinea* L.) in Inner Spain

Salvador, P., Rubira, J., Manzano, I., 2000, Influencia del endurecimiento por estrés hídrico y la fertilización en algunos parámetros funcionales relacionados con la calidad de la planta de Pinus pinea, Actas del 1er Simposio sobre el pino piñonero, Volumen 1: 211-218 Centro Nacional de Mejora Forestal “El Serranillo”, Ministerio de Medio Ambiente, Valladolid .

Silva, J.S. (coord.), Oliveira, A.M.M.C., Fabião, A.M.D., Pereira, J.S., Costa, J.C.A., Lousa, M.F., 2007, Árvores e Florestas de Portugal Vol.4, Pinhais e Eucaliptais – A Floresta Cultivada, Público S.A., Lisboa

Sousa, E., Ferreira C., Pimpão, M., Naves, P., Valdivieso T., Varela C., 2012, Sanidade dos povoamentos de pinheiro manso em Portugal, Alcácer do Sal.

http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal/legend/1G_Lithology_por.pdf, 2015

<http://onegeology-europe.brgm.fr/geoportal/viewer.jsp#>, 2015

<http://www.experimental-hydrology.net>, 2014

<http://www.florestar.net/pinheiro-manso/pinheiro-manso.html>, 2015

<http://www.icnf.pt/portal/florestas/gf/ps/rp/pinus-pinea>, 2015

<http://www.icnf.pt/portal/florestas/ifn/ifn6#dad>, 2015

<http://www.pinuspinea.com>, 2014

<http://www.pmsinstrument.com/products/model-1000-pressure-chamber-instrument>, 2014

7 ANEXOS

Anexo 1-Descrição promonorizada do três perfis de solo

Perfil 1 com 2 metros de profundidade situado a cotas mais elevadas é caracterizado por ter superfície coberta de vegetação espontânea diversificada e densa com sistema radicular que se situa essencialmente nos 1^{os} 5 cm formando um infiltrado de raízes no qual se segue o horizonte A_p (0-30/35 cm) de profundidade irregular, com textura arenosa com bastante saibro e algum cascalho de quartzo, cor 10YR 6/3 (pardo pálido, estado húmido, apédico, sem agregação), compactidade média, por vezes grande, com algumas raízes muito finas de gramíneas. Presença de bolsas pequenas em pequena quantidade, cor muito escura de área cimentada, resultado da preparação de solo inicial. Transição irregular e abrupta para um horizonte A₂ (30/35 – 90 cm) arenoso, grão grosseiro, cor clara com bastante saibro e algum cascalho de quartzo boleado, raras raízes muito finas, muito raras raízes de pinheiro (duas). Fim do horizonte a 90 cm sem apresentação de nenhum nível de cor muito esbranquiçada com transição abrupta para camada de arenito (90 cm-1.35 m) manchado de cores cinzentas e pardo-amarelada- avermelhada, compactidade muito grande, sem raízes visíveis, transitando para uma camada de acumulação de saibro, cascalho, pedra quartzo baleado, à mistura com material argiloso, de compactidade muito grande com raras raízes médias com transição final para uma camada franco-limosa, cor cinzenta (2,5Y 6/2 – cinzento pardacento claro ou 5Y 6/2 – cinzento oliváceo claro) com raízes finas e médias nas interfaces da zona de fissura, compactidade grande.

Quanto a interpretação agronómica, estamos na presença de um solo mobilizado até aos 30-40 cm, tudo indica tratar-se de charrua seguida de gradagem, revelando o horizonte A_p ligeiramente compacto onde predominam, sobretudo próximo da superfície, as raízes de vegetação espontânea.

Horizonte E ou camada C₁ de material arenoso, solto, onde as raízes passam sem dificuldade, no qual não se observa nenhuma zona de lavagem especial, ou seja, não há um aclaramento de cor como consequência de lixiviação de nutrientes. Esta camada C vai assentar de uma forma abrupta sobre uma camada de arenito manchado de amarelo e vermelho com baixa concentração de elementos grosseiros (material mais fino) com capacidade de fendilhar e dando a possibilidade de penetração de raízes e ao mesmo tempo zona de travagem de movimento descendente de água.

Camada C₃ pedregosa com acumulação de alguma matéria fina, algumas raízes, muitas delas mortas. Por baixo: uma zona de textura fina cinzento-olivácea bastante pronunciado, com acumulação de raízes finas muitas delas mortas nas interfaces dos elementos estruturais que

se individualizam por processo de fendilhamento. Elevada capacidade de fendilhamento quando é retirada a água.

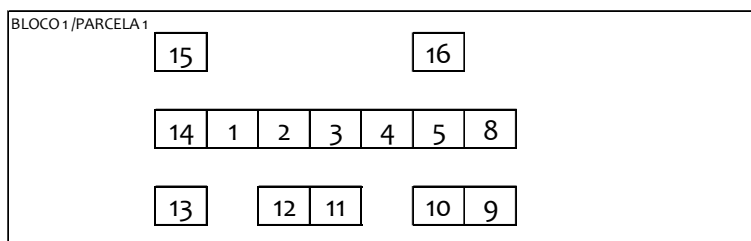
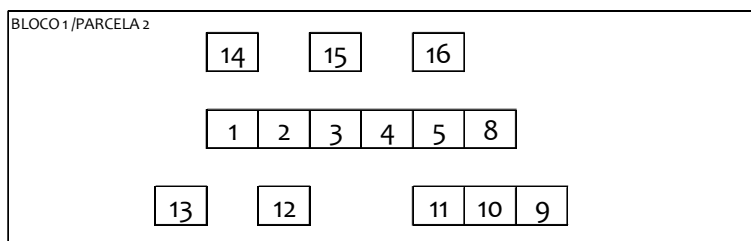
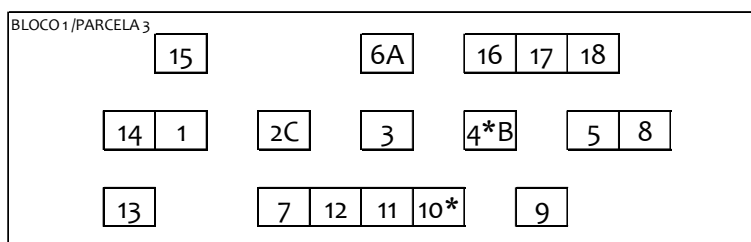
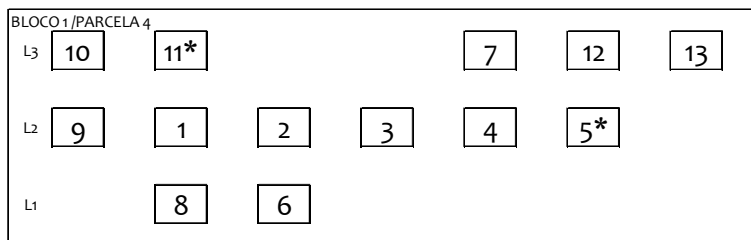
Perfil 2 situado a meio da encosta caracterizado como arenossolo muito profundo, textura arenosa, com horizonte A_{p1} (0 – 30 cm) cor escura com algum saibro e pouco cascalho de quartzo boleado, com muitas raízes de gramíneas espontâneas e algumas de pinheiro. Compacidade média. Transição irregular para A_{p2} (30 – 90 cm) arenoso com muito saibro de quartzo boleado, manchado de cores pardo-amareladas dominante e manchas de cor escura resultantes do enterramento de material vegetal, compacidade pequena, transição evidente e irregular, onde se concentram bastantes raízes médias e grossas, para $C1$ (90 cm – 2 m) arenoso, amarelo pálido por vezes com manchas avermelhadas, raras raízes, compacidade mínima, seguido de $C2$ (2.00 – 2.60 m): com manchas claras e pálidas e outras amarelas avermelhadas onde se concentram raízes. Transição difusa para camada arenosa ou amarelo-pálida, sem raízes com capacidade mínima.

Perfil 3 situado na base da encosta com 10-15% de declive, composto por horizonte A_{p1} (0 – 30 cm) manchado de parte escura 10YR 5/2 dominante e pardo acinzentado com muito saibro e cascalho de quartzo boleado compacidade pequena a média, por vezes grande, com muitas raízes finas de gramíneas. Transição irregular para A_{p2} (30 – 70 cm), horizonte manchado com manchas grandes de cor escura e pardo-amarelada, arenoso, com bastante saibro e cascalho de quartzo boleado, compacidade mínima, algumas raízes muito finas, transição plana e evidente para $C1$ (70 cm – 1.10 m) composto por camada arenosa, com bastante saibro e algum cascalho quartzo de compacidade mínima e sem raízes. Transição difusa para $C2$ (1.10 – 1.80 m) de cor cinzento claro, arenoso, com bastante saibro e cascalho de quartzo boleado, compacidade mínima, sem raízes, transição gradual para $C3$ (1.80 – 2.20 m) constituído por camada de maior acumulação de saibro, cascalho e pedra, compacidade grande a muito grande, sem raízes. Todo o perfil muito húmido. Observou-se que trabalho de preparação do solo atinge a profundidade de 70 cm.

Transcrição do relatório gravado, realizado pelo Prof. Carlos Arruda Pacheco

Anexo 2-Representação esquemática dos blocos

Bloco 1



*POTENCIAIS HIDRICOS
6A PR1

Bloco2

BLOCO 2 / PARCELA 4									
L3		13		14				15	
L2		12	1	2*J	3	4	5K	8	7
L1			11*	10	9			6O	

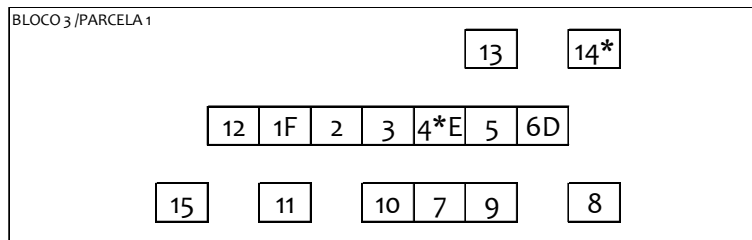
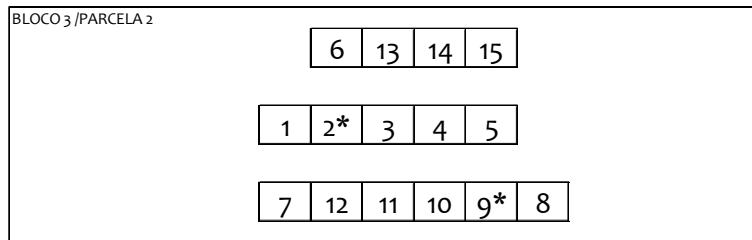
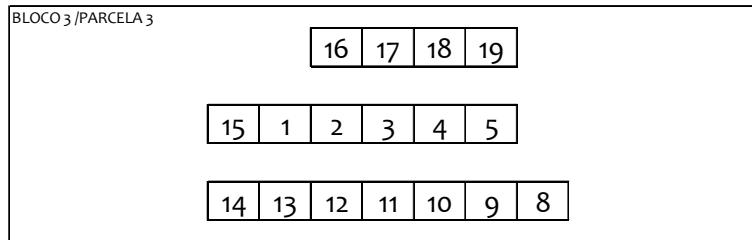
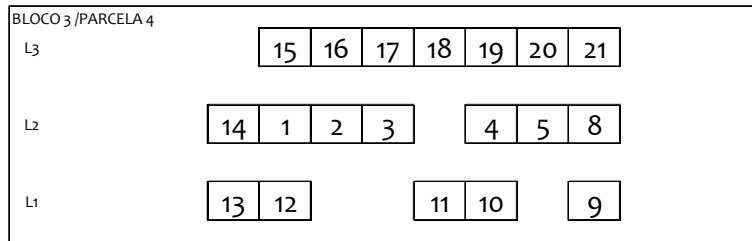
BLOCO 2 / PARCELA 3									
		13	14					15	16
		12	1	2	3	4	5*	8	
			11	6	10	7			9

BLOCO 2 / PARCELA 2									
		15	16	17	18			19	
		14	1	2	3	4	5	8	
			13	12	11			10	9

BLOCO 2 / PARCELA 1									
		12	13	14	15			16	17
		11	1	2	3	4	5	8	
			10						9

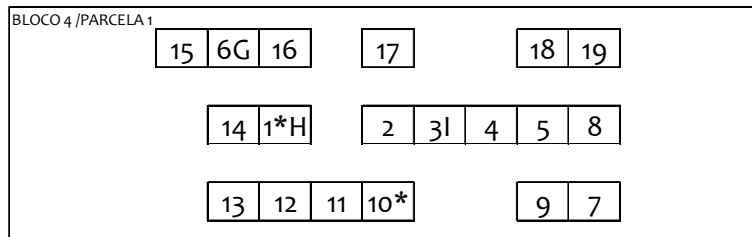
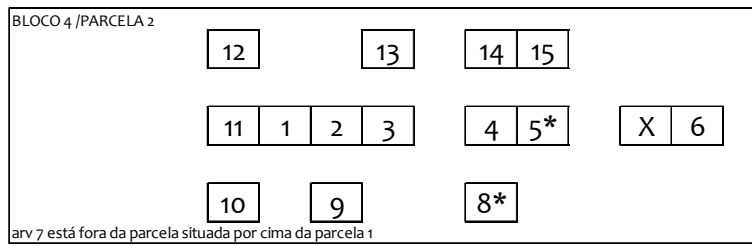
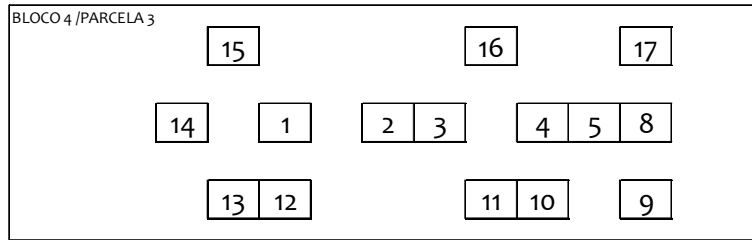
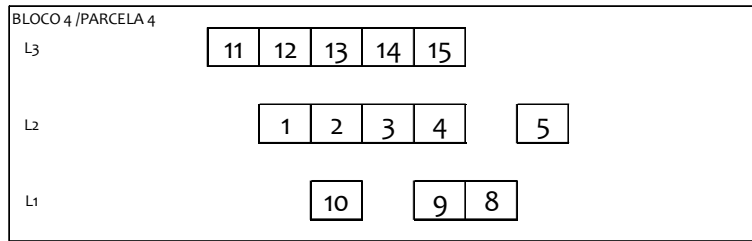
*POTENCIAIS HIDRICOS
6A PR1

Bloco 3



*POTENCIAIS HIDRICOS
6A PR1

Bloco 4



*POTENCIAIS HIDRICOS
6A PR1

Anexo 3-Exemplo de ficha de campo com os raminhos de 2014 a amostrar

Medição raminhos _ arv parcela e bordadura A

Bloco:	parcela:	arvore:
1	4	4

data medição:	mediu:	anotou:

1º verticilo:						cm	mm	comp (mm)a 1 cm da base			
ramo		ramo	ramo	raminho	id ordem	comp total	diâm	agulha1	agulha2	nº flores	nº gomos
Norte	1º nó	fora	apical	apical	1100						
Norte	1º nó	fora	apical	lateral aleat	1101						
Norte	1º nó	fora	lateral aleat	apical	1140						
Norte	1º nó	fora	lateral aleat	lateral aleat	1143						
Norte	1º nó	dentro	apical	apical	1200						
Norte	1º nó	dentro	apical	lateral aleat	1203						
Norte	1º nó	dentro	lateral aleat	apical	1240						
Norte	1º nó	dentro	lateral aleat	lateral aleat	1241						
Norte	2º nó		apical	apical	1000						
Norte	2º nó		apical	lateral aleat	1002						
Norte	2º nó		lateral aleat	apical	1020						
Norte	2º nó		lateral aleat	lateral aleat	1024						
Sul	1º nó	fora	apical	apical	6300						
Sul	1º nó	fora	apical	lateral aleat	6301						
Sul	1º nó	fora	lateral aleat	apical	6320						
Sul	1º nó	fora	lateral aleat	lateral aleat	6321						
Sul	1º nó	dentro	apical	apical	6100						
Sul	1º nó	dentro	apical	lateral aleat	6102						
Sul	1º nó	dentro	lateral aleat	apical	6110						
Sul	1º nó	dentro	lateral aleat	lateral aleat							
Sul	2º nó		apical	apical	6000						
Sul	2º nó		apical	lateral aleat	6001						
Sul	2º nó		lateral aleat	apical	6030						
Sul	2º nó		lateral aleat	lateral aleat	6031						

2º verticilo:						a 1 cm da base					
ramo		ramo	raminho	id ordem	comp total	diâm	agulha1	agulha2	nº flores	nº gomos	
Norte			lateral aleat	apical	0140						
Norte			lateral aleat	lateral aleat	0142						
Norte			apical	apical	0100						
Norte			apical	lateral aleat	0103						
Sul			lateral aleat	apical	0320						
Sul			lateral aleat	lateral aleat	0322						
Sul			apical	apical	0300						
Sul			apical	lateral aleat	0304						

3º verticilo:						a 1 cm da base					
		ramo	raminho	id ordem	comp total	diâm	agulha1	agulha2	nº flores	nº gomos	
		Apical	apical	0000							
		Apical	lateral aleat	0002							
		lateral aleat	apical	0010							
		lateral aleat	lateral aleat	0012							

Anexo 4-Metodologia para recolha de amostras de agulhas

NORMAS DE AMOSTRAGEM DE AGULHAS DE PINHEIRO MANSO PARA AVALIAÇÃO DO ESTADO NUTRITIVO

UNIDADE DE AMOSTRAGEM

- Dividir o povoamento em parcelas representativas das características dominantes no que se refere ao tipo de solo, topografia, exposição, enxertia, idade dos pinheiros e técnicas culturais anteriormente praticadas;
- Em cada parcela homogénea selecionar 15 a 20 árvores dominantes ou codominantes, sem doenças ou pragas, e marcá-las, se possível, de forma permanente;
- Cada parcela não deverá ter mais de 5 hectares.

COLHEITA DAS AMOSTRAS DE AGULHAS

- A colheita das amostras deve ter lugar no período de repouso invernal (janeiro / fevereiro), após a colheita das pinhas;
- Em cada árvore selecionada colher as agulhas nos raminhos que iniciaram o seu desenvolvimento na primavera anterior, inseridos no 2º verticilo;
- Os raminhos deverão localizar-se na base do terço superior da copa e na sua superfície;
- Colher as agulhas situadas no terço médio dos raminhos;
- Destacar 6 agulhas de cada raminho;
- Colher as agulhas em redor da copa, em igual número por quadrante;
- As agulhas devem ser saudáveis, sem deformações ou deterioradas;
- Repetir estas operações nas 15 a 20 árvores marcadas da parcela e juntar as agulhas de modo a constituir uma amostra; cada amostra deverá conter cerca de 500 agulhas;
- Cada amostra deverá ser devidamente identificada com uma etiqueta e colocada em saco de plástico perfurado ou de papel;
- Ainda no campo, as amostras devem ser acondicionadas em arcas geleiras devidamente refrigeradas;
- Se não for possível entregar ou enviar de imediato as amostras para o Laboratório onde será efetuada a análise, estas deverão ser conservadas em local fresco e arejado ou, de preferência, colocadas no frigorífico, na gaveta destinada aos legumes;
- As amostras quando recebidas no Laboratório devem estar acompanhadas por uma *Ficha Informativa para Amostras de Material Vegetal* devidamente preenchida.

25 março 2014

Anexo 5- Resultados análise foliares 2014

Projeto PINEA - Amostras de agulhas da Machoqueira do Grou colhidas a 18 fev. 2014											
Bloco	Parcela	% na M.S. (100 - 105) °C					mg kg ⁻¹ na M.S. (100 - 105) °C				
		Azoto	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Ferro*	Manganês	Zinco	Cobre*	Boro
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
1	1		0,097	0,66	0,34	0,15	26	138	11	3,8	18
1	2		0,13	0,59	0,35	0,17	27	241	16	4,0	21
1	3		0,11	0,62	0,41	0,16	28	236	14	3,7	17
1	4		0,10	0,58	0,31	0,14	24	262	18	4,1	16
2	1		0,15	0,58	0,35	0,15	30	213	19	4,0	15
2	2		0,12	0,65	0,37	0,16	24	243	17	3,9	17
2	3		0,11	0,62	0,44	0,15	26	333	17	4,4	19
2	4		0,12	0,65	0,37	0,13	25	246	16	4,0	19
3	1		0,11	0,53	0,37	0,15	29	234	16	3,9	14
3	2		0,10	0,62	0,33	0,14	28	258	19	3,7	19
3	3		0,10	0,58	0,42	0,13	25	343	16	3,6	17
3	4		0,13	0,63	0,33	0,12	28	271	19	4,0	16
4	1		0,14	0,65	0,41	0,11	28	324	18	3,8	22
4	2		0,15	0,67	0,44	0,16	32	183	11	4,0	18
4	3		0,13	0,64	0,31	0,14	36	128	13	4,3	19
4	4		0,12	0,67	0,36	0,16	31	239	21	4,5	14

Anexo 6- Resultados análises foliares de 2015

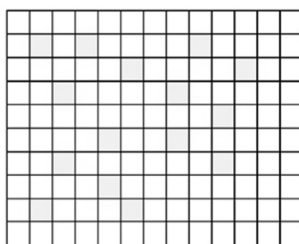
Ano	Ref. amostra	Bloco	Trat	Nº Lab.	%						mg kg ⁻¹				
					N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
2015	Parcela 1 - T2	I	T2	39		0,13	0,77	0,26	0,12		32	73	11	3,9	13
2015	Parcela 2 - T1	I	T1	40		0,14	0,66	0,28	0,13		26	134	14	5,0	12
2015	Parcela 3 - T3	I	T3	41		0,12	0,68	0,34	0,12		24	137	15	3,4	11
2015	Parcela 4 - T0	I	T0	42		0,14	0,68	0,23	0,12		27	152	12	4,1	10
2015	Parcela 1 - T1	II	T1	43		0,12	0,59	0,33	0,13		24	164	18	4,5	11
2015	Parcela 2 - T2	II	T2	44		0,15	0,68	0,29	0,12		25	153	17	3,8	13
2015	Parcela 3 - T0	II	T0	45		0,15	0,72	0,33	0,13		28	201	16	3,9	13
2015	Parcela 4 - T3	II	T3	46		0,16	0,74	0,30	0,11		30	172	16	3,9	13
2015	Parcela 1 - T0	III	T0	47		0,11	0,52	0,34	0,12		26	177	14	3,3	11
2015	Parcela 2 - T3	III	T3	48		0,13	0,73	0,28	0,11		30	186	22	3,7	13
2015	Parcela 3 - T2	III	T2	49		0,11	0,68	0,36	0,12		26	229	15	4,3	13
2015	Parcela 4 - T1	III	T1	50		0,14	0,72	0,29	0,12		26	165	16	4,2	11
2015	Parcela 1 - T3	IV	T3	51		0,13	0,68	0,40	0,10		27	250	19	3,8	13
2015	Parcela 2 - T0	IV	T0	52		0,13	0,58	0,34	0,12		29	128	12	3,7	11
2015	Parcela 3 - T1	IV	T1	53		0,12	0,68	0,24	0,13		30	109	13	3,4	14
2015	Parcela 4 - T2	IV	T2	54		0,15	0,73	0,27	0,13		25	157	20	4,4	10

Anexo 7-Metodologia para recolha de amostras de solo



Colheita de amostras de terra em parcelas com culturas arbóreas ou arbustivas

- *As amostras de terra podem ser colhidas em qualquer época do ano, desde que o estado de humidade do solo o permita. Para acompanhar a evolução do estado de fertilidade do solo de uma parcela ao longo do tempo, as colheitas devem ser efetuadas na mesma época do ano.*
- Recomenda-se que a colheita e análise de amostras de terra, para avaliação do estado de fertilidade do solo e recomendações de fertilização, seja efetuada de quatro em quatro anos.
- O pomar, olival ou vinha devem ser divididos em parcelas homogéneas no que respeita ao tipo de solo, topografia, exposição, cultivar, porta-enxerto, idade e técnicas culturais anteriormente praticadas.
- Em cada uma destas parcelas devem ser marcadas de forma permanente:
 - Pomares e olivais - 15 árvores ao acaso;
 - Vinhas - 40 plantas.
- Cada um destes conjuntos assim identificados constituirá uma *unidade de amostragem*, onde serão efetuadas, periodicamente, as colheitas de amostras de terra para análise. Cada *unidade de amostragem* não deve ser representativa de mais de 5 hectares.



Exemplo de marcação das 15 árvores da *unidade de amostragem* em pomares e olivais

julho 2013

ens107_2010_1012012



GOVERNO DE
PORTUGAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
DO MAR, DO AMBIENTE
E DO ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P.
Unidade Estratégica de Investigação e Serviços de
Sistemas Agrários e Florestais e Sanidade Vegetal
LQARS, Tapada da Ajuda, Apartado 3228 – 1301-903 Lisboa - Portugal
Tel: (+ 351) 21 361 77 40 / Fax: (+ 351) 21 363 64 60

Devem ser evitadas colheitas de amostras de terra em locais encharcados, próximos de caminhos, de habitações, de estábulos ou anteriormente ocupados com montes de estrume, adubos, cinzas ou outros contaminantes.

Como colher

Culturas de sequeiro

Em cada *unidade de amostragem* efetuar a colheita de uma amostra compósita de terra à profundidade de 0 a 50 cm constituída por:

- em pomares e olivais - 15 a 20 subamostras obtidas na zona de projeção da copa das árvores marcadas.
- em vinhas - 15 a 20 subamostras junto às cepas que constituem a *unidade de amostragem*.

Recomenda-se a colheita de duas amostras de terra, às profundidades de 0-20 cm e 20-50 cm, no caso de solos ácidos ou nas situações em que se esperam diferenças acentuadas de fertilidade entre as duas camadas de terra.

Culturas com rega localizada ou fertirrega

- No caso das culturas sujeitas a rega localizada ou com fertirrega, devem-se colher duas amostras de terra em cada *unidade de amostragem*.

Uma das amostras é obtida a partir de 15 a 20 subamostras, colhidas na camada de 0-30 cm, na zona humedecida pelos gotejadores correspondentes às plantas marcadas.

A outra amostra é igualmente obtida a partir de 15 a 20 subamostras, colhidas na camada de 0-50 cm, na zona fora da influência dos gotejadores.

As infestantes, pedras e outros detritos à superfície do terreno devem ser removidos antes de colher cada subamostra no ponto em que se introduz a sonda ou se abre a cova para a colheita da terra.

julho 2013

Quantidade de terra necessária para análise

- Misturar bem a terra resultante das 15 a 20 subamostras no balde e eliminar pedras, detritos e resíduos vegetais. Retirar cerca de **0,5 kg de terra** para um saco de plástico limpo, identificar a amostra com duas etiquetas, uma colocada dentro do saco e outra por fora, atada a este com um cordel.
- Enviar a amostra para o laboratório acompanhada de uma ficha informativa devidamente preenchida.

Colheita de amostras de terra (duas profundidades)



Fig. 1 – Introduzir a sonda no solo à profundidade pretendida

Fig. 2 – Rodar a sonda

Fig. 3 – Retirar a terra da sonda correspondente a uma profundidade

Fig. 4 - Terra proveniente de duas profundidades, em baldes distintos

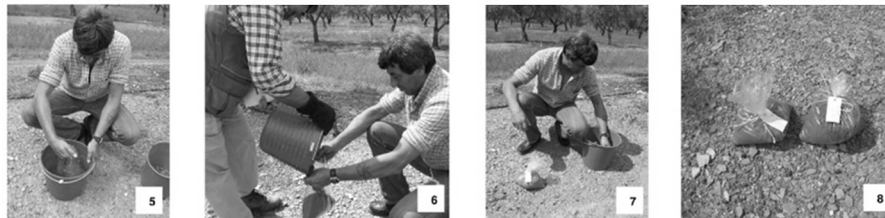


Fig. 5 – Misturar a terra e eliminar pedras ou outros detritos

Fig. 6 – Ensacar a terra de uma profundidade

Fig. 7 – Ensacar a terra de outra profundidade

Fig. 8 – Identificar as duas amostras de terra

As amostras de terra devem ser enviadas para o laboratório acompanhadas por uma **Ficha Informativa para Amostras de Terra**.

julho 2013

Anexo 8-Resultados da análise de solos

Amostras do projeto PINEA 407 a 438/2014 - Machoqueira do Grou

Data de colheita: março 2014

Nº Lab	Bloco	Parcela	Prof. cm	Fósforo		Potássio		Magnésio		Mat. Org. (%)	pH (H2O)	Nec. cal (t CaCO3/ha)	Ferro (mg/kg Fe)	Manganés (mg/kg Mn)	Zinco (mg/kg Zn)	Cobre (mg/kg Cu)	Boro (mg/kg B)	Ca cmol(+)/kg	Mg cmol(+)/kg	K cmol(+)/kg	Na cmol(+)/kg	Acidez Troca cmol(+)/kg	SBT cmol(+)/kg	CTC cmol(+)/kg	GSB (%)	Análise textural			Classif.
				(mg/kg P2O5)	Classif.	(mg/kg K2O)	Classif.	(mg/kg Mg)	Classif.																	% Areia	% Limo	% Argila	
407	1	1	0-20	112	A	67	M	39	B	0,95	5,8	1	54	5,7	1,2	13,9	<0,20	0,96	0,20	0,11	0,02	1,40	1,28	2,68	47,8	90,15	6,86	2,99	AF
408	1	1	20-50	101	A	55	M	28	MB	0,35	5,3	2	37	1,5	<0,10	3,4	<0,20	0,51	0,10	0,10	0,01	1,50	0,72	2,22	32,4	89,15	5,86	4,99	AF
409	1	2	0-20	98	M	58	M	32	B	0,75	5,6	1	42	7,1	0,8	6,5	<0,20	0,74	0,14	0,09	0,01	1,40	0,98	2,38	41,2	89,15	4,86	5,99	AF
410	1	2	20-50	118	A	49	B	24	MB	0,35	5,2	2	35	2,6	0,7	6,0	<0,20	0,44	0,06	0,08	0,01	1,30	0,59	1,89	31,1	88,15	5,86	5,99	AF
411	1	3	0-20	66	M	53	M	34	B	0,80	5,6	2	43	6,7	1,1	6,5	<0,20	0,77	0,16	0,10	0,01	1,40	1,04	2,44	42,6	86,15	7,86	5,99	AF
412	1	3	20-50	101	A	41	B	23	MB	0,40	5,2	2	30	1,6	0,3	6,1	<0,20	0,43	0,06	0,07	0,01	1,30	0,57	1,87	30,6	87,15	7,86	4,99	AF
413	1	4	0-20	76	M	82	M	60	B	1,10	5,4	3,5	58	6,7	0,9	7,2	<0,20	0,93	0,33	0,12	0,02	1,60	1,40	3,00	46,7	83,15	7,86	8,99	FA
414	1	4	20-50	66	M	72	M	51	B	0,70	5,1	2	50	1,3	0,4	4,4	<0,20	0,63	0,27	0,11	0,02	2,10	1,03	3,13	32,9	82,15	6,86	10,99	FA
415	2	1	0-20	111	A	46	B	31	B	0,85	5,7	1	43	6,1	1,0	4,8	<0,20	0,82	0,13	0,07	0,02	1,20	1,04	2,24	46,5	92,01	4,93	3,06	A
416	2	1	20-50	120	A	34	B	22	MB	0,40	5,2	2	34	1,8	0,5	2,0	<0,20	0,42	0,05	0,06	0,01	1,40	0,54	1,94	27,9	91,01	4,93	4,06	A
417	2	2	0-20	66	M	46	B	32	B	0,90	5,4	2	46	7,8	1,0	8,1	<0,20	0,66	0,14	0,08	0,01	1,40	0,89	2,29	39,0	90,01	4,93	5,06	AF
418	2	2	20-50	90	M	38	B	23	MB	0,35	5,1	2	38	4,6	0,2	6,8	<0,20	0,40	0,05	0,07	0,01	1,40	0,53	1,93	27,3	90,01	4,93	5,06	AF
419	2	3	0-20	72	M	55	M	37	B	0,70	5,6	1	33	6,7	0,7	5,8	<0,20	0,74	0,16	0,10	0,02	1,40	1,01	2,41	41,8	87,01	6,93	6,06	AF
420	2	3	20-50	105	A	37	B	20	MB	0,45	5,0	3	34	2,0	<0,10	7,5	<0,20	0,37	0,06	0,06	0,01	1,40	0,50	1,90	26,1	86,01	7,93	6,06	AF
421	2	4	0-20	64	M	41	B	34	B	1,00	5,3	2	54	6,4	1,1	6,6	<0,20	0,65	0,13	0,06	0,01	1,40	0,85	2,25	37,8	91,01	5,93	3,06	A
422	2	4	20-50	89	M	34	B	25	MB	0,55	4,9	2	48	1,4	0,2	9,1	<0,20	0,39	0,06	0,06	0,01	1,90	0,51	2,41	21,3	91,01	4,93	4,06	A
423	3	1	0-20	105	A	36	B	32	B	1,20	5,8	2	46	9,2	1,4	10,0	<0,20	0,97	0,15	0,06	0,02	1,40	1,20	2,60	46,1	94,01	4,93	1,06	A
424	3	1	20-50	139	A	29	B	19	MB	0,35	5,4	2	27	2,7	1,1	4,4	<0,20	0,43	0,05	0,04	0,01	1,40	0,53	1,93	27,6	93,01	4,93	2,06	A
425	3	2	0-20	141	A	113	A	49	B	1,25	5,7	2	54	11,0	1,4	6,2	<0,20	1,31	0,31	0,19	0,02	1,90	1,84	3,74	49,2	84,01	7,93	8,06	FA
426	3	2	20-50	184	A	94	M	37	B	0,65	5,1	2	49	4,9	0,8	7,3	0,20	0,72	0,19	0,15	0,01	2,00	1,07	3,07	34,9	82,01	7,93	10,06	FA
427	3	3	0-20	84	M	48	B	34	B	1,00	5,4	2	52	7,9	1,0	6,3	<0,20	0,67	0,15	0,08	0,02	1,80	0,92	2,72	33,8	91,01	6,93	2,06	A
428	3	3	20-50	93	M	36	B	23	MB	0,55	5,0	3	48	1,4	0,2	6,5	<0,20	0,37	0,07	0,06	0,01	1,80	0,51	2,31	22,1	90,01	5,93	4,06	AF
429	3	4	0-20	91	M	53	M	39	B	0,85	5,3	2	43	4,7	0,8	5,5	<0,20	0,80	0,21	0,10	0,02	1,90	1,12	3,02	37,2	90,01	3,93	6,06	AF
430	3	4	20-50	117	A	48	B	25	MB	0,55	4,9	3	49	1,5	0,5	5,7	<0,20	0,41	0,10	0,08	0,01	2,40	0,60	3,00	20,1	90,01	2,93	7,06	AF
431	4	1	0-20	83	M	34	B	33	B	0,75	5,9	*	46	13,6	2,1	17,7	<0,20	0,84	0,11	0,06	0,02	1,30	1,02	2,32	44,0	94,01	3,93	2,06	A
432	4	1	20-50	108	A	29	B	20	MB	<0,25	5,4	2	32	3,7	0,8	5,1	<0,20	0,45	0,06	0,05	0,01	1,30	0,56	1,86	30,1	92,01	5,93	2,06	A
433	4	2	0-20	93	M	55	M	35	B	0,75	6,1	*	45	10,5	1,9	18,3	<0,20	1,16	0,19	0,09	0,02	1,30	1,46	2,76	52,9	91,01	5,93	3,06	A
434	4	2	20-50	77	M	36	B	20	MB	<0,25	6,1	*	26	2,5	1,1	4,5	<0,20	0,71	0,08	0,06	0,01	1,10	0,86	1,96	43,9	90,01	5,93	4,06	AF
435	4	3	0-20	120	A	170	A	167	MA	1,30	5,5	3,5	194	15,7	1,8	10,8	0,31	1,76	1,03	0,31	0,06	2,70	3,15	5,85	53,9	77,01	7,93	15,06	FA
436	4	3	20-50	100	M	173	A	199	MA	0,60	5,4	2	187	5,5	0,7	6,4	0,31	1,52	1,96	0,31	0,09	3,40	3,88	7,28	53,3	70,008	9,928	20,064	FGA
437	4	4	0-20	135	A	146	A	92	A	1,25	5,4	3,5	104	10,0	2,0	8,3	0,22	1,39	0,60	0,26	0,03	2,50	2,29	4,79	47,8	81,008	6,928	12,064	FA
438	4	4	20-50	143	A	103	A	59	B	0,60	5,1	2	72	3,5	1,4	6,2	0,22	0,88	0,37	0,15	0,02	2,40	1,43	3,83	37,4	83,008	4,928	12,064	FA

Legenda: MB - muito baixo; B - baixo; M - médio; A - alto; MA - muito alto

A - arenosa; AF - areno-franca; FA - franco-arenosa; F - franca; FGA - franco-argilo-arenosa

Anexo 9-Resultados da análise de águas



RELATÓRIO DE ANÁLISE DE ÁGUAS DE REGA

REQUISITANTE: António Gonçalves Ferreira (Projeto Pinea)		AMOSTRA Nº	76 A
MORADA: Machoqueira do Grou		RECEÇÃO:	16-06-2014
		INÍCIO DAS ANÁLISES:	16-06-2014
		FIM DAS ANÁLISES:	25-06-2014
IDENTIFICAÇÃO: Charca; Pinheiro Manso; Gota a gota			
Parâmetros/Métodos Analíticos	Resultados	Apreciações*	
pH (23,7°C) / NP 411: 1966	7,69	Grau 1; Ausência de problemas	
Condutividade Elétrica (25°C) / LAF.PL63.v01 (2013/05/15)	<0,084 ** mS/cm	Grau1; Ausência de problemas	
Cálcio / LAF.PL96.v01 (2009/12/03)*	<10 ** mg/l		
Magnésio / LAF.PL96.v01 (2009/12/03)*	1,63 mg/l		
Sódio / LAF.PL97.v01 (2009/12/03)*	<10 ** mg/l	Grau1; Ausência de problemas	
Boro / LAF.PL96.v01 (2009/12/03)*	<0,10 ** mg/l	Grau 1; Ausência de problemas	
Cloretos / LAF.PL98.v01 (2009/12/03)*	18,4 mg/l	Grau 1; Ausência de problemas	
Carbonatos / LAF.PL99.v01 (2009/12/03)*	N.A. mg/l		
Bicarbonatos / LAF.PL100.v01 (2009/12/03)*	24,4 mg/l	Grau 1; Ausência de problemas	
Nitratos / LAF.PL101.v01 (2009/12/03)*	2,48 mg/l	Grau 1; Ausência de problemas	
Razão de Adsorção do Sódio Ajustada / Cálculo*	0,52	Grau 1; Ausência de problemas	
Sulfatos / LAF.PL102.v01 (2009/12/03)*	N.A. mg/l	Grau 1; Ausência de problemas	
Sólidos em Suspensão / LAF.PL103.v01 (2009/12/03)*	3,50 mg/l	Grau 1; Ausência de problemas	
Ferro / LAF.PL96.v01 (2009/12/03)*	0,89 mg/l	Grau 1; Ausência de problemas	
Manganês / LAF.PL96.v01 (2009/12/03)*	<0,10 ** mg/l	Grau 1; Ausência de problemas	
Índice de Saturação / Cálculo*	-2,11	Grau 1; Ausência de problemas	
Fósforo / LAF.PL96.v01 (2009/12/03)*	<0,10 ** mg/l	Grau 1; Ausência de problemas	
Potássio / LAF.PL96.v01 (2009/12/03)*	1,84 mg/l		

Notas:

- 1) A colheita, acondicionamento e transporte do material analisado são da inteira responsabilidade do requerente;
- 2) Os resultados são válidos apenas para a amostra considerada que será conservada, sob refrigeração, no mínimo 28 dias após a comunicação dos resultados;
- 3) É proibida a reprodução parcial do documento;
- 4) Os métodos assinalados com * não estão incluídos no âmbito da acreditação, tal como as apreciações;
- 5) * - De acordo com: LQARS (2006). Manual de Fertilização das Culturas, INIAP, Lisboa;
- 6) "LAF.PLxxx.xxx" corresponde a procedimentos específicos (Métodos Internos) do Laboratório;
- 7) ** - Limite de Quantificação;
- 8) N.A. - Não Acusa.



Lisboa, 25 de junho de 2014

Responsável do Laboratório de Análise de Águas e Fertilizantes

Rosa Maricato

Anexo 10-Correspondência de tratamentos e medições no ensaio

CORRESPONDÊNCIAS DENTRO DO ENSAIO								
BLOCO	TRATAMENTO	CÓDIGO	PARCELA	ARV PR1			ARV POTENCIAL HIDRC.	
1	Control	(T0_C)	4				5	11
1	Fertilization	(T1_F)	2					
1	Irrigation	(T2_R)	1					
1	Fertilization and Irrigation	(T3_FR)	3	A-6	B-4	C-2	4	10
2	Control	(T0_C)	3				5	9
2	Fertilization	(T1_F)	1					
2	Irrigation	(T2_R)	2					
2	Fertilization and Irrigation	(T3_FR)	4	J-2	K-5	O-6	2	11
3	Control	(T0_C)	1	D-6	E-4	F-1	4	14
3	Fertilization	(T1_F)	4					
3	Irrigation	(T2_R)	3					
3	Fertilization and Irrigation	(T3_FR)	2				2	9
4	Control	(T0_C)	2				5	8
4	Fertilization	(T1_F)	3					
4	Irrigation	(T2_R)	4					
4	Fertilization and Irrigation	(T3_FR)	1	G-6	H-1	I-3	1	10

Anexo 11-Relatório de avaliação do bolbo humedecido

PROJETO PINEA: Visita à Machuqueira

Objetivo: Caracterizar o sistema de rega gota à gota

1. Notas prévias

1.1. Insuficiências detetadas:

- Faltaram instalar gotejadores;
- As uniões precisam de ser reforçadas com arame;
- Os dois tubos de rega gota à gota não podem continuar ligados na extremidade final, têm de ser separados, e os tubos estrangulados com anéis em forma de oito;
- As parcelas regadas sem fertirrigação e as parcelas fertirregadas não podem ser regadas em simultâneo, mas sim de forma sequencial, por erro de instalação;
- Os dois contadores instalados ainda não possuem o sistema de contagem de impulsos.

1.2. Análise do círculo de humedecimento por gotejador.

Atendendo ao declive do relevo e ao micro-relevo local, ao qual se junta a vegetação que cobre o solo, o círculo de humedecimento apresenta forma irregular, com o gotejador descentrado do centro do círculo.

Ao fim de 5 horas de rega procuramos identificar a forma, volume e profundidade do solo humedecido.

A forma geral do bolbo é de uma garrafa com rolha larga. À superfície o círculo humedecido apresenta um diâmetro da ordem dos 40cm de diâmetro, com uma espessura de 5cm humedecida, depois o diâmetro reduz-se para 30cm e apresenta uma espessura de 15cm, depois o diâmetro volta a alargar e o diâmetro atinge os 50cm de solo humedecido com uma profundidade superior a 50cm.

Todo o volume de solo apresenta-se bem humedecido, estado muito húmido, e apenas os torrões mais compactos se apresentam pouco húmidos.

A camada mais superficial do solo (0-15cm) apresenta-se compacta, apesar da superfície se apresentar densamente colonizado por gramíneas, com 15 a 25cm de altura, e outras menos frequentes mas mais altas.

Algumas raízes finas e médias entre os 10-20cm de profundidade e poucas grossas profundastes.

Programa de rega proposto:

Regas de 5h de dois em dois dias, durante 1 mês (15 junho a 15 julho);

Monitorizar o débito dos gotejadores com garrafa de 1,5L, através de tubo plástico ligando a ponta do gotejador à garrafa. Assim as perdas por evaporação são negligenciáveis.

Monitorização da água do solo

Objetivo:

Perceber como é que a planta esgota a água do bolbo humedecido pela rega.

Selecionar 4 parcelas regadas, distribuídas espacialmente pela parcela em função da topografia. Em cada uma delas colocar 3 tubos de PVC de 1m de altura em 3 árvores distintas.

Os tubos devem ser colocados com o solo húmido à distância fixa de 15cm do gotejador. Fixar o tubo ao solo junto ao gotejador para que a distância ao tubo se mantenha fixa.

Depois de 3 ou mais regas medir os perfis hídricos com a sonda capacitiva. Ver como variam os perfis entre duas regas (1ª medição: no dia seguinte à rega; 2ª medição: antes do início da rega seguinte).

No final do 1º período de rega estudar como varia o perfil hídrico do solo durante 15 dias, com medidas no 1º dia após a rega, 3º dia, 7º dia, 12º dia e 15º dia. Neste mesmo período convinha juntar a câmara de pressão. Este seria o 1º estudo sério do qual tiraríamos as ilações para as regas futuras.

Fertirrega:

Falta saber a concentração do N líquido e o volume deste que pode ser debitado por hora de rega. Para sabermos a concentração de N por bolbo de solo humedecido por gotejador.

O raciocínio é o seguinte: a quantidade de N/hora lançada na tubagem de água. Se cada gotejador debita 2,1L/h, então numa hora será lançado no bolbo de solo humedecido $X \text{mg}/N$.

N este que será depois difundido por todo o volume de solo humedecido de valor conhecido.

Depois é uma questão de contas comparando entre o N injetado no solo e a dose inicial prevista.

Doc. Elaborado por Carlos Arruda a 8 de junho de 2014

Anexo 12-Relatório do INIAV com indicações das quantidades de adubo a aplicar em fertirrega e a lanço.

Projeto PINEA
Rega e fertilização em pinheiro manso (*Pinus pinea*)
Herdade da Machoqueira do Grou

1. Objetivo

No presente estudo pretende-se avaliar o efeito da rega e da fertilização no crescimento, desenvolvimento e produção de pinha e pinhão de árvores jovens de pinheiro manso.

2. Delineamento experimental

Tendo em vista o objetivo do estudo, estabeleceu-se um dispositivo experimental delineado em blocos completos “casualizados” com quatro repetições e quatro tratamentos experimentais:

T0 – Controlo

T1 – Fertilização

T2 – Rega

T3 – Fertilização e rega (fertirrega)

3. Material

3.1. Localização

A parcela experimental situa-se na Herdade da Machoqueira do Grou, que se localiza na freguesia do Chouto, concelho da Chamusca.

3.2. Espécie e compasso

Trata-se de um pinhal de pinheiro manso (*Pinus pinea*) plantado em 2007 com um compasso de 8 m x 3 m, o que corresponde a 416 árv./ha. As árvores foram enxertadas entre 2010 e 2013.

Cada talhão experimental é constituído por 5 árvores úteis da mesma linha e 16 árvores de bordadura, pelo que cada talhão ocupa uma área de 504 m².

3.3. Solo

Na parcela experimental foram colhidas, em novembro de 2013, amostras compósitas de terra de prospeção na camada superficial do solo (0-20 cm) e na camada de 20-50 cm.

Procedeu-se, ainda, à abertura de um perfil do solo que foi descrito pelo Prof. Arruda Pacheco.

3.4. Adubação

Com base nas características do pinhal, nas propriedades do solo e nos resultados da análise química das agulhas, foi estabelecida a adubação a realizar:

Nutriente a aplicar – azoto;

Dose de azoto - 40 kg de N/ha por ano.

Tratamento T1 – com fertilização e em sequeiro

Adubo - ureia (contém 46% de N);

Modo de aplicação - a lanço, em toda a superfície do talhão;

Dose a aplicar anualmente nos talhões correspondentes ao tratamento T1 (ver *croqui*) - 2 kg de N/talhão, o que equivale a 4,4 kg de ureia/talhão;

Época de aplicação - final do inverno, início da primavera. Excepcionalmente, em 2014 a adubação foi efetuada a 12 de junho.

Tratamento T3 – com fertilização e rega

Adubo - solução nitrogenada 32N (32% de N; densidade - 1,32 g/cm³);

Modo de aplicação - através da água de rega (fertirrega);

Dose a aplicar anualmente nos talhões correspondentes ao tratamento T3 (ver *croqui*) - 2 kg de N/talhão, o que equivale a um total de 4,73 L de solução 32N/talhão; se esta quantidade for distribuída por quatro aplicações, dever-se-á fornecer em cada aplicação 1,18 L de solução 32N/talhão. É necessário proceder à diluição da solução 32N antes da sua aplicação através do sistema de rega (por ex: 1 L de solução 32N para 50 L de água);

Época de aplicação - em 2014 a adubação teve início a 23 junho e prosseguirá semanalmente, num total de quatro adubações anuais.

A partir de 2015, a fertirrega deverá principiar em abril, mas encontra-se dependente da época de início da rega.

4. Colheita de amostras e determinações

4.1. Agulhas

A colheita de amostras de agulhas para análise realizar-se-á anualmente, em janeiro ou fevereiro.

Em fevereiro de 2014 foram colhidas amostras em todas as árvores úteis, mas a partir de 2015 inclusive colher-se-á apenas uma amostra de agulhas por talhão experimental.

A análise química das agulhas incidirá sobre os seguintes nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu e B.

4.2. Terra

Em março de 2014 procedeu-se à colheita de amostras compósitas de terra em todos os talhões experimentais, a duas profundidades: 0-20 cm e 20-50 cm.

Nas amostras colhidas determinaram-se os seguintes parâmetros: pH(H₂O); matéria orgânica; fósforo, potássio e magnésio extraíveis; soma das bases de troca, capacidade de troca catiónica e grau de saturação em bases; ferro, manganês, zinco, cobre e boro extraíveis.

4.3. Água de rega

A colheita de amostras de água para análise deve ser realizada anualmente, antes do início da rega. Em junho de 2014 colheu-se uma amostra de água na charca existente na herdade. Os parâmetros a analisar são as seguintes: carbonatos, bicarbonatos, boro, cálcio, cloretos, condutividade elétrica, fósforo, magnésio, nitratos, pH, potássio, sódio, razão de adsorção de sódio ajustada, ferro, manganês, sulfatos, sólidos em suspensão e índice de saturação.

LQARS, 24 junho 2014

Anexo 13-Tabela com contagem de pinhas de zero anos (flores) nos ramos amostra nos meses de abril, maio, junho, julho e outubro.

Sum of nº flores	Column Labels				
Row Labels	abril	maio	junho	julho	outubro
1	34	55	54	56	33
3	26	42	42	44	32
2	26	42	42	44	32
0000	2	2	2	2	2
0004		0	0	0	0
0050		1	1	1	1
0052		0	0	0	0
0100	2	2	2	2	2
0101	1	1	1	1	1
0120	1	1	1	1	1
0121		0	0	0	0
0300	4	4	4	4	4
0302	2	2	2	2	0
0310	3	3	3	3	3
0311	1	0	0	0	0
1000	3	3	3	3	3
1003	1	1	1	1	
1010	2	2	2	2	2
1011		0	0	0	
1100		2	2	2	1
1101		2	2	2	
1110		0	0	0	
1111		0	0	0	
1200	2	2	2	2	2
1201		1	1	1	1
1230		0	0	0	
1231		0	0	0	
3000	2	2	2	2	2
3001		1	1	1	
3030		1	1	1	1
3032		1	1	1	
3100		3	3	3	3
3102		0	0	2	
3110		0	0	0	
3111		0	0	0	
3200		3	3	3	3
3203		2	2	2	
3210		0	0	0	
3212		0	0	0	
4	8	13	12	12	1
4	8	13	12	12	1
0000	3	3	3	3	0
0002		0	0	0	0
0010	1	1	1	1	0
0012		0	0	0	0
0100	1	1	1	1	0
0103		1	0	0	1

0140		0	0	0	0
0142		0	0	0	0
0300		1	1	1	0
0304		0	0	0	0
0320		0	0	0	0
0322		0	0	0	0
1000		1	1	1	0
1002		0	0	0	
1020		0	0	0	0
1024		0	0	0	
1100		1	1	1	0
1101		0	0	0	
1140		0	0	0	
1143		0	0	0	
1200		0	0	0	0
1203		0	0	0	
1240		0	0	0	
1241		0	0	0	
6000	3	3	3	3	0
6001		1	1	1	
6030		0	0	0	0
6031		0	0	0	
6100		0	0	0	0
6102		0	0	0	
6110		0	0	0	
6300		0	0	0	0
6301		0	0	0	
6320		0	0	0	
6321		0	0	0	
(blank)					
2		33	33	32	24
3		20	20	19	17
4		20	20	19	17
0000		3	3	3	3
0003		0	0	0	0
0030		1	1	1	1
0033		0	0	0	0
0100		3	3	3	2
0103		0	0	0	0
0110		0	0	0	0
0112		0	0	0	0
0300		2	2	2	2
0304		0	0	0	0
0350		1	1	1	1
0352		0	0	0	0
1000		4	4	4	3
1001		0	0	0	
1020		0	0	0	0
1024		0	0	0	
1100		1	1	0	0
1102		0	0	0	
1110		0	0	0	
1112		0	0	0	
1200		0	0	0	0
1203		0	0	0	
1220		0	0	0	
3000		5	5	5	5
3001		0	0	0	
3020		0	0	0	0
3022		0	0	0	
3100		0	0	0	0

3103	0	0	0	
3130	0	0	0	
3131	0	0	0	
3200	0	0	0	0
3201	0	0	0	
3210	0	0	0	
3211	0	0	0	
(blank)				
4	13	13	13	7
5	13	13	13	7
0000	2	2	2	2
0003	1	1	1	1
0030	0	0	0	0
0033	0	0	0	0
0100	0	0	0	0
0103	0	0	0	0
0130	0	0	0	
0131	0	0	0	
0300	3	3	3	1
0303	0	0	0	0
0340	0	0	0	
0341	0	0	0	0
1000	1	1	1	1
1001	0	0	0	
1020	0	0	0	0
1022	0	0	0	
1100	1	1	1	0
1102	0	0	0	
1140	0	0	0	
1144	0	0	0	
1200	0	0	0	0
1201	0	0	0	
1210	0	0	0	
1211	0	0	0	
3000	1	1	1	0
3001	0	0	0	
3030	1	1	1	1
3031	0	0	0	
3100	1	1	1	0
3101	0	0	0	
3130	0	0	0	
3132	0	0	0	
3300	2	2	2	1
3304	0	0	0	
3320	0	0	0	
3321	0	0	0	
3	48	48	48	37
1	24	24	24	21
1	24	24	24	21
0000	3	3	3	3
0002	0	0	0	0
0020	3	3	3	2
0023	0	0	0	0
0100	1	1	1	1
0102	0	0	0	0
0120	0	0	0	0
0124	0	0	0	0
0200	3	3	3	3
0203	0	0	0	0
0230	0	0	0	0
0232	0	0	0	0

1000	2	2	2	2
1001	0	0	0	
1010	2	2	2	2
1013	0	0	0	
1100	2	2	2	2
1101	0	0	0	
1120	1	1	1	
1123	0	0	0	
1200	0	0	0	0
1202	0	0	0	
1230	0	0	0	
1232	0	0	0	
4000	3	3	3	3
4001	1	1	1	
4020	0	0	0	0
4023	0	0	0	
4100	0	0	0	0
4103	0	0	0	
4140	0	0	0	
4200	3	3	3	3
4206	0	0	0	
4220	0	0	0	
4222	0	0	0	
(blank)				
2	24	24	24	16
1	24	24	24	16
0000	3	3	3	1
0001	0	0	0	0
0040	0	0	0	0
0043	0	0	0	0
0100	3	3	3	3
0102	0	0	0	0
0140	1	1	1	1
0143	0	0	0	0
0300	3	3	3	1
0303	1	0	0	0
0310	2	2	2	2
0311	0	0	0	0
1000	2	2	2	2
1003	1	1	1	
1010	0	1	1	1
1013	0	0	0	
1100	3	3	3	3
1103	1	1	1	
1110	0	0	0	
1112	0	0	0	
2000	3	3	3	2
2004	1	1	1	
2020	0	0	0	0
2022	0	0	0	
2100	0	0	0	0
2101	0	0	0	
(blank)				
4	16	16	16	12
1	11	11	11	9
3	11	11	11	9
0000	2	2	2	2
0001	0	0	0	0
0010	0	0	0	0
0012	0	0	0	0
0100	0	0	0	0

0103	0	0	0	0
0120	0	0	0	0
0122	0	0	0	
0200	1	1	1	1
0201	0	0	0	0
0210	0	0	0	0
0211	0	0	0	0
1000	2	2	2	2
1001	0	0	0	
1020	1	1	1	1
1023	0	0	0	
1100	1	1	1	1
1103	0	0	0	
1110	0	0	0	
1112	0	0	0	
1200	1	1	1	1
1204	0	0	0	
1210	0	0	0	
1213	0	0	0	
3000	2	2	2	0
3001	0	0	0	
3020	0	0	0	0
3022	0	0	0	
3100	1	1	1	1
3104	0	0	0	
3140	0	0	0	
3141	0	0	0	
3200	0	0	0	0
3203	0	0	0	
3210	0	0	0	
3211	0	0	0	
2	5	5	5	3
4	5	5	5	3
0000	2	2	2	2
0001	0	0	0	0
0010	0	0	0	0
0011	0	0	0	0
0100	0	0	0	0
0101	0	0	0	0
0120	0	0	0	
0300	0	0	0	0
0304	0	0	0	0
0330	0	0	0	
0332	0	0	0	0
1000	1	1	1	1
1001	0	0	0	
1020	0	0	0	0
1021	0	0	0	
1100	0	0	0	0
1101	0	0	0	
1130	0	0	0	
1200	0	0	0	0
1203	0	0	0	
1210	0	0	0	
3100	0	0	0	0
3102	0	0	0	
3130	0	0	0	
3200	2	2	2	
3202	0	0	0	
(blank)				

Anexo 14-Calendarização das ações executadas no ensaio no ano de

2014

Objetivos of project	Actions	2014											
		January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Evaluation of the effects of irrigation and nutrient availability on Pinus pinea growth and nut yields	Establishment and monitoring of an irrigation and fertilization trial												
	Establishment irrigation system				22 apr								
	Fertilization						12 jun						
	Irrigation						25	23					
	Foliar analysis		18-feb										
	Soil analysis			6-7 Marzo	16 Abril								
	Predawn						25/26	8/9	dez-13	8 e 9			
	Climatic data	19-12-2013											
	Cone and seeds												
	Ripe cones weight by plot (5 trees per plot)												
	Size (length/diameter) and weight of each cone (3 trees per plot and replication)							11_26/jun					
	Number and weight of seeds of each individual cone (from 2-3 trees per plot and replication?)												
	Effects of nutrients on cone losses				14/15/22 de Abril								
	Biometric Measurements												
	Coordinates of each tree												
	d1 (grafted diameter)	31 Janeiro			14/15/16 Abril								
	d2 (dbh)	31 Janeiro			14/15/16 Abril								
	Total height	31 Janeiro			14/15/16 Abril								
	grafted height	31 Janeiro			14/15/16 Abril								
	Crown base height	31 Janeiro			14/15/16 Abril								
	Crown diameter (two perpendicular measurements)	31 Janeiro			14/15/16 Abril								
	Previous years' height growth (last inter-whorl distances in the leader shoot)												
	Monitorization												
	Litter (accumulated leaf litter over some period.												
	Net Litter fall (number 6 and one selected tree inside control and fertiation plots)			25,26 Março	07-abr	7 Maio	11 jun	08-jul	12-ago	08-set	14-out	17-nov	19-dez
Estimate humidity/biomass in laboratory				8 apr	07-mai	12-jun	09-jul	14-ago	10-set	16-out	18-nov	20-dez	
Cone and seeds													
Size (length/diameter) cones in 3 trees per plot and replication in low,medim and high productive trees (all plots)				22-abr	22 Maio	11_25 jun	08-jul	12-ago	08-set	14-out	17-nov	19-dez	
diameter and length in cones of 1st and 2nd year						11-jun	08-jul	12-ago	08-set	14-out			
Cone losses- Number of cones of first,second and third year (alive and death) in all the trees (models and border trees)				14/15/22 de Abril		11-jun							
Estimate humidity/biomass in laboratory						16/17 jun	09-jul	14-ago	10-set				
Foliage biomass or LAI													
Specific leaf area													
16 trees.Diameter and shoot elongation in all branches in (number 6 and one selected tree inside control and fertiation plots)			3,4,5 de Março							14-out			
Spring shoot length and diameter in number 6 and one selected tree inside control and fertiation plots				14/15/16 Abril	13 Maio	11-jun	08-jul	12-ago	08-set				
Take 40 twigs of in 4 trees (10 twing in each tree) to estimate biomass				14/15/16 Abril	13 Maio	12-jun	08-jul	12-ago	08-set				
Take cone of 1st,2nd year in Apical,South and North branches in 6,7 trees(fertigation and control plot)				16 Abril	14 Maio	11-jun	10-jul						
Estimate humidity/biomss in laboratory of 40 twigs				14 maio	16/17 jun	09-jul	14-ago	10-set	16-out				
Estimate humidity/biomss in laboratory of taken cones				14 apr		12-jun	10-jul						
Biomass Stem and Roots													
.....													
Phenology monitorization													
Cone losses- Number of cones of first,second and third year (alive and death) in all the trees (models and border trees)	31-Janeiro			14/15/22 de Abril									
Total number of ripe cones													
Number of sound cones													
Number of winter buds													
Physiological state of plants				22 Abril									
Quantitatively:													
Spring shoot length up from the last lateral bud whorl			15 marzo-15 de abril										
Number of female conelets				14/15/16 Abril									
number of pollinated conelets													
Number of second female flowering													
Qualitatively													
Appearance of new needles				21-22-23 Abril									
Appearance of conelet buds				14-15-16 Abril									
Appearance of receptive female conelets				14-15-16 Abril									
appearance of pollen shedding				14-15-16 Abril									
Lignification shoots													
Appearance of new lateral buds													