



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENGENHARIA AGRÍCOLA**



**TESE**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**FERNANDO ANTÔNIO MELO DA COSTA**

**EFEITO DAS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM DIFERENTES  
VARIAÇÕES DO PREPARO CONVENCIONAL DO SOLO, NO  
CULTIVO DO AMENDOIM**

**CAMPINA GRANDE - PB  
DEZEMBRO DE 2018**

**FERNANDO ANTÔNIO MELO DA COSTA**

**EFEITO DAS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM DIFERENTES  
VARIACIONES DO PREPARO CONVENCIONAL DO SOLO, NO  
CULTIVO DO AMENDOIM**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e drenagem.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. José Dantas Neto

Co-orientador: Dr<sup>o</sup>. José Renato Cortez Bezerra

Campina Grande – PB  
2018

C837e

Costa, Fernando Antônio Melo da.

Efeito das lâminas de irrigação e sistemas de preparo do solo na produtividade da cultura do amendoim BR-1/ Fernando Antônio Melo da Costa. – Campina Grande, 2019.

120 f.: il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2019.

"Orientação: Prof. Dr. José Dantas Neto, Dr. José Renato Cortez Bezerra".

Referências.

1. Produtividade.
2. Eficiência de Uso da Água.
3. Mecanização I. Dantas Neto, José. II. Bezerra, José Renato Cortez. III. Título.

CDU 633.368:338.43(043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE

**FERNANDO ANTÔNIO MELO DA COSTA**

**EFEITO DAS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM DIFERENTES VARIAÇÕES DO  
PREPARO CONVENCIONAL DO SOLO, NO CULTIVO DO AMENDOIM**

**APROVADO(A): 20 de dezembro de 2018**

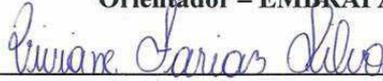
**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_

**Dr. José Dantas Neto**  
**Orientador – UAEA/CTRN/UFCG**

  
\_\_\_\_\_

**Dr. José Renato Cortez Bezerra**  
**Orientador – EMBRAPA**

  
\_\_\_\_\_

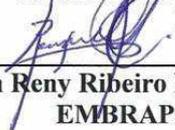
**Dra. Viviane Farias Silva**  
**Examinadora – CTRN/UFCG**

  
\_\_\_\_\_

**Dra. Soahd Arruda Rached Farias**  
**UAEA/CTRN/UFCG**

  
\_\_\_\_\_

**Dr. Arsenio Pessoa de Melo Junior**  
**IF-SERTÃO (PE)**

  
\_\_\_\_\_

**Dr. Odilon Reny Ribeiro Ferreira da Silva**  
**EMBRAPA**

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus Pais Benjamin de Assis da Costa,  
A minha Mãe Maria das Neves Melo da Costa (*In memoriam*),  
A minha esposa Pâmela Bento Cipriano  
e demais familiares.

### **Dedico**

Aos orientadores que contribuíram direta ou indiretamente  
para minha formação acadêmica e profissional,  
José Dantas Neto, Alberto Soares de Melo e  
José Renato Cortez Bezerra.

### **Ofereço**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me proporcionado tantos momentos bons durante o meu aprendizado de vida;

Aos meus pais, Benjamin de Assis da Costa e Maria das Neves Melo da Costa (*In memoriam*) por todo apoio, amor, dedicação e ensinamentos propostos durante todo o meu aprendizado de vida;

A Pâmela Bento Cipriano por estar sempre ao meu lado em todos os momentos, me apoiando nas decisões;

Aos meus orientadores, Dr. Sc. José Dantas Neto e Dr. Sc. José Renato Cortez Bezerra, pela orientação durante toda a minha formação como doutor;

Aos meus irmãos Rafael Melo da Costa e a Diogo Melo da Costa que sempre estiveram me apoiando e me motivando na minha caminhada, e pelos momentos de distração que passamos juntos;

A todos os professores do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, por proporcionarem meu crescimento profissional;

Aos colegas que se tornaram amigos durante a caminhada, em especial, a José Cicero Soares, Otavino Soares, Maria do Carmo Soares, Rosilene Maria da Silva e Maria Heloisa Soares pela grande ajuda na condução do experimento;

Ao amigo Hideo de Jesus Nagahama pela ajuda nas análises geoestatísticas.

A COFCO INTERNATIONAL BRASIL S.A. Pela confiança e espaço cedido dentro de suas áreas, para condução do experimento.

A coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa;

As pessoas que contribuíram direta e/ou indiretamente para que o trabalho pudesse ser realizado com sucesso;

A todos, os meus sinceros agradecimentos.

## Sumário

<b>Capítulo I</b> .....	<b>14</b>
<b>1 Introdução</b> .....	<b>14</b>
<b>2 Objetivos</b> .....	<b>16</b>
2.1 Objetivo geral .....	16
2.2 Objetivos específicos .....	16
<b>3 Revisão bibliográfica</b> .....	<b>17</b>
3.1 Irrigação .....	17
3.2 Preparo e atributos físicos do solo .....	21
3.3 Desempenho operacional de máquinas e implementos agrícolas .....	23
3.4 Amendoim ( <i>Arachis hypogaea</i> L) .....	24
<b>4 Literatura citada</b> .....	<b>29</b>
<b>Capítulo II</b> .....	<b>38</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>38</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>39</b>
<b>1 Introdução</b> .....	<b>40</b>
<b>2 Material e métodos</b> .....	<b>42</b>
2.1 Local de condução do experimento.....	42
2.2 Tratamentos e Delineamento Experimental .....	42
2.3 Insumos utilizados.....	44
2.4 Classificação do solo.....	45
2.5 Equipamentos de preparo do solo.....	46
2.6 Irrigação .....	48
2.7 Análise de Crescimento.....	49
2.8 Determinação da produtividade.....	49
2.9 Uso Eficiente da Água .....	50
3 Análise econômica dos custos de produção de amendoim.....	52
3.1 Arranjo produtivo para os dois ciclos de produção.....	53
3.1.1 Análise dos dados.....	53
<b>4 Resultados e discussão</b> .....	<b>54</b>
4.1 Análise de crescimento 1º Ciclo – junho a agosto de 2015.....	54
4.2 Produtividade do amendoim - 1º Ciclo .....	56
4.2.1 Porcentagem de grãos por vagem (PGV) .....	56
4.2.2 Produtividade do amendoim BR-1 sem casca e com casca.....	60
4.2.3 Peso de 100 grãos e produtividade de água (EUA) no ciclo 1 .....	62
4.2.4 Custos de produção 1º Ciclo .....	65
4.2.5 Receita de produção 1º Ciclo .....	66
4.3 Análise de crescimento 2º Ciclo .....	66
4.4 Produtividade do amendoim no 2º ciclo .....	69
4.4.1 Porcentagem de grãos por vagem - 2º ciclo.....	69
4.4.2 Porcentagem de vagens chochas e cascas .....	70
4.4.3 Produtividade do amendoim 2º Ciclo com casca e sem casca .....	73
4.4.4 Peso de 100 grãos e produtividade da água (EUA) no 2º ciclo .....	74
4.4.5 Custos de produção 2º Ciclo .....	77
4.4.6 Receita líquida de produção do 2º ciclo.....	77
<b>5 Conclusão</b> .....	<b>79</b>
<b>6 Referências bibliográficas</b> .....	<b>80</b>
<b>Capítulo III</b> .....	<b>84</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>84</b>

<b>1 Introdução.....</b>	<b>86</b>
<b>2 Materiais e métodos.....</b>	<b>88</b>
2.1 Local de condução do experimento.....	88
2.2 Tratamentos e Delineamento Experimental .....	88
2.3 Classificações do solo .....	90
2.4 Equipamentos de preparo do solo.....	90
2.5 Irrigação .....	93
2.6 Estudos dos atributos físicos do solo .....	94
a) Densidade do solo e porosidade total.....	94
b) Umidade do solo e resistência mecânica do solo à penetração .....	95
2.7 Cálculo do operacional do conjunto mecanizado .....	97
a) Velocidade teórica, efetiva e a variação .....	97
b) Largura e profundidade de trabalho .....	98
c) Capacidade de campo teórica .....	98
d) Capacidade de campo efetiva .....	98
e) Capacidade de campo operacional .....	99
f) Rendimento de campo teórico.....	99
2.8 Análise estatística .....	100
<b>3 Resultados e discussão.....</b>	<b>101</b>
3.1 Preparo de solo .....	101
3.2 Mapas de Krigagem antes do plantio .....	102
3.3 Efeitos das lâminas de irrigação na qualidade do solo nos diferentes tipos de preparo após 90 dias de irrigação, antes da colheita. ....	103
a) Coleta da resistência à penetração antes da colheita .....	103
b) Efeito de lâmina nos preparos de solo .....	105
b.1) Preparo do solo com arado de discos seguido de grade niveladora (SP <sub>1</sub> ) .....	105
b.2) Preparo do solo com grade aradora (SP <sub>2</sub> ) .....	106
b.3) Preparo do solo com arado escarificador, seguido de grade niveladora (SP <sub>3</sub> ) .....	108
b.4) Preparo do solo com arado escarificador seguido de grade aradora (SP <sub>4</sub> ) .....	110
c) Densidade e porosidade para preparos de solo no período que antecede a colheita.....	112
d) Densidade e porosidade para lâminas de água antes da colheita .....	113
3.4 Desempenho do conjunto mecanizado .....	114
a) Profundida efetiva .....	114
b) Velocidade teórica e efetiva de trabalho .....	115
c) Capacidade de campo teórica, efetiva e operacional .....	115
d) Rendimento de campo teórico .....	116
<b>4 Conclusão .....</b>	<b>117</b>
<b>5 Referências bibliográficas.....</b>	<b>118</b>

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo II

Tabela 1 – Análise físico-hídrica do solo Neossolo Quartzarênico Órtico.....	45
Tabela 2 – Análise química do solo da área experimental.....	45
Tabela 3 – Análise de variância (ANAVA) para altura de planta e diâmetro de caule do amendoineiro aos 30, 60 e 90 após a emergência sob diferente sistema de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação.....	54
Tabela 1 – Porcentagem de grãos por vagens para o 1º ciclo do amendoineiro submetido a lâminas de irrigação e diferentes sistemas de preparo convencional do solo.....	57
Tabela 5 – Produção de vagens chochas e cascas para o 1º ciclo da cultura de amendoim submetidos a lâminas de irrigação e sistemas de preparo do solo convencional.....	59
Tabela 6 – Produtividade de amendoim BR-01 com casca e sem casca (Kg.ha <sup>-1</sup> ) para vagens viáveis no 1º ciclo, submetido a diferentes lâminas de irrigação e preparo convencional do solo.....	61
Tabela 7 – Análise de variância do peso de 100 grãos e eficiência de uso da água de amendoim BR-01 com casca e sem casca no 1º ciclo, submetido a diferentes lâminas de irrigação e preparo convencional do solo.....	63
Tabela 8 – Custos de produção para os diversos tipos de sistema de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação na produção do amendoim no ano de 2015.....	65
Tabela 9 – Custos de produção para os diversos tipos de sistema de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação na produção do amendoim no ano de 2015.....	66
Tabela 10 – Análise de variância (ANAVA) para altura de planta e diâmetro de caule do amendoineiro aos 30, 60 e 90 após a emergência sob diferente sistema de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação no segundo ciclo.....	67
Tabela 11 – Porcentagem de grãos por vagens para o 2º ciclo do amendoineiro submetido a lâminas de irrigação e diferentes sistemas de preparo convencional do solo.....	70
Tabela 12 – Produção de vagens chochas e cascas para o 2º ciclo da cultura de amendoim submetidos a lâminas de irrigação e sistemas de preparo do solo convencional.....	71
Tabela 13 – Produtividade de amendoim BR-01 com casca e sem casca (Kg.ha <sup>-1</sup> ) para vagens viáveis no 2º ciclo, submetido a diferentes lâminas de irrigação e preparo convencional do solo.....	74
Tabela 14 – Análise de variância do peso de 100 grãos e eficiência de uso da água de amendoim BR-01 com casca e sem casca no 1º ciclo, submetido a diferentes lâminas de irrigação e preparo convencional do solo.....	75
Tabela 15 – Custos de produção para os diversos tipos de sistema de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação na produção do amendoim.....	77
Tabela 16 – Receita de produção de amendoim para os diversos tipos de sistema de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação.....	78

### Capítulo III

Tabela 1 – Análise físico-hídrica do solo Neossolo Quartzarênico Órtico.....	90
Tabela 2 – Análise química do solo da área experimental.....	90
Tabela 32 – Dados do semivariograma para a resistência mecânica do solo à penetração (RP) nas camadas de solo avaliadas em função dos sistemas de preparo.....	101
Tabela 4 – Dados da validação cruzada para a resistência mecânica à penetração do solo (RP) nas camadas de solo avaliadas em função dos sistemas de preparo do solo.....	102
Tabela 5 – Dados do semivariograma para a resistência mecânica do solo à penetração (RP) nas camadas de solo avaliadas em função dos sistemas de preparo.....	104
Tabela 6 – Dados da validação cruzada para a resistência mecânica à penetração do solo (RP) nas camadas de solo avaliadas em função dos sistemas de preparo do solo.....	104
Tabela 73 – Dados do semivariograma para a resistência mecânica do solo à penetração (RP) nas camadas de solo avaliadas em função do preparo de solo com arado e lâminas de irrigação.....	105
Tabela 8 – Dados da validação cruzada para a resistência mecânica à penetração do solo (RP) nas camadas de solo avaliadas em função do preparo do solo com arado e lâminas de irrigação.....	106
Tabela 9 – Dados do semivariograma para a resistência mecânica do solo à penetração (RP) nas camadas de solo avaliadas em função do preparo de solo com grade aradora e lâminas de irrigação.....	107
Tabela 104 – Dados da validação cruzada para a resistência mecânica à penetração do solo (RP) nas camadas de solo avaliadas em função do preparo do solo com grade aradora e lâminas de irrigação.....	107
Tabela 11 – Dados do semivariograma para a resistência mecânica do solo à penetração (RP) nas camadas de solo avaliadas em função do preparo de solo com Escarificador + Niveladora e lâminas de irrigação.....	108
Tabela 12 – Dados da validação cruzada para a resistência mecânica à penetração do solo (RP) nas camadas de solo avaliadas em função do preparo do solo com Escarificador + Niveladora e lâminas de irrigação.....	109
Tabela 13 – Dados do semivariograma para a resistência mecânica do solo à penetração (RP) nas camadas de solo avaliadas em função do preparo de solo com Escarificador + Grade Aradora e lâminas de irrigação.....	110
Tabela 14 – Dados da validação cruzada para a resistência mecânica à penetração do solo (RP) nas camadas de solo avaliadas em função do preparo do solo com Escarificador + Niveladora e lâminas de irrigação.....	111

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo I

Figura 1 – Mapa da produção de amendoim .....	25
---	----

### Capitulo II

Figura 1 – Mapa da localização do município Petrolândia – PE.....	42
Figura 2 – Croqui de montagem do experimento.....	44
Figura 3 – Trator Massey Ferguson 283 utilizado no experimento.....	46
Figura 4 – Preparo de solo com arado de 3 discos.....	46
Figura 5 – Preparo do solo com Grade Aradora de 14 discos.....	47
Figura 6 – Preparo do solo com Escarificador de 5 hastes.....	47
Figura 7 – Preparo do solo com niveladora para os preparos com arado e escarificador.....	48
Figura 8 – Semeadora pneumática de precisão de quatro linhas com espaçamento de 450 mm entre linhas.....	48
Figura 9 – Amostra descascadas para identificação de número de grãos por vagem e contagem das mesmas.....	50
Figura 10 – Altura de planta (cm) de amendoim BR-01 em função das lâminas de irrigação aos 60 dias após a emergência submetidos a diferentes tipos de sistema de plantio convencional.....	55
Figura 11 – Diâmetro de caule (mm) de amendoim BR-01 em função das lâminas de irrigação aos 60 dias após emergência submetidos a diferentes sistemas de preparo convencional do solo.....	56
Figura 12 – Desdobramento da interação sistema de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação submetidas ao cultivo de amendoim cultivar BR-1, Petrolândia – PE.....	58
Figura 13 – Porcentagem de vagens chochas em função das lâminas de irrigação submetidas a preparo convencional do solo, Petrolândia – PE.....	60
Figura 14 – Produtividade de amendoim BR-01 com casca e sem casca em função das lâminas de irrigação com diferentes sistemas de preparo do solo, Petrolândia – PE.....	62
Figura 15 – Análise de regressão do peso de 100 grãos de amendoim BR-01 com casca e sem casca em função das lâminas de irrigação com diferentes sistemas de preparo do solo, Petrolândia – PE.....	64
Figura 16 – Análise de regressão da eficiência de uso da água sem casca de amendoim BR-01 com casca e sem casca em função das lâminas de irrigação com diferentes sistemas de preparo do solo, Petrolândia – PE.....	65
Figura 17 – Altura de planta (cm) de amendoim BR-01 em função dos sistemas de preparo do solo submetida a diferentes lâminas de irrigação para diferentes dias após emergência.....	68
Figura 18 – Altura de planta (cm) de amendoim BR-01 em função das lâminas de irrigação e diferentes sistemas de preparo convencional do solo para 30 dias após a emergência do amendoim BR-1.....	68
Figura 19 – Porcentagem de cascas de amendoim BR-1 em função das lâminas de irrigação e diferentes sistemas de preparo convencional do solo...72	72

Figura 20 – Interação dos fatores de variação sistemas de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação para porcentagem de cascas de amendoim BR-1.....	73
Figura 21 – Peso de 100 grãos de amendoim BR-1 submetido à variação de sistemas de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação.....	76
Figura 22 – Eficiência do uso da água (EUA) de amendoim BR-1 submetido à variação de sistemas de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação.....	77

### Capítulo III

Figura 1 – Mapa da localização do município Petrolândia – PE.....	88
Figura 2 – Croqui de montagem do experimento.....	89
Figura 3 – Trator Massey Ferguson 283.....	91
Figura 4 – Preparo de solo com arado de 3 discos.....	91
Figura 5 – Preparo do solo com Grade Aradora de 14 discos.....	92
Figura 6 – Preparo do solo com Escarificador de 5 hastes.....	92
Figura 7 – Preparo do solo com niveladora para os preparos com arado e escarificador.....	93
Figura 8 – Semeadora pneumática de precisão de quatro linhas com espaçamento de 450 mm entre linhas.....	93
Figura 9 – Esquema para coleta de dados pontual e de perfil.....	97
Figura 10 – Mapas de Krigagem dos sistemas de preparo para RP perfil (MPa) após preparo do solo. (a) Arado de discos; (b) Grade; (c) ESC+NIV e (d) ESC+grade.....	103
Figura 11 – Mapas de Krigagem dos sistemas de preparo para RP perfil (MPa) antes da colheita. (a) Arado de discos; (b) Grade; (c) ESC+NIV e (d) ESC+grade.....	105
Figura 12 – Mapas de Krigagem do arado de discos para RP perfil (MPa) em função das lâminas de irrigação. (a) L1; (b) L2; (c) L3 e (d) L4.....	106
Figura 13 – Mapas de Krigagem da grade de discos para RP perfil (MPa) em função das lâminas de irrigação (a) L1; (b) L2; (c) L3 e (d) L4.....	108
Figura 141 – Mapas de Krigagem do escarificador mais niveladora para RP perfil (MPa) em função das lâminas de irrigação (a) L1; (b) L2; (c) L3 e (d) L4.....	110
Figura 15 – Mapas de Krigagem do escarificador mais grade para RP perfil (MPa) em função das lâminas de irrigação (a) L1; (b) L2; (c) L3 e (d) L4.....	112
Figura 16 – Densidade e porosidade do solo em função do preparo do solo.....	113
Figura 172 – Densidade e porosidade do solo em função das lâminas de irrigação.....	114
Figura 18 – Profundidade do solo e função dos sistemas de preparo.....	114
Figura 193 – Gráfico das velocidades teóricas e efetivas para os sistemas de preparo do solo.....	115
Figura 204 – Comparação das capacidades de campo teórico e efetivo do conjunto mecanizado aplicado no sistema de preparo convencional do solo.....	116
Figura 215 – Rendimento do conjunto mecanizado em campo.....	116

**COSTA, Fernando Antônio Melo. EFEITO DAS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO AMENDOIM BR-1.** 2018. 100 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2018.

## **RESUMO**

Com o déficit hídrico em regiões semiáridas, pesquisas buscando alternativas no manejo de água e solo, visando a eficiência e produtividade da cultura do amendoim tem se tornado tópicos de preocupações dos pesquisadores, para amenizar as consequências das secas prolongadas e na busca por maneiras de conviver com a seca. Nesse contexto, a presente pesquisa foi realizada objetivando-se avaliar o efeito das lâminas de irrigação e sistemas de preparo do solo, na produtividade da cultura do amendoim BR-1. O experimento foi conduzido em campo, no município de Petrolândia -PE, região semiárida do Nordeste brasileiro. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso e as parcelas foram dispostas em faixa em 4 repetições, com o preparo de solo disposto na parcela principal e lâminas de irrigação nas parcelas secundárias, assim distribuídas. Para os preparos de solo foram utilizados: Preparo do solo com arado de discos seguido de grade niveladora (SP<sub>1</sub>); Preparo do solo com grade aradora (SP<sub>2</sub>); Preparo do solo com arado escarificador seguido de grade niveladora (SP<sub>3</sub>); Preparo do solo com arado escarificador seguido de grade aradora (SP<sub>4</sub>). As lâminas de irrigação utilizadas foram: 50, 75, 100 e 125% da necessidade hídrica da cultura (ET<sub>c</sub>). Foram analisados o crescimento e a produção do amendoim no 1º e 2º ciclos, atributos físicos do solo e cálculo do conjunto mecanizado. A lâmina de 75% ET<sub>c</sub> teve maior altura de planta aos 60 DAE, com cerca de 20 cm e SP<sub>2</sub> com lâminas de 100% ET<sub>c</sub> tiveram 28% de porcentagem de vagens com 2 grãos, no 1º ciclo. No 2º ciclo o SP<sub>3</sub> é o tipo de preparo indicado para obtenção de maior acréscimo de produção, obtendo em torno de 177 sacas. Os aumentos consecutivos das lâminas de irrigação resultaram em acréscimos na produtividade. A maior eficiência do uso da água foi observada com a lâmina de 50% em ambos os ciclos. Para densidade de porosidade do solo, o SP<sub>2</sub> apresentou o melhor rendimento de campo para o sistema mecanizado. Palavras-chave: Produtividade, Eficiência de uso da água, Mecanização

**COSTA, Fernando Antônio Melo. EFFECT OF IRRIGATION BLADES AND SOIL PREPARATION SYSTEMS IN THE PRODUCTION OF AMENDOIM CULTURE BR-1. 2018. 100 p. Thesis (PhD in Agricultural Engineering) - Federal University of Campina Grande, Campina Grande, PB, 2018.**

### **Abstract**

With the water deficit in semi-arid regions, research seeking alternatives to water and soil management, aiming at the efficiency and productivity of peanut cultivation, have been topics of researchers' concern to alleviate the consequences of prolonged droughts and ways of living with drought. In this context, the present research was carried out to evaluate the effect of irrigation slides and soil preparation systems on peanut crop productivity BR-1. The experiment was conducted in the field in the municipality of Petrolândia -PE, semi-arid region of Northeast Brazil. A randomized block experimental design was used, and the plots were arranged in a strip in 4 replications, with soil preparation arranged in the main plot and irrigation slides in the secondary plots, thus distributed. Soil preparation with disk plow followed by leveling grid (SP1); Soil preparation with harrow (SP2); Soil preparation with ripening plow followed by leveling grid (SP3); Soil preparation with ripening plow followed by plow grating (SP4). The irrigation slides used were: 50, 75, 100 and 125% of the crop water requirement (ET<sub>c</sub>). Peanut growth and production in the 1st and 2nd cycle, soil physical attributes and mechanized set were analyzed. The 75% ET<sub>c</sub> blade had higher plant height at 60 DAE, with about 20 cm and SP2 with 100% ET<sub>c</sub> slides had 28% of pods with 2 grains, in the 1st cycle. In the second cycle SP3 is the type of preparation indicated to obtain a higher production increase, obtaining around 177 bags. The consecutive increases of the irrigation slides resulted in an increase in productivity. The higher efficiency of water use was observed with the 50% slide in both cycles. For soil porosity density SP2 was the one that obtained the best field yield for the mechanized system.

**KEYWORDS:** Productivity, Water Efficiency, Mechanization

## Capítulo I

### 1 Introdução

A região do nordeste brasileiro é caracterizada pelo solo raso e pedregoso, clima semiárido, com precipitações irregulares e má distribuída, com épocas de secas prolongadas. Possui locais com índices pluviométricos abaixo de 800 mm/ano, ocasionando problemas socioeconômicos, sendo a água fator limitante para desenvolvimento da agricultura e pecuária na região, bem como estimula o êxodo rural (Marengo et al., 2011).

Com o déficit hídrico em regiões semiáridas, pesquisas vem sendo desenvolvidas buscando alternativas no manejo de água e solo, visando a eficiência e produtividade da cultura, são tópicos e preocupações dos pesquisadores de instituições públicas e privadas, visando amenizar as consequências das secas prolongadas e maneiras de conviver com a seca. Pinheiro et al. (2014) afirmam que a agricultura nestas regiões deve ser realizada de forma sustentável e com utilização de espécies adaptadas as condições edafoclimáticas.

A irrigação é aplicada para fornecer à cultura a quantidade de água necessária ao seu desenvolvimento e no momento oportuno, uma vez que a deficiência hídrica ou excesso de água pode se tornar um fator de insucesso, tanto pela menor produtividade como pelo uso ineficiente da água (Bilibio et al., 2010).

Com a crescente demanda de uso de sistemas de irrigação e de preparo do solo, se realizados de maneira inadequada podem ocasionar danos a cultura como a redução de sua produção, e impactos ambientais. Carvalho et al. (2012), relatam que os tipos de sistemas de preparo do solo ocasionam mudanças na estrutura física do solo. Segundo Montanari et al. (2012), o aumento da densidade do solo é resultado das modificações da estrutura física do solo, ocorrendo adulteração de porosidade, retenção de água, aeração e resistência do solo à penetração das raízes.

Com a evolução da colheita mecanizada e o crescente melhoramento de cultivares mais produtivas e com ciclo reduzido, tem-se aumentado as áreas cultivadas. Desta forma, os produtores de amendoim buscam cada vez mais a

inserção de tecnologias que reduzam o tempo e a mão-de-obra na produção (Fachin et al., 2014).

No Brasil, na safra de 2016/2017 foram produzidos cerca 466.200 toneladas de amendoim, na safra 2017/2018 teve acréscimo de 10,2%, totalizando 513.700 t, com incremento da área plantada em algumas regiões e redução em outras, devido a disponibilidade hídrica. No Centro-Sul a produtividade média foi de  $3.800 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , no Norte/Nordeste foi de  $1.068 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (CONAB, 2018).

Na região do submédio do Rio São Francisco, o amendoim é plantado sob regime de irrigação, porém da forma que o sistema de produção é conduzido, o rendimento e a rentabilidade é bem inferior a expectativa de uma cultura sob regime de irrigação, isso ocorre pelo uso de maquinário excessivamente pesado para o preparo de solo, assim como a irrigação sem nenhum critério técnico, dentre outros fatores.. O preparo do solo quando bem executado favorece a germinação, o desenvolvimento e crescimento da cultura, mas quando realizado inadequadamente pode prejudicar o desenvolvimento adequado das raízes Em consequência a produção (Silva et al., 2000).

## **2 Objetivos**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar o efeito das lâminas de irrigação em diferentes variações do preparo convencional do solo, no cultivo do amendoim BR-1 (*Arachis hypogaea L.*).

### **2.2 Objetivos específicos**

- Analisar o desenvolvimento e produtividade da cultura do amendoim, para variações do preparo convencional do solo em função das lâminas de água;
- Determinar a eficiência de uso de água da cultura do amendoim, cultivar BR1;
- Realizar a análise econômica do sistema de produção da cultura do amendoim, sob irrigação;
- Avaliar as características físicas do solo após uso de quatro tipos de sistemas de preparo convencional do solo, e no final do ciclo da cultura irrigada;
- Averiguar os cálculos operacionais do conjunto mecanizado utilizado no preparo convencional do solo.

### **3 Revisão bibliográfica**

#### **3.1 Irrigação**

O semiárido nordestino brasileiro, tem como uma de suas características as precipitações desiguais e locais com índices pluviométricos baixos. Segundo Marengo et al. (2011), há regiões com índices pluviométricos abaixo de 800 mm/ano, acarretando em problemas como a falta de água para consumo, animais e agricultura, afetando os setores socioeconômicos. Dessa maneira, pesquisas que visem alternativas para elevar a eficiência hídrica na irrigação tornam-se fundamentais para estas regiões.

Uma irrigação eficiente faz-se importante para que os sistemas apresentem alta uniformidade de aplicação da água. Uma vez instalado um projeto de irrigação, é necessário verificar se as condições previstas inicialmente se confirmam em campo. Para tanto, deve-se avaliar as condições de pressão, vazão e lâminas d'água aplicadas. A eficiência de aplicação da água de irrigação é uma realidade que os pequenos agricultores tem dado pouca importância. Muitos não a utilizam de forma adequada, por falta de orientação e conhecimento técnico (Silva et al., 2005).

Existem duas estratégias para o planejamento da irrigação, uma que consiste em suprir totalmente ou parcialmente a necessidade de água da cultura. Na irrigação sem déficit, quando a disponibilidade de água não é fator limitante da produção, o objetivo é aplicar uma quantidade média de água, capaz de suprir totalmente o déficit hídrico e de proporcionar a máxima produção por unidade de área, evitando perda de produtividade ou de qualidade do produto por deficiência de água. Na irrigação com déficit, o objetivo é maximizar a produção por unidade de volume de água aplicada (eficiência de uso da água = eficiência produtiva, atualmente denominada produtividade da água). Com isso, visa-se aumentar a eficiência de uso da água e economizar água pelo aumento da eficiência de aplicação (eficiência técnica), redução das perdas de água e redução da eficiência de armazenagem, pressupondo-se que a disponibilidade de água constitui limitação à produção agrícola e que o manejo da irrigação deve priorizar a minimização das perdas de água (Frizzone, 2007).

Com aplicação de água em menor quantidade, verificam-se nas irrigações com déficit, as produtividades tendem a ser menores. Logo, reduz-se a percolação, aumenta-se a eficiência de aplicação e diminuição nos custos operacionais da irrigação, esses fatos representam uma tendência na redução da lixiviação de produtos químicos. Esta situação é indicada para regiões com pouca água disponível para irrigação, mas que não apresentam excesso de sais, que poderão precipitar e ocasionar salinidade no solo (Dantas Júnior, 2012).

A determinação de uma lâmina de água economicamente viável entre diferentes opções existentes, necessita de estudo e técnicas que proporcionem determinar o uso eficiente da água como uma tomada de decisão. Para Frizzone (2007), a otimização da irrigação considera explicitamente os custos e os lucros, porém, maximizar a lucratividade é um problema complexo e desafiador. Pois, para identificar estratégias ótimas de irrigação são necessários modelos detalhados das relações água-cultura e eficiência de irrigação. Fatores econômicos, como custos de produção, preços do produto, custos de oportunidade da água, devem ser incorporados de modo claro nas análises.

Na agricultura irrigada, deve-se atribuir uma atenção especial ao manejo da água, estimando as necessidades hídricas da cultura, de forma que não ocorra déficit ou excesso, bem como a hora mais adequada para proceder à irrigação, visando, desta forma, maximizar a eficiência do uso da água (Bilibio et al., 2010). Lopes et al. (2011) relatam que é necessário ter informações sobre os aspectos que interferem no manejo da irrigação, a exemplo das características do solo sobre o armazenamento da umidade do solo, taxa de infiltração básica, e da necessidade hídrica da cultura como afirmam Karam et al. (2011).

Para a irrigação da cultura, algumas características físicas e ambientais são necessárias para calcular a lâmina de água adequada para suprir a demanda hídrica da cultura. O uso do método de Priestley-Taylor, por exemplo, para obtenção da evapotranspiração é interessante por utilizar poucas variáveis, como saldo de radiação, fluxo de calor no solo e temperatura do ar, enquanto que, o balanço hídrico no solo é estimado considerando os fluxos de perda de água do solo para a atmosfera, sendo este método bastante aplicado

no cálculo da evapotranspiração da cultura (Silva et al., 2009; Sousa et al., 2010).

Assunção e Escobedo (2009), em ensaio de consumo total de água da cultura do amendoim, estimado pelo método da Razão de Bowen, entre a semeadura e a colheita o consumo foi de 412 mm, sendo que 246 mm foram supridos em 17 irrigações, com precipitações de 352 mm, as quais tiveram uma contribuição efetiva de 166 mm na manutenção da demanda hídrica da cultura. Portanto, a água disponibilizada para a cultura foi de 598 mm, com um excedente de 186 mm. Embora Sarr et al. (2004) utilizaram 390 a 840 mm de água para suprir as necessidades hídricas de diferentes cultivares de amendoim. Doorenbos e Kassam (1979) asseguram que, para bons rendimentos, um cultivo de sequeiro necessita em torno de 500 a 700 mm de chuva para o período total de crescimento.

Com teor de umidade em torno de 15%, Assunção e Escobedo (2009) obtiveram uma produtividade média para a cultura do amendoim (IAC-TATU-ST) em casca de  $4,5t \cdot ha^{-1}$ , equivalente a  $3,15t \cdot ha^{-1}$  de grãos. A eficiência de uso da água foi de  $0,764kg \cdot m^{-3}$ . Com isso, o modelo agrometeorológico escolhido a razão de Bowen, dentro do intervalo de valores referidos na literatura, a demanda de água exigida pela cultura do amendoim permitindo assim estimar com segurança a eficiência de uso da água.

Conforme Doorenbos e Kassam (1979), em condição irrigada e com alto nível de manejo, a produtividade pode variar de  $2,45$  a  $3,15t \cdot ha^{-1}$  em grãos, enquanto que a eficiência de utilização da água pode variar de  $0,6$  a  $0,8 kgm^{-3}$ . A eficiência no uso da água (EUA) é definida como o saldo de matéria seca (MS) produzido por unidade de água consumida. Essa variável é vital para o desenvolvimento de modelos de manejo ou administração de irrigação, crescimento e produtividade de cultivos agrícolas e previsão de safras. Inman-Bamber & Smith (2005) sugerem que a EUA seja calculada pela Equação 1:

$$EUA = \frac{Yc}{Qa} \quad (1)$$

Em que:  $Y_c$  é a produtividade da cultura e  $Q_a$  é a quantidade de água fornecida a cultura em  $m^3$ .

Estudiosos de diversas partes do mundo atentam-se para as pesquisas correlacionadas a eficiência no uso da água. Segundo El-Hendawy et al. (2008), o uso eficiente da água através de sistemas modernos de irrigação, é cada vez mais importante nas regiões áridas e semiáridas com recursos hídricos limitados.

A cultivar BR-1 é uma variedade capaz de acumular mais solutos orgânicos osmoticamente ativos, reduzindo seu potencial hídrico a valores mais negativos e por sofrer menores alterações no crescimento tornando-se mais adaptada às condições de deficiência hídrica (Graciano, 2009). O estresse hídrico reduz o crescimento das plantas, afetando vários processos fisiológicos e bioquímicos, como fotossíntese, respiração, translocação, a absorção de íons, carboidratos, metabolismo de nutrientes e fatores de crescimento (Jaleel et al., 2008).

Bastos (2012) avaliou as variedades de amendoim 283 AM, 298 AM, 184 AM, BR-1, Tatu e BRS Havana submetidas a diferentes lâminas de irrigação, observando que todos as cultivares de amendoim tiveram um bom desempenho mediante o efeito da irrigação. O suprimento da necessidade hídrica da cultura por meio de irrigação está entre os principais fatores de aumento de produtividade do amendoim, ao mesmo tempo que o déficit hídrico, provoca queda de produtividade da cultura.

A função que representa os custos de operação da aplicação de água em uma cultura é uma reta, ao passo que a função que caracteriza a receita líquida é uma curva, portanto, a quantidade de água que proporciona a receita líquida máxima é inferior à quantidade de água que proporciona a máxima produção, e que dependendo do nível tecnológico, para um mesmo volume de água utilizado em três situações de eficiência tecnológica decrescente obtém-se, em consequência, menor eficiência econômica e menor produtividade marginal (Frizzone, 1993).

Os resultados alcançados com bases experimentais constituem fontes valiosas de informações a serem utilizadas para tomadas de decisões sobre os empreendimentos agropecuários. Essas funções são obtidas através de conjuntos de dados levantados em experimentos científicos direcionados à

quantificação da rentabilidade ou incrementos de produtividade de determinadas práticas agrícolas (Frizzone, 1993).

### **3.2 Preparo e atributos físicos do solo**

A compactação do solo é influenciada pela utilização de máquinas e implementos agrícolas. Conforme Lima et al. (2013), estes são os principais fatores que ocasionam reduções significativas no crescimento radicular da planta. Oliveira et al. (2013) relatam que algumas culturas como a cana de açúcar, têm em torno de 60% das raízes entre 20 a 30 cm de profundidade, enquanto outras possuem 50 cm, assim, a compactação influencia na penetração das raízes, reduzindo absorção de nutrientes, água e impactando no desenvolvimento e produção da cultura.

O sistema convencional de preparo do solo, consiste na realização de uma aração, caracterizada pelo preparo primário do solo, seguida de duas gradagens para destorroamento e nivelamento, também denominada de operações de preparo secundário (Carvalho Filho et al., 2007).

Em regiões onde o uso intensivo de máquinas, geralmente em áreas que se faz o preparo do solo com grades e arados, este revolvimento excessivo do solo pulveriza a camada superficial e compacta as camadas subsuperficiais, interferindo diretamente na estrutura do solo, adensando as partículas, diminuindo a porosidade e armazenamento de água no perfil, prejudicando o desenvolvimento e a produtividade das culturas. O revolvimento excessivo aumenta o volume do solo, diminuindo o acúmulo de água na camada revolvida devido às tensões matriciais ser menores (Stone e Moreira, 2000).

Para que as sementes germinem e possam fornecer condições favoráveis ao desenvolvimento do seu sistema radicular, é necessário encontrar um ambiente propício. As operações de preparo do solo promovem esse ambiente, no entanto algumas características do solo como textura, o teor de argila e o conteúdo de matéria orgânica do solo, a profundidade de mobilização e o tipo de equipamento utilizado podem ocasionar em modificações na estrutura do solo, acarretando em restrições ao crescimento das raízes, devido à compactação causada pela pressão exercida pelos rodados dos tratores e por alguns implementos utilizados no preparo do solo.

Já quando são observados preparos com implementos que contenham hastes, como nos arados de aiveca e nos escarificadores não se observa compactação (De Maria, 1999).

Em cultivos agrícolas o preparo do solo deve alterar o mínimo possível às características físicas e químicas originais, principalmente aquelas que diminuem os poros e os agregados, prejudicando a infiltração e a retenção de água no solo, e conseqüentemente ocasionando compactação afetando a aeração do solo devido ao adensamento das partículas de solo. O preparo convencional do solo desintegra fisicamente as camadas superficiais do solo, muitas vezes formando uma camada subsuperficial adensada conhecida como pé de grade (Arf et al., 2004).

O solo funciona como um reservatório de água para as plantas, a disponibilidade de água pode ser alterada por meios de alguns fatores que determinam a estrutura do solo, tais como o arranjo das partículas e como conseqüência a distribuição dos poros, textura, tipos e quantidades de argilas e o teor de matéria orgânica, estes fatores são importantes na distribuição dos diâmetros dos poros (Klein e Libardi, 2000).

As propriedades físicas do solo podem ser modificadas dependendo do manejo e da intensidade do preparo, e em muitas das vezes essas modificações não são satisfatórias, principalmente quando aumenta a densidade do solo, diminui a porosidade e compacta algumas das camadas subsuperficiais do solo, limitando a infiltração e a redistribuição de água, restringindo a adsorção e ou absorção de nutrientes do solo para as plantas, resultando em futuros problemas de erodibilidade e queda na produção (Cortez et al., 2011).

O sistema de preparo do solo, a intensiva mobilização e o tráfego de máquinas frequentemente ocasionam compactação das camadas subsuperficiais, comprovada pelo aumento da densidade do solo e da resistência à penetração, com conseqüente diminuição da porosidade e da permeabilidade do solo. Tais fatores impõem limitações ao desenvolvimento radicular, condicionando menor rendimento das culturas (Beutler, 2005).

Cortez et al. (2011) afirmam que o preparo convencional intenso em Argissolo amarelo no semiárido nordestino possui interferência na densidade do solo na camada de 0,10-0,20 m, com maior porosidade nas áreas sem

preparo e menor nas áreas preparadas com escarificador e grade leve off-set com discos de 0,61 m de diâmetro, sendo que no tratamento com escarificador a resistência mecânica a penetração é menor, nesse estudo concluiu-se que a camada agricultável varia até 0,30 m devido principalmente por esta ser a camada arenosa.

De acordo com Bertol et al. (2007), o sistema de manejo convencional normalmente ocasiona degradação do solo, pela perda da qualidade estrutural e aumento da erosão hídrica, em especial quando dissociado de práticas conservacionistas. A densidade do solo, dentre os vários atributos que interferem no manejo da irrigação e no crescimento vegetal, pode ser considerada a principal, sendo muito importante sua medição em projetos de irrigação e drenagem (Andrade et al., 2009). Por essa razão, a caracterização da variabilidade espacial torna-se essencial para um melhor entendimento das inter-relações entre atributos do solo e manejo de irrigação. Assim, o estudo da variabilidade espacial do solo é particularmente importante em áreas onde o solo pode estar submetido a diferentes manejos, onde a análise geoestatística pode indicar alternativas de manejo, não somente para reduzir os efeitos da variabilidade do solo na produção das culturas, mas também para aumentar a possibilidade de se estimarem respostas dos atributos do solo em função de determinadas práticas de manejo (Ovalles e Rey, 1994).

A geoestatística, por sua vez, é a ferramenta que leva em consideração as distribuições das amostras, permitindo definir o raio de dependência espacial entre elas. Essa dependência ou correlação espacial entre amostras pode ser verificada pelas semivariâncias (Vieira et al., 2000), através dos semivariogramas, segundo Lima et al. (2014) pode ser aplicado para presumir informações no local pesquisado.

### **3.3 Desempenho operacional de máquinas e implementos agrícolas**

Os solos utilizados na agricultura possuem várias condições superficiais e subsuperficiais, em relação à textura, adensamento, tipo de cobertura, teor de água, entre outros. De acordo com Fiorese et al. (2015), estes atributos são retratados na mecanização, sobretudo na relação solo-máquina, em que os efeitos não desejados afetam o desempenho das máquinas e dos implementos.

Com o aumento da mecanização agrícola é importante o desenvolvimento de novas tecnologias, exigindo cada vez mais equipamentos com maior potência para atender as diversas atividades agrícolas. Com isso, é necessário um maior gerenciamento sobre a rentabilidade do negócio (Oliveira, 2000). Segundo Pacheco (2000), um conjunto mecanizado ao realizar operações agrícolas, pode ser considerado como um ponto para redução dos custos pois dependendo da cultura, representa de 20 a 40% dos custos de produção.

A mensuração da capacidade de trabalho realizados em unidade tempo, por um conjunto mecanizado é denominado capacidade de campo operacional (CCO), assim classificada pela relação entre área ou produção obtida e o tempo total que o conjunto mecanizado permaneceu no campo, enquanto que, na capacidade de campo efetiva (CCE) não é considerado o tempo perdido com manobras em cabeceiras, com reabastecimento e regulagens (Balastreire, 1987).

Para Silveira et al. (2006), a capacidade de trabalho ou de campo das máquinas agrícolas está ligada a função dos seguintes fatores: largura de trabalho da máquina, velocidade de deslocamento, porcentagem de tempo parado ou não operado, devido ao tempo gasto no deslocamento para a área a ser trabalhada e em manobras entre outras atividades que podem surgir durante o processo. Rodrigues et al. (2011) estudando a capacidade operacional de um conjunto mecanizado identificaram que o preparo do solo e velocidade da operação de semeadura influenciaram o desempenho operacional da cultura do sorgo forrageiro.

### **3.4 Amendoim (*Arachis hypogaea* L)**

A cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L) é originária da América do Sul, Onde a partir de informações, já era cultivada pelas populações indígenas muito antes da chegada dos europeus. O gênero *Arachis* compreende cerca de 80 espécies descritas, distribuídas em uma grande variedade de ambientes, desde as regiões costeiras do Brasil e Uruguai até altitudes de 1.450 m na região dos Andes ao noroeste da Argentina (Martins, 2011).

O amendoim é uma oleaginosa cultivada no Brasil bastante importante, sendo a região Sudeste a maior concentração da produção do país (CONAB, 2016). O Brasil produziu aproximadamente 466.200 toneladas de amendoim na safra 2016/2017 e na safra 2017/2018 teve acréscimo de 10,2%, totalizando 513.700 t. Observou-se uma variação na área plantada, ocorrendo incremento em algumas regiões e diminuição em outras, a região Sudeste a maior concentração da produção do país regime de chuvas. A produtividade média obtida na região Centro-Sul foi de 3.800 kg·ha<sup>-1</sup> ao passo que no Norte/Nordeste foi de 1.068 kg·ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2018).

Com base no mapa de produção do amendoim no Brasil, Figura 1, observa-se que as maiores produções estão nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul, destacando como maior produtor o estado de São Paulo, (CONAB, 2018).

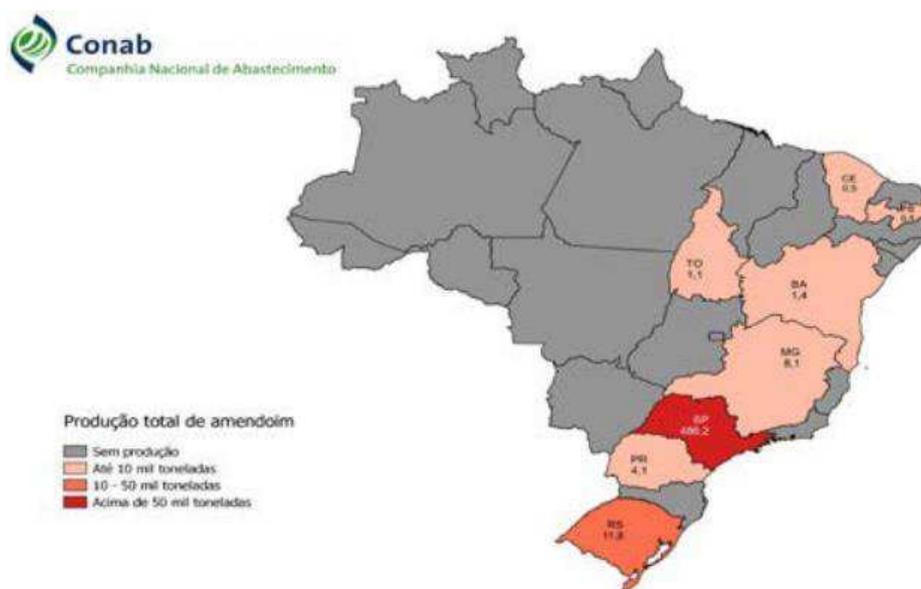


Figura 6 – Mapa da produção de amendoim (Fonte: CONAB 2018)

No Nordeste brasileiro, os principais Estados produtores são Bahia, Sergipe, Paraíba e Ceará, com produtividade média bem inferior à obtida na região Sudeste. Embora a produção seja restrita aos pequenos produtores familiares, em sua maioria sem equipamentos e técnicas modernas, esta região possui condições agroecológicas favoráveis para a obtenção de vagens e grãos de boa qualidade, quanto às condições fitossanitárias e sensoriais (Peixoto et al., 2008).

De acordo com Beltrão et al. (2011), o cultivo do amendoim é praticado pela a agricultura familiar na região semiárida, principalmente pela produção significativa e manejo fácil. Cerca de 80% da produção nordestina é destinada ao consumo *in natura*, como também o amendoim torrado ou cozido, gerando empregos diretos e indiretos. O produto na sua maioria é comercializado em feiras livres, festas juninas, festas de largos, praias, etc., tendo grande importância no contexto socioeconômico dessa região, Peixoto et al. (2008). Os pesquisadores ainda afirmam que o sistema de produção utilizado pelos agricultores ainda é rudimentar, com pequenas áreas sendo utilizadas, semeando em sistemas de covas espaçadas irregularmente e feitas com enxadas e/ou com matracas, sem qualquer adubação e nos meses mais chuvosos e úmidos que coincide com o outono, ou seja, março, abril, maio e junho.

De acordo com Duarte et al. (2013), em regiões semiáridas o tipo de cultivares de amendoim é importante serem cultivares precoces e adaptadas ao local, para minimizar perdas e aumentar a competitividade na safra dos pequenos agricultores.

No sertão de Pernambuco, a produção de amendoim se concentra no município de Petrolândia, próximo ao Recôncavo Baiano, facilitando assim, o escoamento da produção *in natura* para mercado da Bahia que consome o amendoim cozido. Esta cultura vem se desenvolvendo e ganhando simpatia dentre os produtores, uma vez que, não necessita de grandes investimentos e o resto da massa seca da cultura serve como alimentação para os animais. O potencial de produção do amendoim é determinado geneticamente. O quanto deste potencial vai ser exteriorizado depende de fatores limitantes que estarão atuando em algum momento durante o ciclo da cultura, dentre esses se destaca o fator clima e boa distribuição de água durante o ciclo da cultura (Peixoto et al., 2008).

O amendoim possui mecanismos que se adaptam em ambientes adversos, modificando a morfologia e a produção da planta. Em estudo conjunto de quatro experimentos, Nakagawa et al. (2000) verificaram que a densidade de 20 sementes·m<sup>-1</sup>, foi superior em produtividade a de 10 sementes·m<sup>-1</sup>, e que ambas foram semelhantes à densidade de 15 plantas·m<sup>-1</sup>. Independente da densidade de plantas ou do espaçamento

utilizado, a época de semeadura é o fator que mais influência nas características agrônômicas e na produtividade de vagens e grãos do amendoim cultivado no Recôncavo Baiano.

A cultura do amendoim tem forte importância econômica, devido ao seu grande valor nutricional, produção de óleos e principalmente, na confecção de balas bombons e no consumo *in natura* (LOURENZANI e LOURENZANI, 2006). Além de ser uma cultura com bom desenvolvimento na faixa de temperatura de 28 a 32°C (NASA ORGANIK, 2009). Santos et al. (2005) ressaltam que temperaturas mais altas, na faixa de 33 à 34°C, favorecem o sabor adocicado e uma lavoura com baixa incidência de doenças fúngicas.

Temperaturas entre 25 e 35°C são ideais para o desenvolvimento vegetativo do amendoimzeiro (Nogueira e Távora, 2005). Temperaturas abaixo do ideal prolongam o estado vegetativo, alongando o ciclo da cultura. Grandes diferenças de temperaturas diurnas e noturnas reduzem drasticamente a formação de flores (Armando Júnior, 1990). As baixas temperaturas noturnas tem sido um dos principais fatores climático responsável pela insuficiente formação de vagens (Cato et al., 2008).

No amendoim BR-1, o período de floração inicia após 20 a 25 dias da emergência das plantas. Depois da murcha da flor, o ovário se estende para desenvolver o ginóforo, que continua a crescer até atingir o solo; a partir daí a sua extremidade assume posição horizontal, dando início à formação da vagem. Na penetração do ginóforo no solo, ele exige solo úmido e friável (Nogueira e Távora, 2005). Esta cultivar, segundo Pereira et al. (2012) em suas pesquisas constataram que têm tolerância ao estresse hídrico por tempo prolongado.

Peixoto et al. (2011) dizem que as características morfológicas e fisiológicas da planta de amendoim são afetadas pelo clima, como a luminosidade que está interligada com a realização da fotossíntese, alongamento da haste principal e das ramificações, expansão foliar, nodulação, entre outros aspectos. Dessa maneira, para que haja energia disponível é importante que a interceptação em alto nível, seja executada e que seja elevado o rendimento das plantas em absorver e transformá-la em fotoassimilados.

A eficiência da planta pode ser expressa pelo índice de colheita (IC), indicando a proporção de fotoassimilados que foram direcionados aos grãos. O índice de colheita, está relacionado pela fração dos grãos produzidos em função da matéria seca total da planta, sendo aplicado para avaliar o desempenho da cultivar impostas a divergências climáticas (Fancelli, 2013). Com a identificação desta variável IC, os pesquisadores podem verificar a habilidade de cultivar e combinar a alta produtividade total com destinação de matéria seca armazenada quando for de interesse econômico (Fancelli, 2015).

Com a maior disponibilidade de água, incidência de luz e temperatura em condições ideais para o desenvolvimento das plantas, cuja eficiência agrônômica pode ser mensurada através do índice de colheita (IC), ou seja, a relação entre a matéria seca dos grãos e a matéria seca total. É esperado que cultivares mais modernas apresentem maior IC. E isso foi comprovado em outras espécies como o milho (Echarte et al., 2013) e arroz (Li et al., 2012), e a utilização do índice de colheita no contexto da eficiência agrônômica foi enfatizado em inúmeros estudos (Durães et al., 2008).

#### 4 Literatura citada

ANDRADE, R. S.; STONE, L. F. Índice S como indicador da qualidade física de solos do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.382-388, 2009.

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. Manejo do solo, água e nitrogênio no cultivo de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.2, p.131-138, 2004.

ARMANDO JUNIOR, J. Floração em amendoim (*Arachis hypogaea* L.). 1990. 83f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP.

ASSUNÇÃO, H. F; ESCOBEDO, J. F. Estimativa da exigência hídrica do amendoim usando um modelo agrometeorológico. **Irriga**, v. 14, n. 3, p. 325-335, 2009.

BALASTREIRE, L. A. Máquinas agrícolas. São Paulo, Editora Manole LTDA, 1987. 310p.

BASTOS, F. J. C.; ROCHA, A. C.; SILVA, N. F.; CUNHA, F. N.; SILVA, F. C.; TEIXEIRA, M. B. Desempenho de cultivares e linhagens de amendoim irrigado. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.6, n. 3, p. 198 - 206, 2012.

BELLETTINI, N. M. T.; ENDO, R. M. Comportamento do amendoim “das águas”, (*Arachis hypogaea* L) sob diferentes espaçamentos e densidade de semeadura. **Acta Scientiarum**, Maringá, v 23, n. 5, p. 1249-1256, 2001.

BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. – Ecofisiologia das culturas algodão, amendoim, gergelim, mamona, pinhão-manso e sisal. Brasília, DF. Embrapa. 2011, p. 125-162.

BELTRÃO, N. E. M.; SOUSA JUNIOR, S. P.; OLIVEIRA, M. I. P.; FIDELES FILHO, J.; SILVA, M. N. B. Ecofisiologia do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). In:

BERTOL, O. J.; RIZZI, N. E.; BERTOL I.E ROLOFF, G. Perdas de solo e água e qualidade do escoamento superficial associadas à erosão entre sulcos em área cultivada sob semeadura direta e submetida às adubações mineral e orgânica. **R. Bras. Ci. Solo**, 31:781-792, 2007.

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F.; ROQUE, C. G.; FERRAZ, M. V. Densidade relativa ótima de Latossolos Vermelhos para a produtividade de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.843-849, 2005.

BILIBIO, C.; Carvalho, J. A.; Hensel, O; Richter, U.; Oliver. Effect of different levels of water deficit on rapeseed (*Brassica napus* L.) crop. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 4, p. 672-684, 2011.

BILIBIO, C.; CARVALHO, J. A.; MARTINS, M.; REZENDE, F. C.; FREITAS E. A. & GOMES, L. A. Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.7, p.730-735, 2010.

BULGARELLI, E.M.B. Caracterização de variedades de amendoim cultivadas em diferentes populações / Elisângela Maria Bernal Bulgarelli. – Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.

CARVALHO FILHO, A.; CENTURION, J. F.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; CARVALHO, L. C. C. Métodos de preparo do solo: alterações na rugosidade do solo. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 27, n. 1, p. 229-237, 2007.

CARVALHO, L.A.; MEURER, I.; SILVA JÚNIOR, C.A.; CENTURION, J.F. Spatial variability of soil physical properties in two management systems in sugarcane crop. **Engenharia Agrícola**, v. 32, p. 60-68, 2012.

CATO, S. C.; ALBERT, L. H. B.; MONTEIRO, A. C. B. A. Amendoizeiro. In: Castro, P. R. C. Manual de Fisiologia Vegetal: Fisiologia de Cultivos. Piracicaba: Editora Ceres, 2008.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2017/18 – Junho de 2018.

CORTEZ, J. W.; ALVES, A. D. S.; MOURA, R. D.; OLSZEWSKI, N.; NAGAHAMA, H. J. Atributos físicos do Argissolo amarelo do semiárido nordestino sob sistemas de preparo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1207-1216, 2011.

DANTAS JUNIOR, E. E. Água e adubação potássica na produção do milho ag 1051, em condições semiáridas. Tese apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, 2012.

DE MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 703-709, 1999.

DONALD, C. M.; HAMBLIN, J. *Advances in Agronomy*. 1976.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Yield response to water. Rome: FAO, 1979. 193 p. (FAO: Irrigation and Drainage, Paper 33).

DUARTE, E.A.A.; MELO FILJO, P.A.; SANTOS, R.C. Características agronômicas e índice de colheita de diferentes genótipos de amendoim submetidos a estresse hídrico. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.8, p.843–847, 2013.

DURÃES, F.O.M.; MAGALHÃES, P.C.; OLIVEIRA, A.C. Índice de colheita genético e as possibilidades da genética fisiológica para melhoramento do rendimento de milho. **Rev. Bras. de Milho e Sorgo**, v. 1, n.1, p.33-40, 2002.

ECHARTE L., L. Grain Yield Determination and Resource use Efficiency in Maize Hybrids Released in Different Decades. In: M. Stoytcheva (Ed.) "Agricultural Chemistry" p.19-35, 2013.

FACHIN, G.M.; DUARTE JUNIOR, J.B.; GLIER, C.A.; MROZINSKI, C.R.; COSTA, A.C.T.; GUIMARÃES, V.F. Características agronômicas de seis cultivares de amendoim cultivadas em sistema convencional e de semeadura direta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.2, p.165–172, 2014.

FANCELLI, A. L. Milho: Estratégias de manejo. Piracicaba: USP/ESALQ/LPV, 2013. 180 p.

FANCELLI, A.L. Visão sistêmica e estratégias de manejo são imperiosas para garantir cultura sustentável. **Visão Agrícola**, v.1, n.1, p.58-60, 2015.

FIGLIANO, D. A.; MARASCA, I.; FERNANDES, B.B.; SANDI, J.; MORELLI-FERREIRA, F.; LANÇAS, K. P. Desempenho de três tratores agrícolas em ensaios de tração. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 2, n. 2, p. 68-76, 2015.

FRIZZONE, J. A. Planejamento da Irrigação com Uso de Técnicas de Otimização. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.1, n.1, p.24–49, 2007.

FRIZZONE, J.A. Funções de resposta das culturas à irrigação. Piracicaba: ESALQ-Departamento de Engenharia Rural, 1993.

GRACIANO, E. S. A. Estudos fisiológicos e bioquímicos de cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetidas à deficiência hídrica. 2009. 66 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009

INMAN-BAMBER, N.G.; BONNETT, G.D.; SMITH, D.M.; THORBURN, P.J. Sugarcane physiology: integrating from cell to crop to advance sugarcane production. **Field Crops Research**, v.92, p.115-117, 2005.

KARAM, F. et al. Yield and water use of eggplants (*Solanum melongena* L.) under full and deficit irrigation regimes. **Agricultural Water Management** v. 98, p. 1307-1316, 2011.

KAWANO, K. Harvest index and evolution of major food crop cultivars in the tropics. **Euphytica**, v. 46, n.3, p. 195-202, 1990.

KLEIN, V. A.; LIBARDI, P. L. Faixa de umidade menos limitante ao crescimento vegetal e sua relação com a densidade do solo ao longo do perfil de um latossolo roxo. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.30, n.6, p.959-964, 2000.

LI, X. Unraveling the complex trait of harvest index with association mapping in rice (*Oryza sativa* L.). *PLoS One*. v.7, n.1, 2012.

LIMA, J.S.S.; BONA, D.A.O.; FIELDLER, N.C.; PEREIRA, D.P. Distribuição espacial das frações granulométricas argila e areia total em um latossolo vermelho-amarelo. **Revista Árvore**, v.38, n.3, p.513-521, 2014.

LIMA, R. P.; DE LEÓN, M. J.; DA SILVA, A. R. Compactação do solo de diferentes classes texturais em áreas de produção de cana-de-açúcar - **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.1, p. 016-020, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2013000100003>.

LOPES, L. C. et al. Perfil de distribuição de água por um aspersor rotativo de impacto para uso em sistemas de aspersão com linha única. **Magistra**, v. 23, n. 4, p. 193 - 199, 2011.

LOURENZANI, W. L.; LOURENZANI, A. E. B. S. Potencialidades Do Agronegócio Brasileiro De Amendoim, 44th Congress, July 23-27, 2006.

MARENGO, J.A.; ALVES, L.M.; BESERRA, E.A.; LACERDA, F.F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. Recursos Hídricos em regiões áridas e semiáridas. Instituto Nacional do semiárido, cap.13, 2011.

MARTINS, S. G., AVANZI, J.C., SILVA, M. L. N., CURI, N., FONSECA, S. ERODIBILIDADE DO SOLO NOS TABULEIROS COSTEIROS. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 322-327, 2011.

MONTANARI, R.; ZAMBIANCO, E.C.; CORRÊA, A.R.; PELLIN, D.M.P.; CARVALHO, M.P.; DALCHIAVON, F.C. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho correlacionados linear e espacialmente com a consorciação de guandu com milho. **Revista Ceres**, v. 59, n.1, p. 125-135, 2012.

NAKAGAWA, J.; LASCA, D.H.C.; NEVES, J.P.S.; NEVES, G.S.; SILVA, M.N.; SANCHES, S.V.; BARBOSA, V.; ROSSETO, C.A.V. Densidades de plantas e produção de amendoim. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, V.57, n.1, p.67-73, 2000.

NASA ORGANIK. Teknik budidaya kacang tanah organik. PT. Nasa. 2009.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; TÁVORA, F.J.A.F. Ecofisiologia do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). In: SANTOS, R.C. dos (Ed.) O Agronegócio do amendoim no Brasil. Ed. Campina Grande-PB: EMBRAPA, 2005.

OLIVEIRA, I. A.; CAMPOS, M. C. C.; SOARES, M. D. R.; AQUINO, R. E.; MARQUES JÚNIOR, J.; NASCIMENTO, E. P. Variabilidade espacial de atributos físicos em um cambissolo háplico, sob diferentes usos na região sul do Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 1, p. 1103-1112, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832013000400027>.

OLIVEIRA, M. D. M. Custo operacional e ponto de renovação de tratores agrícolas de pneus: avaliação de uma frota. 2000. 150 F. (Dissertação) Escola Superior Agrícola Luiz de Queiroz – USP, Piracicaba.

OVALLES, F.; REY, J. Variabilidad interna de unidades de fertilidad en suelos de la depresión del Lago de Valencia. *Agron. Trop.*, 44:41-65, 1994.

PACHECO, E. P. Seleção e custo operacional de máquinas agrícolas. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000.

PEIXOTO, A. R. Plantas oleaginosas herbáceas. São Paulo: Nobel. 1972.

PEIXOTO, C. P., Cruz, T V., Peixoto, M. F. S. P. Análise quantitativa do crescimento de plantas: conceitos e prática. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 51-76, 2011.

PEIXOTO, C. P.; GONÇALVES, J. A.; PEIXOTO, M. F. S. P.; CARMO, D.O. Características agronômicas e produtividade de amendoim em diferentes espaçamentos e épocas de semeadura no recôncavo baiano. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.3, p.673-684, 2008.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. Evapotranspiração. Piracicaba: FEALQ, 1997.

PEREIRA, W. P.; MELO FILHO, P. A.; ALBUQUERQUE, M. B.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; SANTOS, R. C. Mudanças bioquímicas em genótipos de amendoim submetidos a déficit hídrico moderado. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, p.766-773, 2012.

PINHEIRO, K. M.; SILVA, T. G. F.; CARVALHO, H. F. S.; SANTOS, J. E. O.; MORAIS, J. E. F.; ZOLNIER, S.; SANTOS, D. C. Correlações do índice de área do cladódio com características morfogênicas e produtivas da palma forrageira. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.49, p.939-947, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2014001200004>.

RODRIGUES, J. G. L.; FERNANDES, J. C.; NASCIMENTO, F. M.; GAMERO, C. A.; BICUDO, S. J. Caracterização física do solo e desempenho operacional

de máquinas agrícolas na implantação da cultura do sorgo forrageiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1813 -1824, 2011.

SANTOS, R. C.; GODOY, J. I.; FAVERO, A. P. Melhoramento do amendoim. In: SANTOS, R. C. (Ed.). O agronegócio do amendoim no Brasil. Campina Grande: EMBRAPA Algodão, 2005.

SARR, B.; LECOEUR, J.; CLOUVEL, P. Irrigation scheduling of confectionery groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in Senegal using a simple water balance model. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, n. 67, p. 201-220, 2004.

SILVA, C. A. e SILVA, C. J. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. **Revista científica eletrônica de agronomia** - ISSN 1677-0293. Publicação científica da faculdade de agronomia e engenharia florestal de garça /faef ano iv, n. 8, 2005.

SILVA, V. DE P. R. DA; CAMPOS, J. H. B. C.; AZEVEDO, P. V. DE. Water use efficiency and evapo-transpiration of mango orchard grown in northeastern region of Brazil. **Scientia Horticulturae**, v.120, p.467-472, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2008.12.005>.

SILVEIRA, G. M.; YANAI, K.; KURACHI, S. A. H. Determinação da eficiência de campo de conjuntos de máquinas convencionais de preparo do solo, semeadura e cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 220-2245, 2006.

SINCLAIR, T. R. Historical changes in harvest index and crop nitrogen accumulation. **Crop. Science**, v. 38, p. 638-643, 1998.

SOUSA, I. F.; SILVA, V. P. R.; SABINO, F. G. Evapotranspiração de referência nos perímetros irrigados do Estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.633-644, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000600010>.

SOUSA, L.S.; COGO, N.P.; VIEIRA, S.R. Variabilidade de propriedades físicas e químicas do solo em pomar cítrico. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Campinas, v.21, p.367-372, 1997.

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n. 4, p. 835-841, 2000.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. IN: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000, v. 1, p. 1-53.

## Capítulo II

### Crescimento, produtividade, uso eficiente da água e custos produtivos do amendoim BR1

#### Resumo

Com o déficit hídrico em regiões semiáridas, pesquisas buscando alternativas no manejo de água e solo, visando a eficiência e produtividade da cultura do amendoim, vêm sendo tópicos de preocupações dos pesquisadores, para amenizar as consequências das secas prolongadas e maneiras de conviver com a seca. Nesse contexto, a presente pesquisa foi realizada objetivando avaliar o crescimento, produtividade, uso eficiente da água e custos produtivos do amendoim BR-1. O experimento foi conduzido em campo no município de Petrolândia-PE, região semiárida do Nordeste brasileiro. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, e as parcelas foram dispostas em faixa em 4 repetições, com o preparo de solo disposto na parcela principal e lâminas de irrigação nas parcelas secundárias, assim distribuídas. Para os preparos de solo foram utilizados: Preparo do solo com arado de discos seguido de grade niveladora (SP<sub>1</sub>); Preparo do solo com grade aradora (SP<sub>2</sub>); Preparo do solo com arado escarificador seguido de grade niveladora (SP<sub>3</sub>); Preparo do solo com arado escarificador seguido de grade aradora (SP<sub>4</sub>). As lâminas de irrigação utilizadas foram: 50, 75, 100 e 125% da necessidade hídrica da cultura (ETc). Foram analisados à altura da planta, diâmetro de caule, vagens chocas, porcentagem de grãos, peso e 100 grãos e produção do amendoim com e sem cascas no 1º e 2º ciclo, custos e receita líquida. A lâmina de 75% ETc teve maior altura de planta aos 60 DAE, com cerca de 20 cm e SP2 com lâminas de 100% ETc tiveram 28% de porcentagem de vagens com 2 grãos, no 1º ciclo. No 2º ciclo o SP3 é o tipo de preparo indicado para obtenção de maior acréscimo de produção, obtendo em torno de 177 sacas. Os aumentos consecutivos das lâminas de irrigação resultaram em acréscimo na produtividade. A maior receita líquida obtida com L2 com SP4 (R\$ 3920,33). A maior eficiência do uso da água foi observada com a lâmina de 50% em ambos os ciclos.

Palavras-chave: Produtividade, Eficiência de uso da água, Mecanização

## **Growth, productivity, efficient use of water and productive costs of peanut BR1**

### **Abstract**

With the water deficit in semi-arid regions, research seeking alternatives to water and soil management, aiming at the efficiency and productivity of peanut cultivation, have been topics of researchers concern to alleviate the consequences of prolonged droughts and ways of living with drought. In this context, the present research was carried out aiming to evaluate the growth, productivity, efficient use of water and productive costs of peanut BR-1. The experiment was conducted in a field in the municipality of Petrolândia-PE, semi-arid region of Northeast Brazil. A randomized block experimental design was used, and the plots were arranged in a strip in 4 replications, with soil preparation arranged in the main plot and irrigation slides in the secondary plots, thus distributed. Soil preparation with disk plow followed by leveling grid (SP1); Soil preparation with harrow (SP2); Soil preparation with ripening plow followed by leveling grid (SP3); Soil preparation with ripening plow followed by plow grating (SP4). The irrigation slides used were: 50, 75, 100 and 125% of the crop water requirement (ETc). Plant height, stem diameter, shoot pods, percentage of grains, weight and 100 grains, and peanut production with and without peels in the 1st and 2nd cycle, costs and net revenue were analyzed. The 75% ETc blade had higher plant height at 60 DAE, with about 20 cm and SP2 with 100% ETc slides had 28% of pods with 2 grains, in the 1st cycle. In the second cycle SP3 is the type of preparation indicated to obtain a higher production increase, obtaining around 177 bags. The consecutive increases of the irrigation slides resulted in an increase in productivity. The highest net revenue obtained with L2 with SP4 (R\$ 3920.33). The higher efficiency of water use was observed with the 50% slide in both cycles.

Keywords: Petrolândia, mechanization, water need

## 1 Introdução

A região do nordeste brasileiro é caracterizada pelo solo raso e pedregoso, clima semiárido, com precipitações irregulares e má distribuída, com épocas de secas prolongadas. Possui locais com índices pluviométricos abaixo de 800 mm/ano, ocasionando problemas socioeconômicos, sendo a água fator limitante para desenvolvimento da agricultura e pecuária na região, bem como acaba por estimular o êxodo rural (Marengo et al., 2011).

Com o déficit hídrico em regiões semiáridas, pesquisas que buscam alternativas no manejo de água e solo, a eficiência e produtividade da cultura, tornam-se tópicos de preocupações dos pesquisadores em instituições públicas e privadas, para amenizar as consequências das secas prolongadas e maneiras de conviver com a seca. Pinheiro et al. (2014) afirmam que a agricultura nestas regiões deve ser realizada de forma sustentável e com utilização de espécies adaptadas as condições edafoclimáticas.

A irrigação é aplicada para fornecer à cultura a quantidade de água necessária ao seu desenvolvimento e no momento oportuno, uma vez que a deficiência hídrica ou excesso de água pode se tornar um fator de insucesso, tanto pela menor produtividade como pelo uso ineficiente da água (Bilibio et al., 2010).

Com a crescente demanda de uso de sistemas de irrigação e de preparo do solo, se realizados de maneira inadequada podem ocasionar danos a cultura, como a redução de sua produção e também impactos ambientais. Carvalho et al. (2012) afirmam que os tipos de sistemas de preparo do solo ocasionam mudanças na estrutura física do solo. Montanari et al. (2012), o aumento da densidade do solo é resultado das modificações da estrutura física do solo, ocorrendo adulteração de porosidade, retenção de água, aeração e resistência do solo à penetração das raízes.

Com a evolução da colheita mecanizada e o crescente melhoramento de cultivares mais produtivas e com ciclo reduzido, Há aumento das áreas cultivadas. Desta forma, os produtores de amendoim buscam cada vez mais a inserção de tecnologias que reduzam o tempo e a mão-de-obra na produção, como apontam Fachin et al. (2014).

No Brasil na safra de 2016/2017 foram produzidos cerca 466.200 toneladas de amendoim e na safra 2017/2018 teve acréscimo de 10,2%, totalizando 513.700 t, com incremento da área plantada em algumas regiões e redução em outras, devido a disponibilidade hídrica. No Centro-Sul a produtividade média foi de  $3.800 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , no Norte/Nordeste foi de  $1.068 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (CONAB, 2018).

Na região do submédio do Rio São Francisco, o amendoim é plantado sob regime de irrigação, No entanto da forma com que o sistema de produção é conduzido, o rendimento e a rentabilidade é bem inferior a expectativa de uma cultura sob regime de irrigação, isso ocorre pelo uso de maquinário excessivamente pesado para o preparo de solo, assim como a irrigação sem nenhum critério técnico, dentre outros fatores. O preparo do solo quando bem executado favorece a germinação, o desenvolvimento e crescimento da cultura, mas quando realizado de maneira inadequada, pode prejudicar o desenvolvimento das raízes e afetar a produção (Silva et al., 2000).

Nesse contexto, a presente pesquisa foi realizada objetivando-se avaliar o desenvolvimento, uso eficiente da água e custo de produção para duas épocas de cultivo do amendoim submetido a níveis de irrigação e sistemas de preparo convencional do solo.

## 2 Material e métodos

### 2.1 Local de condução do experimento

O trabalho foi conduzido em área experimental da empresa Cofco International em convênio com a Embrapa Algodão, no município de Petrolândia - PE, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 08°56'41.99" S; longitude 38°10'37.52" W e altitude 280 m, Figura 1. O clima desta área, conforme Köppen, é do tipo BSs'h', que se caracteriza por ser muito quente, semiárido, com temperatura média anual em torno de 25°C (Brasil, 1973), determinado pela escassez e irregularidade das precipitações com chuvas no verão, e forte evaporação em consequência das altas temperaturas.



Figura 1 – Mapa da localização do município Petrolândia – PE

### 2.2 Tratamentos e Delineamento Experimental

Para avaliar os efeitos dos diferentes sistemas de preparo convencional de solo e das lâminas de irrigação sobre o amendoim BR1, foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com as parcelas dispostas em faixas com 4 repetições, com o preparo de solo disposto na parcela principal e as lâminas de irrigação nas parcelas secundárias:

Para o sistema de preparo convencional do solo foram aplicados os seguintes tratamentos:

SP<sub>1</sub> – Preparo do solo com arado de discos, seguido de grade niveladora: - **Arado de três discos mais niveladora de 24 discos (AD + NIV)**;

SP<sub>2</sub> – Preparo do solo com grade aradora (GRD) - **Grade intermediária de 14 discos (GRD);**

SP<sub>3</sub> – Preparo do solo com arado escarificador, seguido de grade niveladora: - **Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade niveladora de 32 discos (ESC + NIV);**

SP<sub>4</sub> – Preparo do solo com arado escarificador, seguido de grade aradora: - **Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade intermediária de 14 discos (ESC + GRD).**

As lâminas de irrigação aplicadas foram:

L<sub>1</sub> – Aplicação de 50% da ET<sub>c</sub>;

L<sub>2</sub> – Aplicação de 75% da ET<sub>c</sub>;

L<sub>3</sub> – Aplicação de 100% da ET<sub>c</sub>;

L<sub>4</sub> – Aplicação de 125% da ET<sub>c</sub>.

Cada parcela experimental ocupou uma área de 8 x 6 m (48 m<sup>2</sup>). Devido à configuração do sistema de irrigação, o preparo do solo foi executado no sentido longitudinal da área, possibilitando a formação de faixas de preparos e de irrigação, contemplando todos os preparos de solo, conforme Figura 2.

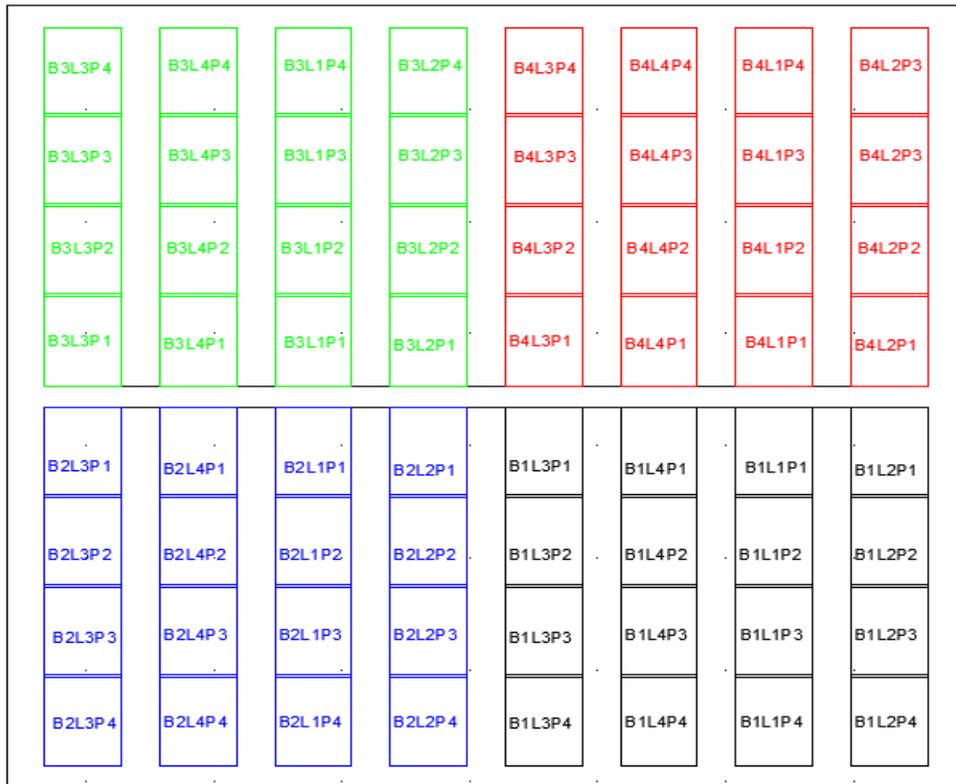


Figura 2 – Croqui de montagem do experimento

### 2.3 Insumos utilizados

- Sementes de amendoim BR-1;
- A adubação de fundação foi efetuada por ocasião do plantio, aplicando-se 15 kg·ha<sup>-1</sup> de N, 80 kg·ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 20 kg·ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, utilizando-se como fonte do nutriente, NPK (10, 50, 60), respectivamente. A dose do adubo foi determinada de acordo com a análise de fertilidade do solo;
- Para o controle de ervas daninhas, foi realizada a aplicação do herbicida Plateau em pré-emergência, utilizando-se a dosagem de 140 g p.c ha<sup>-1</sup>, tendo-se observado uma pequena taxa de toxidez na cultura do amendoim, razão pela qual foi feita uma adubação de cobertura, aplicando-se uma mistura de adubo nitrogenada mais micronutriente (nome comercial Codamin 150 na dose de 500 mL·ha<sup>-1</sup>). Bem como foi efetuado o Manejo Integrado de Pragas recomendado pela Embrapa Algodão, realizando amostragem de pragas semanalmente, durante todo o ciclo da cultura, sendo efetuado o combate quando as pragas atingiram o nível de controle. As pragas percebidas na lavoura foram à lagarta do pescoço vermelho (*Stegasta bosquella*), o tripses

(*Enneotripes flavens*) e a cigarrinha verde (*Empoasca kraemeri*), não tendo ocorrido nível de controle no primeiro ano de experimento, enquanto que no segundo ano houve ocorrência da lagarta do pescoço vermelho e do trips, com controle utilizando o inseticida Politrin na dose recomendada pelo fabricante.

## 2.4 Classificação do solo

O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênicos Órticos, textura arenosa (Tabela 1) (Araújo Filho et al., 2000), essas informações foram baseadas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). A área de instalação do experimento era utilizada para cultivo de culturas anuais incluindo o amendoim, por isso já tinha no local sistema de irrigação para micro aspersão da netafim com raio de atuação de 6 m, mantendo a umidade ideal do solo no momento do preparo e para manutenção da cultura durante o período de cultivo. A análise física e química do solo encontra-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente, base para a recomendação de adubação (CFSEMG, 1989).

Tabela 5 – Análise físico-hídrica do solo Neossolo Quartzarênico Órtico

Profundidade (m)	Argila (%)	Areia (%)	Silte (%)	Classe Textural
0,00-0,10	0,65	84,9	14,45	Areia
0,10-0,20	0,70	82,65	16,65	Areia
0,20-0,30	0,65	84,1	15,25	Areia
Densidade do solo (g cm <sup>-3</sup> )	1,53			
Densidade da partícula (g cm <sup>-3</sup> )	2,60			
Porosidade (%)	41,15			
Umidade natural (%)	0,91			
Umidade (%)				
0,33 atm	6,35			
15,0 atm	2,87			
Água disponível	3,48			

Fonte: Adaptado de Cortez *et al.* (2011)

Tabela 6 – Análise química do solo da área experimental

MO	pH	C.E	N	P	K	Ca	Mg	Na	Al	$\frac{H^+}{Al}$	S	CTC	V
%	H <sub>2</sub> O1:2, 5	mmhos m <sup>-1</sup>	%	mq·1 00g <sup>-1</sup>	-----meq/100g-----							%	
0,93	7,25	0,18	0,05	0,52	0,32	2,05	0,84	0,12	0,0	0,0	3,3	3,3	100

MO: matéria orgânica; P: fósforo em resina; S: soma das bases; CTC: capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V: saturação por bases.

## 2.5 Equipamentos de preparo do solo

Como fonte de potência para tracionar os equipamentos de preparo do solo foi utilizado um trator de 86 cv com tração auxiliar. As velocidades teóricas de deslocamento foram obtidas pelo escalonamento de marchas do trator (Figura 3).



Figura 3 – Trator Massey Ferguson 283 utilizado no experimento

E os implementos usados foram:

- Arado de disco da marca Maschesan (Tatu), fabricado em 1999, peso de 506 kg com três discos (Figura 4);



Figura 4 – Preparo de solo com arado de 3 discos

- Grade intermediária off-set, marca Baldan, modelo: ATCR, fabricada em 2015, com 7 discos em cada seção (duas), com discos recortados de 0,71 m e distância entre discos de 0,23 m (Figura 5);



Figura 5 – Preparo do solo com Grade Aradora de 14 discos

- Escarificador da marca Kohler, modelo: AST, fabricado em 2005 com 5 hastes e ponteira estreita de 0,05 m (Figura 6);



Figura 6 – Preparo do solo com Escarificador de 5 hastes

- Grade leve em Tandem, marca Marchesan TATU, modelo: GH, fabricada em 1999, com 8 discos em cada seção (quatro), sendo recortados na dianteira de 0,51 m e lisos na traseira com mesmo diâmetro, e distância entre discos de 0,19 m. Profundidade de trabalho de 0,10 m (Figura 7);



Figura 7 – Preparo do solo com niveladora para os preparos com arado e escarificador

- Semeadora de 04 linhas, Jumil, modelo POP 2670 pneumática: T<sup>2</sup>SI, espaçamento máximo - 900 mm e mínimo - 450 mm, capacidade de adubo - 75 kg por depósito e sementes - 52 litros por depósito, peso - 1035 kg, profundidade de deposição do adubo - 0 a 100 mm e da semente - 0 a 70 mm, aplicável em trator com potência no motor - 60 cv e categoria de engate – II (Figura 8);



Figura 8 – Semeadora pneumática de precisão de quatro linhas com espaçamento de 450 mm entre linhas

## 2.6 Irrigação

Para irrigação do experimento foi utilizando sistema de irrigação por microaspersão, com um espaçamento quadrado de 5 m de lado. A quantificação da lâmina de irrigação a ser aplicada foi efetuada tomando por base as características físico-hídricas do solo, para determinar a capacidade de armazenamento e, as lâminas de reposição foram calculadas pelo produto da Evapotranspiração de Referência, com base no modelo da FAO-Penman-

Monteith (Allen et al., 2006) e o Coeficiente de Cultivo (Kc) determinado para o amendoim, cultivar BR1 por Almeida et al. (2017).

Para obtenção da estimativa da evapotranspiração de referência, foi instalada na área experimental, uma torre micrometeorológica, constando de dois piranômetros para mediação da radiação solar global e refletida pela cultura, um saldo radiômetro para mediação do saldo de radiação, dois psicrômetros com termopares de cobre e “constantan”, para medir a temperatura úmida e seca acima da copa da cultura, dois anemômetros para medir a velocidade do vento e dois fluxímetros para medir o fluxo de calor no solo. A fonte de água foi proveniente do rio São Francisco, fornecida pela companhia que abastece os projetos irrigados da Codevasf. A mesma fornece água pressurizada nos lotes dos colonos 6 dias por semana.

## **2.7 Análise de Crescimento**

Foram realizadas avaliações, aos 30, 60 e 90 dias após a emergência (DAE), em 10 plantas por parcela, onde foram determinados os componentes morfológicos da cultura do amendoim: diâmetro do colmo e altura de plantas. A coleta foi realizada em 10 plantas de cada parcela, tomando como base a região do colo da planta ( $\pm 3$  cm de altura) para o diâmetro (DC), altura de planta (AP) para determinação do crescimento da planta.

Foi utilizado para medir o diâmetro do colmo, paquímetro digital com precisão de 0,01 mm; para a altura de plantas foi utilizado trena com precisão de 0,05 cm.

## **2.8 Determinação da produtividade**

Após os 90 dias, foram colhidas 10 plantas para determinação da produtividade, para isso foram medidas o estande final de plantas de cada parcela, determinando a produtividade média para cada tratamento em cascas e em grãos, como também a quantidade de vagens com 1, 2, 3 e 4 grãos e vagens chochas (Figura 9).

O número de vagens viáveis (NV) e o índice de vagens (número de vagens por planta - NVP) foram calculados com base nos valores obtidos da

contagem 10 plantas de amendoim, duas fileiras centrais, e em seguida a estrapolação de produtividade para 1ha feito pelo estande final.



Figura 9 – Amostras descascadas para identificação de número de grãos por vagem e contagem das mesmas

Com a coleta de dez plantas na parte central de cada subparcela, as vagens foram separadas por quantidade de grãos e pesadas separadamente, com isso, foi possível obter indicativos se as lâminas de água interferiram em algum resultado positivo ou negativo na quantidade de vagens viáveis, com três e com quatro grãos que são características do cultivar, figura 9. Posteriormente, os grãos foram pesados separados, depois misturados e retirada uma amostra para determinar a massa de 100 grãos e como somatório dos pesos foi determinado a produtividade.

Estas vagens foram descascadas a mão, e seguida foram separadas em quantidade de grãos por vagens, posteriormente foram misturadas e determinadas à massa de grãos das 10 plantas, e com o número final do estande, alcançou-se de forma indireta a produtividade a 8% de umidade.

## 2.9 Uso Eficiente da Água

O uso eficiente da água (EUA) foi definido pela relação produtividade de grãos de matéria produzida pela lâmina de água aplicada, calculada pela Equação 1 (Lacerda et al., 2009).

$$EUA = \frac{Yc}{Qa} \quad (1)$$

Onde:

EUA = Uso eficiente da água ( $\text{Kg}\cdot\text{m}^{-3}$ );

$Yc$  = Produtividade da cultura ( $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ );

$Qa$  = Volume de água utilizada pela cultura ( $\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

A Eficiência do Uso da Água para vagens comerciais EUA foi calculada pela divisão da produtividade de vagens comerciais (PVC) em kg, pela lâmina de água (em mm).

### 3 Análise econômica dos custos de produção de amendoim

Para determinação do custo de produção do amendoim, foram anotados todos os gastos com insumos e aplicações de defensivos, e a mão de obra ao longo do cultivo. Dessa forma, foi possível estabelecer uma função, que represente a melhor resposta econômica da produtividade do amendoim em casca aos tratamentos estudados. Os dados foram tratados de acordo com a metodologia proposta por Frizzone (2007). Para análise dos custos de produção de amendoim foram considerados:

- Preço de venda do amendoim em casca kg – P<sub>Ac</sub>;
- Preço do kg de adubo utilizado – P<sub>NPk</sub>;
- Preço da água – P<sub>W</sub>;
- Custo de cultivo (custos com tratos culturais preparo do solo e colheita) – C<sub>c</sub>.

Para fins de estimativa dos custos fixos, foram considerados o investimento necessário para a aquisição dos equipamentos de irrigação para 1ha. Assim, o custo total pôde ser verificados pela Equação 2:

$$C_T = C_C + C_F + P_w W \quad (2)$$

Onde:

C<sub>T</sub> = custo total de produção;

C<sub>C</sub> = custos de cultivo;

C<sub>F</sub> = custos fixos;

P<sub>w</sub> = custo da água;

W = quantidade de água aplicada.

Para determinação dos custos de produção de um hectare foram considerados os seguintes itens:

- Produtos fixos: Tubulação, mangueira, torneiras, registros, micro aspersor.

- Serviço: aração, gradagem, subsolagem, nivelamento, plantio, diárias de tratos culturais e colheita.
- Insumos: sementes, adubos (Fisio + raiz e cloreto de potássio), herbicida, inseticidas.

### **3.1 Arranjo produtivo para os dois ciclos de produção**

- 1º Ciclo no período de junho a agosto de 2015;
- 2º Ciclo no período de agosto a outubro de 2016;
- Os estandes das plantas foram;
  - 1º Ciclo com 10 plantas por metro linear
  - 2º Ciclo com 15 plantas por metro linear
- Adubação igual para os dois ciclos;
- Mesmo local de experimentação.

#### **3.1.1 Análise dos dados**

Os dados de crescimento, de produção e de eficiência do uso água foram avaliados em esquema de parcelas subdivididas. Para os fatores lâminas foi aplicado análise de regressão, por se tratarem de fatores quantitativos, e os tipos de sistemas de preparo convencional do solo teste de Tukey, fator qualitativo, utilizando-se o programa computacional SISVAR (Ferreira, 2014).

## 4 Resultados e discussão

### 4.1 Análise de crescimento 1º Ciclo – junho a agosto de 2015

Na análise de variância, o fator sistemas de preparo convencional do solo (SP) para as variáveis altura de planta (AP) e diâmetro de caule (DC) durante todo o período amostral, não tiveram variação estatística significativa. Enquanto que para o fator lâminas de irrigação (L) para altura de planta e o diâmetro de caule aos 60 DAE foram estatisticamente significativas a 1%, Tabela 3, época em que a planta estava no estágio intermediário, ou seja, em florescimento, formação e alongamento do ginóforo e formação de vagens.

Tabela 3 – Análise de variância (ANOVA) para altura de planta e diâmetro de caule do amendoineiro aos 30, 60 e 90 após a emergência sob diferente sistema de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação.

Quadrado Médio							
Fonte de variação	GL	Altura de planta			Diâmetro de caule		
		30 Dias	60 Dias	90 Dias	30 Dias	60 Dias	90 Dias
SP	3	1,80 <sup>ns</sup>	53,48 <sup>ns</sup>	75,44 <sup>ns</sup>	0,286 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	10,26 <sup>ns</sup>
Resíduos	9	1,83	36,40	39,15	0,08	0,245	0,18
L	3	1,87 <sup>ns</sup>	109,1 <sup>*</sup>	34,6 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>*</sup>	0,053 <sup>ns</sup>
Regressão linear	1	-	135,2 <sup>*</sup>	-	-	0,16 <sup>ns</sup>	-
Regressão quadrática	1	-	107,87 <sup>ns</sup>	-	-	0,00056 <sup>ns</sup>	-
Desvio	1	-	84,23 <sup>ns</sup>	-	-	2,8 <sup>**</sup>	-
SP x L	9	1,72 <sup>ns</sup>	17,39 <sup>ns</sup>	25,84 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>
Resíduos	36	1,67	28,85	41,15	0,21	0,28	0,29
CV (SP) - %		24,72	34,63	30,92	7,28	10,29	8,38
CV (L) - %		23,64	30,83	31,70	11,64	11,13	10,58

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ns: não significativo ( $P > 0,05$ ); \*: significativo ( $P \leq 0,05$ ); \*\* significativo a 1%; CV: coeficiente de variação. AP: altura de planta (cm); DC: diâmetro de caule (mm); GL: grau de liberdade; SP: sistema de preparo convencional do solo; L: lâminas de irrigação. SP1 – Preparo do solo com arado de discos seguido de grade niveladora: - Arado de três discos mais niveladora de 24 discos (AD + NIV); SP2 – Preparo do solo com grade aradora (GRD)- Grade intermediária de 14 discos (GRD); SP3 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade niveladora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade niveladora de 32 discos (ESC + NIV); SP4 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade aradora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade intermediária de 14 discos (ESC + GRD).

Para os autores Ferrari Neto et al. (2012), as plantas possuem hábito indeterminado de crescimento, ocorrendo simultaneamente o desenvolvimento

vegetativo e o reprodutivo. Silva e Beltrão (2000) relatam que o déficit hídrico pode interferir negativamente o conjunto das funções fisiológicas da planta, como a fotossíntese, respiração e outras reações metabólicas, podendo repercutir diretamente nas variações anatômicas (estômatos), no crescimento, na reprodução e no desenvolvimento das plantas, de modo geral, e de forma particular nos frutos e sementes, além da produtividade.

Na Figura 10, observa-se que a lâmina de 75% ETC teve maior altura de planta aos 60 DAE, assim ao aumentar a quantidade de água houve plantas com menores alturas.

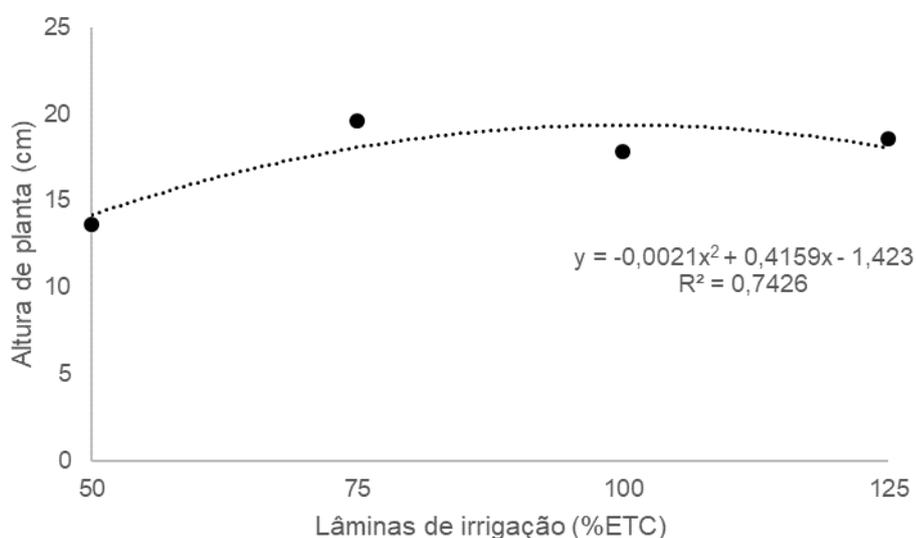


Figura 10 – Altura de planta (cm) de amendoim BR-01 em função das lâminas de irrigação aos 60 dias após a emergência submetidos a diferentes tipos de sistema de plantio convencional.

Alexandre Junior et al. (2010) encontraram em seus estudos, que a lâmina de 100% da necessidade hídrica da cultura foi a que apresentou um maior desenvolvimento da cultura. Ferreira et al. (1992) percebem redução na altura das plantas de amendoim, em condições de estresse hídrico, quando comparado as plantas que não sofreram diminuição de ETC.

Os amendoinceiros são rigorosos em água, segundo Alexandria Junior et al. (2010) a cultivar BR1 submetida a diferentes lâminas de água, tiveram resultados satisfatórios de altura de planta com as lâminas de 125% da ET0 e 50% da ET0. Marines (2012) afirma que para as plantas de amendoim se

desenvolverem de maneira adequada devem ser irrigadas com 200% a 250% do total de água evaporada.

Para o diâmetro de caule aos 60 DAE, constata-se a partir da figura 11 que o maior diâmetro foi encontrado com aplicação de 100%ETC na irrigação. A planta teve dificuldade de crescimento principalmente, para lâmina de 50%, sugerindo um melhor desenvolvimento para lâmina de 100% da ETC.

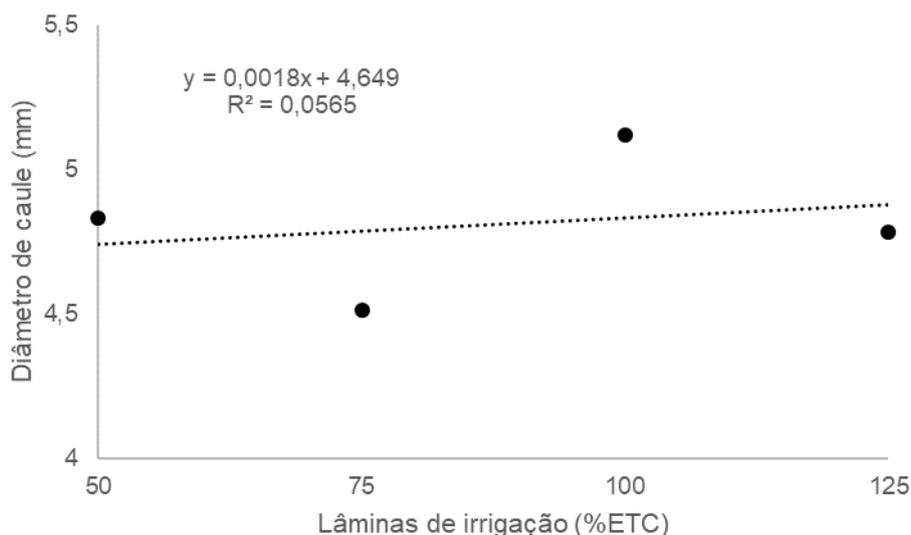


Figura 11 – Diâmetro de caule (mm) de amendoim BR-01 em função das lâminas de irrigação aos 60 dias após emergência submetidos a diferentes sistemas de preparo convencional do solo.

## 4.2 Produtividade do amendoim - 1º Ciclo

### 4.2.1 Porcentagem de grãos por vagem (PGV)

Dentre os tratamentos estudados observou-se que não houve variação significativa para a porcentagem de grãos por vagens para nenhum dos fatores analisados. Mesmo assim, na Tabela 4 constata-se que as plantas que continham 3 grãos por vagem foram as que tiveram maiores valores médios, ratificando o padrão da variedade plantada (BR-1). Houve significância a 5% na interação do sistema de preparo convencional do solo e as lâminas de irrigação aplicadas no amendoim.

Tabela 7 – Porcentagem de grãos por vagens para o 1º ciclo do amendoizeiro submetido as lâminas de irrigação e diferentes sistemas de preparo convencional do solo.

Quadrado Médio - Grãos por vagem (%)					
Fonte de variação	GL	1 grão	2 grãos	3 grãos	4 grãos
SP	3	0,31 <sup>ns</sup>	65,98 <sup>ns</sup>	55,21 <sup>ns</sup>	19,94 <sup>ns</sup>
Resíduos	9	2,17	21,62	29,65	7,36
L	3	0,28 <sup>ns</sup>	25,58 <sup>ns</sup>	41,89 <sup>ns</sup>	32,66 <sup>ns</sup>
Regressão linear	1	-	-	-	-
Regressão quadrática	1	-	-	-	-
Desvio	1	-	-	-	-
SP x L	9	3,01 <sup>ns</sup>	34,8 <sup>*</sup>	34,38 <sup>ns</sup>	7,87 <sup>ns</sup>
Resíduos	36	1,55	12,74	18,57	13,14
CV (SP) - %		33,85	24,98	17,03	28,49
CV (L) - %		28,57	18,46	13,47	38,06
<b>Preparo convencional</b>					
SP1		4,41a	19,45a	34,48a	9,47a
SP2		4,23a	21,94a	30,08a	8,57a
SP3		4,53a	17,00a	32,06a	11,1a
SP4		4,25a	18,97a	31,29a	8,95a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ns: não significativo ( $P > 0,05$ ); \*:significativo ( $P \leq 0,05$ );\*\* significativo a 1%; CV: coeficiente de variação.GL: grau de liberdade; SP:sistema de preparo convencional do solo; L:lâminas de irrigação. SP1 – Preparo do solo com arado de discos seguido de grade niveladora: - Arado de três discos mais niveladora de 24 discos (AD + NIV);SP2 – Preparo do solo com grade aradora (GRD)- Grade intermediária de 14 discos (GRD); SP3 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade niveladora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade niveladora de 32 discos (ESC + NIV);SP4 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade aradora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade intermediária de 14 discos (ESC + GRD).

Analisando o cultivo de amendoim, Souza et al. (2012) relataram que em todos os períodos, os genótipos tiveram diminuição na produção em quantidade de vagem. Quando se observa a interação dos tratamentos, Vê-se na Figura 12, que o sistema de preparo do solo com grade aradora e grade intermediária de 14 discos (SP2) com lâminas de 100% ETc, houve maior porcentagem de vagens com 2 grãos, cerca de 28%. As menores porcentagens foram encontradas com lâminas de 75% ETc relacionadas com o sistema de preparo do solo com escarificador seguido de grade niveladora (SP3) e o SP4 (Preparo do solo com escarificador seguido de grade aradora).

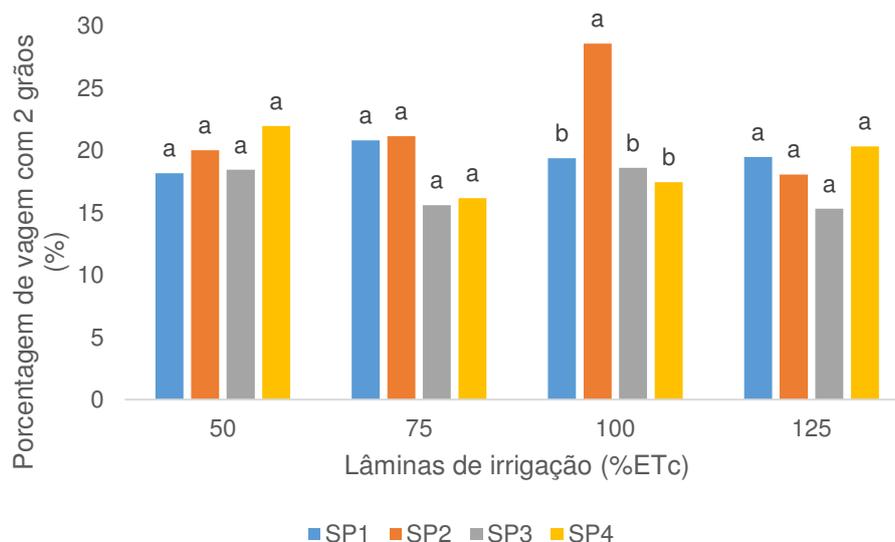


Figura 12 – Desdobramento da interação sistema de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação submetidas ao cultivo de amendoim cultivar BR-1, Petrolândia – PE

Na Tabela 5, nota-se que não houve variação significativa para vagens chochas, para o fator de variação diferentes sistemas de preparo convencional do solo. Para porcentagem de casca teve significância estatística a 5% para preparo convencional do solo. O SP1 teve uma porcentagem de vagens chochas menor em comparação com o SP4, este fato pode estar ligado a menor resistência que os ginóforos tiveram ao se desenvolverem nesse sistema de preparo. Uma vez que, quanto menor for à quantidade de vagens chochas menores serão as porcentagens de cascas, e neste caso, o SP1 teve a menor quantidade de casca (Tabela 5).

Para as lâminas de irrigação ocorreu variação significativa para vagens chochas a 5%, enquanto que para cascas não ocorreu significância estatística (Tabela 5). A porcentagem de vagens chochas e cascas estão relacionadas, pois, quanto maior for à quantidade de vagens chocha maior será a quantidade de cascas, interferindo na produtividade final com aumento em casca.

Tabela 8 – Produção de vagens chochas e cascas para o 1º ciclo da cultura de amendoim submetidos a lâminas de irrigação e sistemas de preparo do solo convencional.

Fator de variação	GL	Quadrado médio	
		Vagens chochas (%)	Cascas (%)
SP	3	5,49 <sup>ns</sup>	27,64 *
Resíduos	9	2,77	4,58
L	3	13,57 *	113,00 <sup>ns</sup>
Regressão linear	1	13,7 <sup>ns</sup>	-
Regressão quadrática	1	14,84 *	-
Desvio	1	12,15 <sup>ns</sup>	-
SP x L	9	7,06 <sup>ns</sup>	9,53 <sup>ns</sup>
Resíduos	36	3,45	7,57
CV (SP) - %		29,21	7,36
CV (L) - %		32,59	9,46
<b>Preparo convencional</b>			
SP1		4,9a	27,27b
SP2		5,66a	29,5ab
SP3		6,13a	29,16ab
SP4		6,13a	30,4 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ns: não significativo ( $P > 0,05$ ); \*:significativo ( $P \leq 0,05$ );\*\* significativo a 1%; CV: coeficiente de variação.GL: grau de liberdade; SP:sistema de preparo convencional do solo; L:lâminas de irrigação. SP1 – Preparo do solo com arado de discos seguido de grade niveladora: - Arado de três discos mais niveladora de 24 discos (AD + NIV);SP2 – Preparo do solo com grade aradora (GRD)- Grade intermediária de 14 discos (GRD); SP3 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade niveladora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade niveladora de 32 discos (ESC + NIV);SP4 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade aradora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade intermediária de 14 discos (ESC + GRD).

Valores inferiores foram observados por Santos et al. (2009) para variedade de amendoim BR-1, com cerca de 12% de vagens chocas e para variedade Tatu aproximadamente 15%.

Analisando a Figura 13, observa-se que ao aumentar a disponibilidade hídrica (100 e 125% ETC) à cultura de amendoim se verificou um incremento na quantidade de vagens chocas. Contudo, a lâmina de 75% ETC teve médias inferiores aos demais, sendo esta lâmina indicada para menor produção de vagens chocas. Para comercialização e rendimento da produção quanto menor a quantidade de vagens chocas e de cascas, maior será a produção rentável ao agricultor.

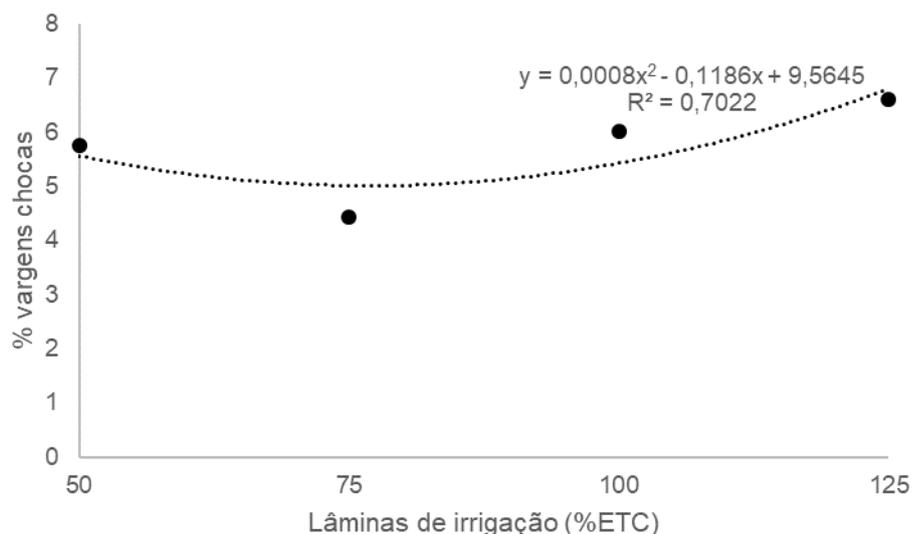


Figura 13 – Porcentagem de vagens chochas em função das lâminas de irrigação submetidas a preparo convencional do solo, Petrolândia – PE

Silva et al. (1998) em estudo similar, no município de Rodelas-BA verificaram uma porcentagem de vagens chochas similar a este trabalho que também foi influenciado tanto pela lâmina quanto pelo intervalo de irrigação, variando de 3,5 a 8,5% na lâmina de 300 mm, de 3,75 a 4,75% na lâmina de 500 mm e de 1,75 a 4,75% na lâmina de 700 mm.

#### 4.2.2 Produtividade do amendoim BR-1 sem casca e com casca

A produtividade do amendoim foi determinada com casca e sem casca, ou seja, em grãos, a produção sem casca (em grãos) foi estatisticamente significativa a 5% para os fatores de variação sistema de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação. A produção com casca foi significativa a 5% para lâminas de irrigação (Tabela 6). Resultados divergentes foram mostrados por Bolonhezi et al. (2007) em estudos com sistemas de preparo em renovação de cana crua em Latossolo, não encontraram diferença entre os sistemas de preparo do solo.

O sistema de preparo do solo com grade aradora intermediária de 14 discos (SP2), para produção sem casca teve maior média produtiva de amendoim, sendo este tipo de preparo indicado para obtenção de maior acréscimo de produção, em torno de 160 sacas, resultando lucro financeiro em aproximadamente 9615,00 reais. Enquanto a menor produtividade sem casca

com SP3 com cerca de 132 sacas e ganho de 7922,00 reais, assim utilizando o SP2 tem-se uma adição de 28 sacas e acréscimos de 1380,00 reais, aproximadamente (Tabela 6).

Tabela 6 – Produtividade de amendoim BR-01 com casca e sem casca (Kg.ha<sup>-1</sup>) para vagens viáveis no 1º ciclo, submetido a diferentes lâminas de irrigação e preparo convencional do solo.

Fator de variação	GL	Quadrado médio	
		Sem casca	Com casca
SP	3	1832424,7 *	3250205,68 <sup>ns</sup>
Resíduos	9	356787,7	9111124,6
L	3	1959836,9 *	4072903,47*
Regressão linear	1	3468195,6*	9890297,0**
Regressão quadrática	1	727864,9 <sup>ns</sup>	620825,8 <sup>ns</sup>
Desvio	1	1683450,3 <sup>ns</sup>	1707587,5 <sup>ns</sup>
INTERAÇÃO SP x L	9	887202,6 <sup>ns</sup>	01708058,0 <sup>ns</sup>
Resíduos	36	497442,28	1083011,57
CV (SP)-%		16,07	16,78
CV (L)-%		18,98	18,29
<b>Preparo convencional</b>			
SP1		3974,59a	6051,3a
SP2		4013,23a	6095,68a
SP3		3306,97b	5215,4a
SP4		3570,87ab	5391,6a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ns: não significativo (P>0,05); \*:significativo (P≤0,05);\*\* significativo a 1%; CV: coeficiente de variação.GL: grau de liberdade; SP:sistema de preparo convencional do solo; L:lâminas de irrigação. SP1 – Preparo do solo com arado de discos seguido de grade niveladora: - Arado de três discos mais niveladora de 24 discos (AD + NIV);SP2 – Preparo do solo com grade aradora (GRD)- Grade intermediária de 14 discos (GRD); SP3 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade niveladora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade niveladora de 32 discos (ESC + NIV);SP4 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade aradora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade intermediária de 14 discos (ESC + GRD).

Na produção com casca a maior média foi observada no SP2, Tabela 6, sendo este sistema de preparo do solo convencional do solo, indicado para produção de amendoim com ou sem casca. Avaliando as características agronomicas da cultivar amendoim BR-1, Santos et al. (2009) estimaram que a produtividade em casca era de 1700 Kg/ha e sem casca de 1250 Kg/ha, sendo os valores de produtividade nesta pesquisa e em todos os sistemas de preparo convencional do solo superiores em até 3 vezes, o que foi relatado pelos pesquisadores.

Resultados semelhantes foram obtidos por Bastos et al. (2012) aos estudarem desempenho de cultivares e linhagens de amendoim irrigado, com a cultivar BR-1 com 5833,3 Kg/ha. Ribeiro et al. (2018) em seu trabalho sobre genótipos de amendoim alcançaram para produtividade uma média de 4700,3 Kg em casca/ha, resultado inferior ao encontrado nesta pesquisa. Identificou-se também as lâminas de irrigação 50% da ETc com menor produtividade, enquanto que as lâminas de irrigação 75, 100 e 125% da ETc com maiores médias de produção; entretanto a lâmina de irrigação de 75% da ETc ficou evidenciada com a média mais elevada na produção de amendoim com e sem casca (Figura 14).

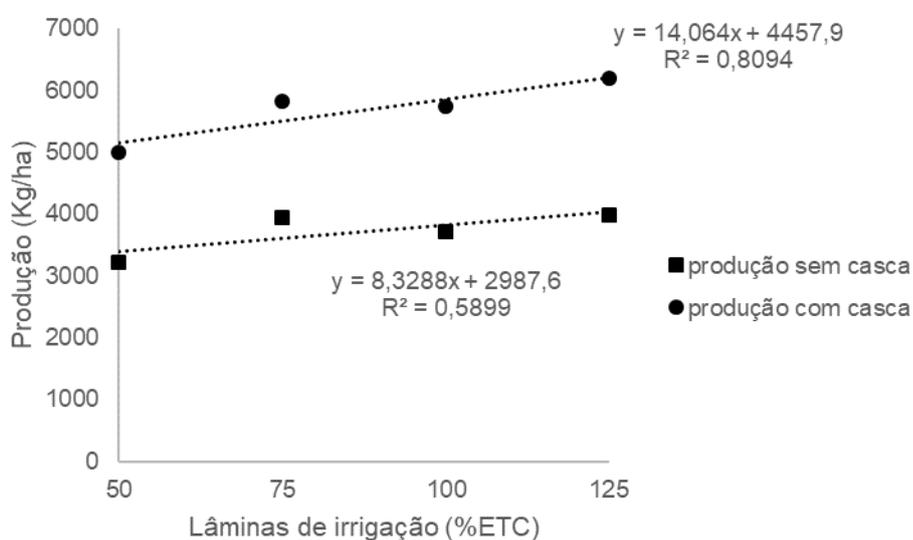


Figura 14 – Produtividade de amendoim BR-01 com casca e sem casca em função das lâminas de irrigação com diferentes sistemas de preparo do solo, Petrolândia – PE.

#### 4.2.3 Peso de 100 grãos e produtividade de água (EUA) no ciclo 1

O peso de 100 grãos foi significativo ( $p < 0,01$ ) para fonte de variação lâminas de irrigação, mesmo não sendo para o sistema de preparo convencional do solo, a maior média registrada foi com SP1. A eficiência de uso da água para sem casca foi expressivo ( $p < 0,05$ ) para o sistema de preparo convencional do solo, e EUA sem casca e com casca foi relevante a 1% para o fator de variação lâminas de irrigação, Tabela 7.

O sistema de preparo convencional do solo que teve média elevada para a variável EUA com e sem casca foi SP1, seguido pelo SP2. Ao comparar SP1

com menor valor obtido SP4 para EUA sem casca, houve acréscimos de aproximadamente 22% na eficiência de uso da água, devido apenas o tipo de preparo aplicado na área. Analisando EUA com casca, a menor média foi proveniente do SP3, relacionando SP1 com SP3, tem-se elevação de EUA de 16,12%, Tabela 7. Desse modo, o SP1 ou SP2, são os tipos de preparos do solo indicados para obter elevada taxa de produtividade de água no cultivo de amendoim.

Tabela 7 – Análise de variância do peso de 100 grãos e eficiência de uso da água de amendoim BR-01 com casca e sem casca no 1º ciclo, submetido a diferentes lâminas de irrigação e preparo convencional do solo.

Quadrado médio				
Eficiência de Uso da Água (EUA)				
Fator de variação	GL	Peso 100 grãos	Sem casca	Com casca
SP	3	15,05 <sup>ns</sup>	28,30 *	41,07 <sup>ns</sup>
Resíduos	9	8,61	5,70	13,35
L	3	150,13 <sup>**</sup>	317,4 <sup>**</sup>	731,04 <sup>**</sup>
Regressão linear	1	444,24 <sup>**</sup>	921,67 <sup>**</sup>	2112,6 <sup>**</sup>
Regressão quadrática	1	4,11 <sup>ns</sup>	17,12 <sup>ns</sup>	72,4 <sup>*</sup>
Desvio	1	2,03 <sup>ns</sup>	13,4 <sup>ns</sup>	8,16 <sup>ns</sup>
INTERAÇÃO SP x L	9	6,62 <sup>ns</sup>	13,39 <sup>ns</sup>	17,53 <sup>ns</sup>
Resíduos	36	3,37	6,77	14,25
CV (SP)-%		6,54	17,10	17,11
CV (L)-%		4,09	18,63	17,68
Preparo convencional		(g)	(Kg.m <sup>-3</sup> )	(Kg.m <sup>-3</sup> )
SP1		45,58a	15,18a	22,90a
SP2		43,44a	14,91ab	22,54a
SP3		45,25a	13,4ab	19,72a
SP4		45,23a	12,35b	20,24a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ns: não significativo (P>0,05); \*:significativo (P≤0,05);\*\* significativo a 1%; CV: coeficiente de variação.GL: grau de liberdade; SP:sistema de preparo convencional do solo; L:lâminas de irrigação. SP1 – Preparo do solo com arado de discos seguido de grade niveladora: - Arado de três discos mais niveladora de 24 discos (AD + NIV);SP2 – Preparo do solo com grade aradora (GRD)- Grade intermediária de 14 discos (GRD); SP3 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade niveladora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade niveladora de 32 discos (ESC + NIV);SP4 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade aradora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade intermediária de 14 discos (ESC + GRD).

Santos et al. (2009), analisando as características agronômicas e tecnológicas da cultivar BR-1, relataram que o peso de 100 sementes ou grãos de amendoim podem atingir cerca de 48 gramas. Dessa maneira, para os sistemas de preparo convencional do solo nesta pesquisa, os valores ficaram

inferiores aos destes pesquisadores, contudo é superior a cultivar Tatu (42 g). Resultado divergente foi obtido por Ribeiro et al. (2018) em sua pesquisa com genótipos de amendoim, atingindo para a variável peso 100 grãos uma média de 79,8 g, valor bem superior aos dados médios deste estudo, o que pode ser explicado pelas características dos genótipos.

Com base na Figura 15, constata-se que o modelo que se adequou foi o linear com R=98%, sendo diretamente proporcional o peso dos grãos e a quantidade de água aplicada na irrigação, com maior média pra lâmina de 125%ETC.

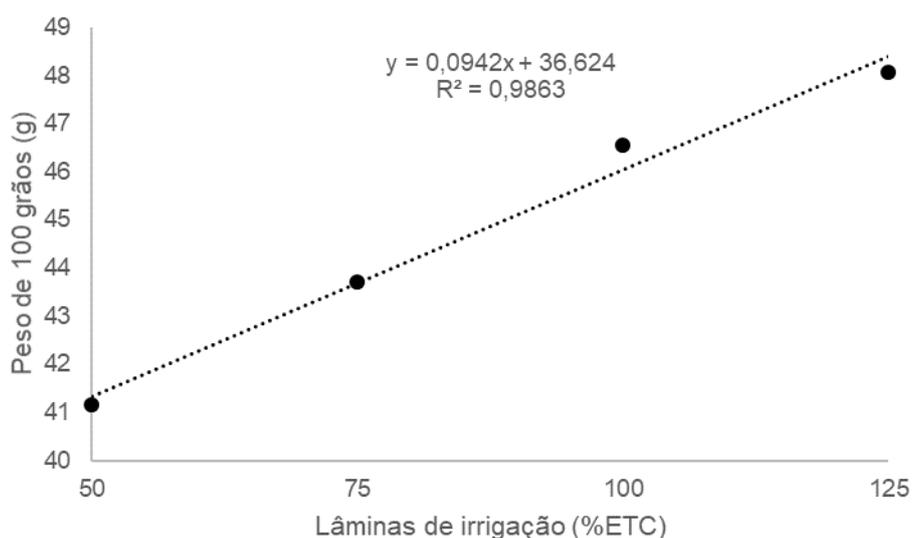


Figura 15 – Análise de regressão do peso de 100 grãos de amendoim BR-01 com casca e sem casca em função das lâminas de irrigação com diferentes sistemas de preparo do solo, Petrolândia – PE

Sobre a eficiência de uso da água do amendoim, há um declínio com elevação da quantidade de água aplicada (Figura 16), sendo a maior taxa de eficiência com aplicação de 50% ETC, sendo esta quantidade de irrigação indicada para maior EUA tanto sem casca como com casca, com equação linear em ambas as situações.

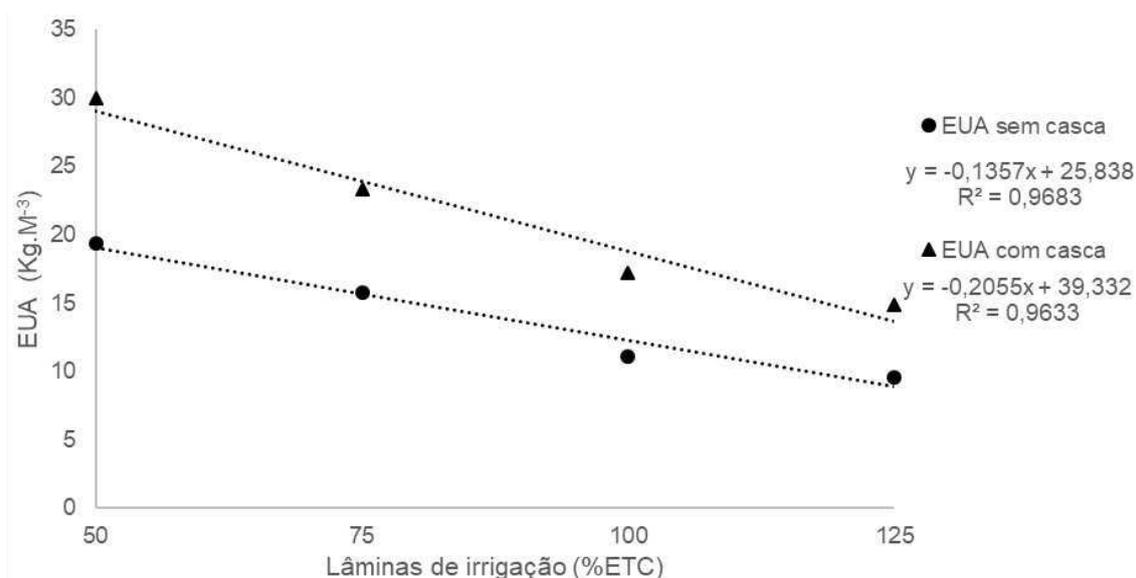


Figura 16 – Análise de regressão da eficiência de uso da água sem casca de amendoim BR-01 com casca e sem casca em função das lâminas de irrigação com diferentes sistemas de preparo do solo, Petrolândia – PE.

#### 4.2.4 Custos de produção 1º Ciclo

Na Tabela 8, observa-se que quanto maior a profundidade e acabamento da superfície do solo durante o preparo, maior é o custo de produção. Este fato se dá devido as inúmeras entradas das máquinas na área, onerando os custos de produção. O sistema de preparo convencional do solo que teve menor custo foi o SP2 em todas as lâminas de irrigação, aplicada na produção do amendoim, bem como o que teve maior produtividade com e sem casca, como foi constatado anteriormente na Tabela 6.

Tabela 8 – Custos de produção para os diversos tipos de sistema de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação na produção do amendoim no ano de 2015.

CUSTOS DE PRODUÇÃO DO AMENDOIM				
Sistemas de preparo do solo	Lâminas de irrigação			
	L1	L2	L3	L4
<b>SP1</b>	R\$ 6.136,78	R\$ 6.162,02	R\$ 6.187,27	R\$ 6.212,49
<b>SP2</b>	R\$ 5.956,78	R\$ 5.982,02	R\$ 6.007,27	R\$ 6.032,49
<b>SP3</b>	R\$ 6.046,78	R\$ 6.072,02	R\$ 6.097,27	R\$ 6.122,49
<b>SP4</b>	R\$ 6.136,78	R\$ 6.162,02	R\$ 6.187,27	R\$ 6.212,49

L: lâminas de irrigação; L<sub>1</sub> – Aplicação de 50% da ETc; L<sub>2</sub> – Aplicação de 75% da ETc; L<sub>3</sub> – Aplicação de 100% da ETc; L<sub>4</sub> – Aplicação de 125% da ETc.; SP: sistema de preparo convencional do solo; L: lâminas de irrigação. SP1 – Preparo do solo com arado de discos seguido de grade niveladora: - Arado de três discos mais niveladora de 24 discos (AD + NIV); SP2 – Preparo do solo com grade aradora (GRD)- Grade intermediária de 14 discos (GRD); SP3 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade niveladora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade niveladora de 32 discos (ESC + NIV); SP4 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade aradora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade intermediária de 14 discos (ESC + GRD).

#### 4.2.5 Receita de produção 1º Ciclo

Para os sistemas de preparo convencional de solo com maior perfil trabalhado e acabamento superficial, Tabela 9, favoreceu o bom desenvolvimento da cultura, dando ganhos econômicos satisfatórios. Para a lâmina de irrigação L1, o melhor sistema de preparo convencional do solo foi o SP1 com receita elevada de R\$ 2.486,29, se comparada aos demais. Na L2 apenas o SP2 teve receita inferior em relação aos outros sistemas de preparo aplicado e maior receita obtida com SP4 R\$ 3920,33. Quando se tem interação dos fatores nota-se que o SP4 e L2 têm a maior receita.

Tabela 9 – Custos de produção para os diversos tipos de sistema de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação na produção do amendoim no ano de 2015.

RECEITA DA PRODUÇÃO DO AMENDOIM				
Sistemas de preparo do solo	Lâminas de irrigação			
	L1	L2	L3	L4
<b>SP1</b>	R\$ 2.486,29	R\$ 3.637,08	R\$ 2.599,03	R\$ 1.829,98
<b>SP2</b>	R\$ 726,55	R\$ 2.187,48	R\$ 1.812,94	R\$ 2.674,52
<b>SP3</b>	R\$ 367,06	R\$ 3.814,37	R\$ 3.119,59	R\$ 3.723,34
<b>SP4</b>	R\$ 2.059,54	R\$ 3.920,33	R\$ 3.061,08	R\$ 3.195,27

L: lâminas de irrigação; L<sub>1</sub> – Aplicação de 50% da ET<sub>c</sub>; L<sub>2</sub> – Aplicação de 75% da ET<sub>c</sub>; L<sub>3</sub> – Aplicação de 100% da ET<sub>c</sub>; L<sub>4</sub> – Aplicação de 125% da ET<sub>c</sub>.: SP: sistema de preparo convencional do solo; L: lâminas de irrigação. SP1 – Preparo do solo com arado de discos seguido de grade niveladora: - Arado de três discos mais niveladora de 24 discos (AD + NIV); SP2 – Preparo do solo com grade aradora (GRD)- Grade intermediária de 14 discos (GRD); SP3 – Preparo do solo com arado escarificador seguido de grade niveladora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade niveladora de 32 discos (ESC + NIV); SP4 – Preparo do solo com arado escarificador seguido de grade aradora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade intermediária de 14 discos (ESC + GRD).

#### 4.3 Análise de crescimento 2º Ciclo

No segundo ciclo do amendoim, as variáveis de crescimento da cultura, presentes na Tabela 10, nota-se que não houve efeito estatístico para fonte de variação sistema de preparo convencional do solo em nenhum período avaliado. A fonte de variação lâminas de irrigação (L), foi estatisticamente significativa aos 30 DAE ( $p < 0,05$ ), aos 60 e 90 DAE ( $p < 0,01$ ), contudo, o diâmetro de caule não teve relevância estatística para lâminas de irrigação. A interação de fontes de variação com significância estatística a 5% para altura de plantas aos 30 DAE.

Tabela 9 – Análise de variância (ANAVA) para altura de planta e diâmetro de caule do amendoineiro aos 30, 60 e 90 após a emergência sob diferente sistema de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação no segundo ciclo.

Quadrado Médio							
		Altura de planta			Diâmetro de caule		
Fonte de variação	GL	30 Dias	60 Dias	90 Dias	30 Dias	60 Dias	90 Dias
SP	3	6,26 <sup>ns</sup>	188,67 <sup>ns</sup>	115,9 <sup>ns</sup>	0,038 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>
Resíduos	9	11,77	61,92	71,55	0,32	0,31	0,25
L	3	27,63 <sup>*</sup>	560,0 <sup>**</sup>	1329,76 <sup>**</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	0,124 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>
Regressão linear	1	37,49 <sup>*</sup>	1653,9 <sup>**</sup>	3953,6 <sup>**</sup>	-	-	-
Regressão quadrática	1	40,8 <sup>*</sup>	7,9 <sup>ns</sup>	31,92 <sup>ns</sup>	-	-	-
Desvio	1	4,63	18,28 <sup>ns</sup>	3,69 <sup>ns</sup>	-	-	-
SP x L	9	16,61 <sup>*</sup>	55,7 <sup>ns</sup>	95,5 <sup>ns</sup>	0,058 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>
Resíduos	36	6,99	28,70	43,05	0,14	0,24	0,26
CV (SP) - %		16,03	18,47	18,56	12,92	10,55	9,32
CV (L) - %		12,35	12,57	14,40	8,51	9,43	9,42

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ns: não significativo ( $P > 0,05$ ); \*:significativo ( $P \leq 0,05$ );\*\* significativo a 1%; CV: coeficiente de variação.GL: grau de liberdade; SP:sistema de preparo convencional do solo; L:lâminas de irrigação. SP1 – Preparo do solo com arado de discos seguido de grade niveladora: - Arado de três discos mais niveladora de 24 discos (AD + NIV);SP2 – Preparo do solo com grade aradora (GRD)- Grade intermediária de 14 discos (GRD); SP3 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade niveladora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade niveladora de 32 discos (ESC + NIV);SP4 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade aradora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade intermediária de 14 discos (ESC + GRD).

Aos 30, 60 e 90 DAE, a altura de planta foi crescente com o aumento da aplicação de lâminas de irrigação. Para os 30 DAE, a equação que se adequou foi a quadrática, enquanto para os demais períodos foi a linear, sendo diretamente afetada pela quantidade de água aplicada na irrigação (Figura 17). Sendo perceptível que a partir dos 60 DAE é a fase que a planta necessita de maior quantidade de água, ao elevar a quantidade em 25%, vê-se elevação na altura de planta de 2,89 cm, quando comparado com as lâminas de 75% com 50% aos 60 DAE. As lâminas de 125% ETc teve acréscimos de 13,16 cm ao confrontar com 50% ETc aos 60 DAE. Aos 90 DAE o aumento na altura de planta é maior ao elevar a quantidade de água na irrigação, cerca de 5,19 cm (comparando 75% com 50% ETc) e 20,88 cm (comparando 125% com 50% ETc).

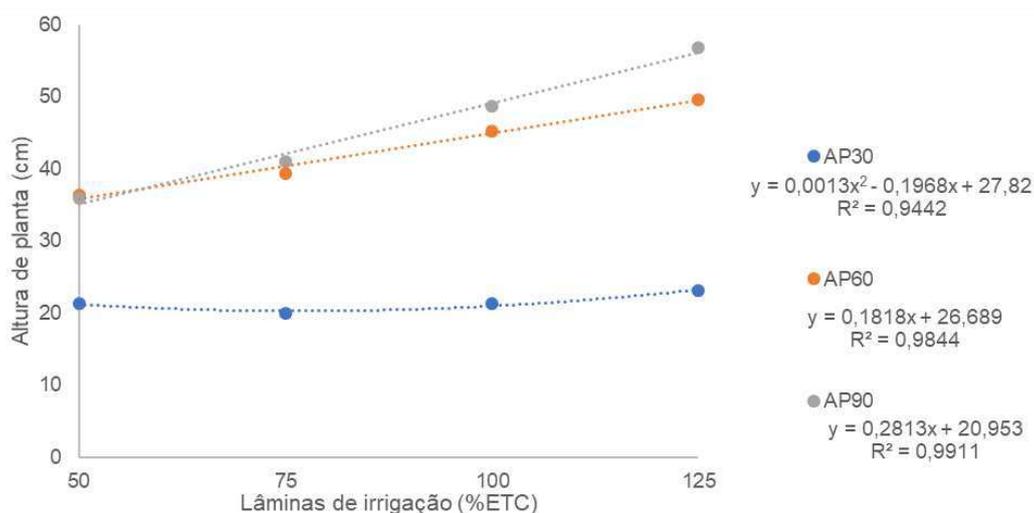


Figura 17 – Altura de planta (cm) de amendoim BR-01 em função dos sistemas de preparo do solo submetida a diferentes lâminas de irrigação para diferentes dias após emergência.

Já aos 30 DAE para a variável altura de planta, a interação dos fatores sistema de preparo convencional do solo (SP) e lâminas de irrigação (L) foi significativo para a lâmina de 75% ETc com maior média para o sistema de preparo do solo, com grade aradora intermediária de 14 discos (SP2). O sistema de preparo convencional do solo com escarificador, seguido de grade aradora (SP4) teve médias elevadas com as lâminas de irrigação de 50%, 100 e 125% ETc, e resultou na menor média quando utilizada com 75% ETc (Figura 18).

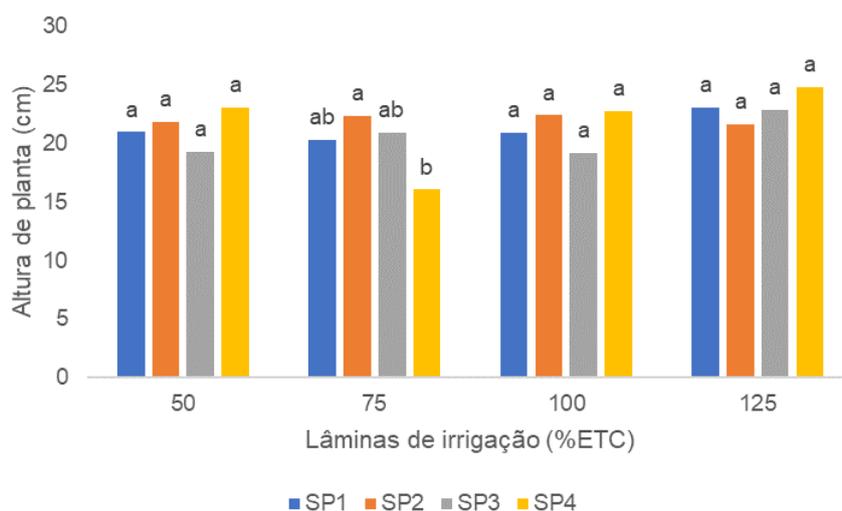


Figura 18 – Altura de planta (cm) de amendoim BR-01 em função das lâminas de irrigação e diferentes sistemas de preparo convencional do solo para 30 dias após a emergência do amendoim BR-1.

#### **4.4 Produtividade do amendoim no 2º ciclo**

##### **4.4.1 Porcentagem de grãos por vagem - 2º ciclo**

Na porcentagem de grãos por vagens no 2º ciclo do amendoim, Tabela 11, percebe-se que para o fator de variação sistema de preparo convencional do solo, a única variável significativa a nível de 1% foi 3 grãos/vagem, as demais variáveis não foram estatisticamente expressivas tanto para sistema de preparo convencional do solo como para lâminas de irrigação. A maioria das vagens possuíam 3 grãos, com maior porcentagem para o sistema de preparo do solo com escarificador, seguido de grade niveladora (33,83%), sendo este sistema indicado para obter quantidade relevante de grãos por vagem.

A menor porcentagem de grãos por vagem foi obtida para 1 grão, sendo esta variável a que teve menor incidência, não sendo interessante a elevação desta taxa já que a intenção é a elevação da produção, e para isso quanto menor melhor, assim o SP2, SP3 e SP4 tiveram as menores médias de 1 grão/vagem. O SP3 teve maior média para 4 grãos/vagem de amendoim, sendo um dos sistemas indicados para ter maior produção de grãos (Tabela 11).

Tabela 10 – Porcentagem de grãos por vagens para o 2º ciclo do amendoim submetido a lâminas de irrigação e diferentes sistemas de preparo convencional do solo.

Quadrado Médio - Grãos por vagem (%)					
Fonte de variação	GL	1 grão <sup>1</sup>	2 grãos	3 grãos	4 grãos <sup>1</sup>
SP	3	0,22 <sup>ns</sup>	30,03 <sup>ns</sup>	79,91 <sup>**</sup>	0,89 <sup>ns</sup>
Resíduos	9	0,11	13,03	9,35	0,29
L	3	0,32 <sup>ns</sup>	24,38 <sup>ns</sup>	41,26 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>
Regressão linear	1	-	-	-	-
Regressão quadrática	1	-	-	-	-
Desvio	1	-	-	-	-
SP x L	9	0,10 <sup>ns</sup>	11,32 <sup>ns</sup>	22,62 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>
Resíduos	36	0,09	13,11	17,67	0,53
CV (SP) - %		19,66	24,59	9,90	13,57
CV (L) - %		17,90	24,66	13,61	18,23
<b>Preparo convencional</b>					
SP1		3,07a	14,57a	28,51 b	14,06a
SP2		2,22a	15,46a	31,10 ab	17,16a
SP3		2,23a	12,80a	33,83 a	17,60a
SP4		2,62a	15,89a	30,10b	15,57a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ns: não significativo ( $P>0,05$ ); \*:significativo ( $P\leq 0,05$ );\*\* significativo a 1%; CV: coeficiente de variação.GL: grau de liberdade; SP:sistema de preparo convencional do solo; L:lâminas de irrigação. SP1 – Preparo do solo com arado de discos seguido de grade niveladora: - Arado de três discos mais niveladora de 24 discos (AD + NIV);SP2 – Preparo do solo com grade aradora (GRD)- Grade intermediária de 14 discos (GRD); SP3 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade niveladora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade niveladora de 32 discos (ESC + NIV);SP4 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade aradora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade intermediária de 14 discos (ESC + GRD).<sup>1</sup> Opção de transformação: Raiz quadrada de  $Y + 0.5 - \text{SQRT} ( Y + 0.5 )$

#### 4.4.2 Porcentagem de vagens chochas e cascas

No aspecto vagens chochas e cascas, os sistemas de preparo do solo divergiram entre si a nível de 5 e 1%, respectivamente, afirmando que os sistemas de preparo do solo podem ser aplicados de acordo à necessidade do solo (Tabela 12). Para fator de variação, a variável cascas foi significativa ( $p<0,01$ ), com coeficiente de variação de 7,40%. As maiores médias de vagens chochas e cascas foram obtidas no sistema de preparo do solo com arado de discos, seguido de grade niveladora (SP1). O SP2 teve menor porcentagem de vagens chochas, porém a porcentagem de cascas foi maior que o SP3, desse modo, quanto menor a quantidade de vagens chochas e de cascas, assim o SP3

teve menor porcentagem de cascas, sendo um sistema de preparo convencional do solo com adequabilidade as necessidades da cultura do amendoim.

Resultados divergentes foram constatados por Santos et al. (2009) para variedade de amendoim BR-1, com cerca de 12% de vagens chocas e para variedade Tatu aproximadamente 15%.

Tabela 12 11– Produção de vagens chocas e cascas para o 2º ciclo da cultura de amendoim submetidos a lâminas de irrigação e sistemas de preparo do solo convencional.

Fator de variação	GL	Quadrado médio	
		Vagens chocas <sup>1</sup> (%)	Cascas (%)
SP	3	0,83 *	42,12 **
Resíduos	9	0,20	5,79
L	3	0,16 <sup>ns</sup>	42,87 **
Regressão linear	1	-	125,58**
Regressão quadrática	1	-	1,31 <sup>ns</sup>
Desvio	1	-	1,71 <sup>ns</sup>
SP x L	9	0,14 <sup>ns</sup>	11,75 *
Resíduos	36	0,21	4,53
CV (SP) - %		16,56	8,37
CV (L) - %		16,98	7,40
<b>Preparo convencional</b>			
SP1		8,91a	30,86a
SP2		5,87b	28,16b
SP3		6,52ab	27,01b
SP4		6,76ab	29,86 ab

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ns: não significativo (P>0,05); \*:significativo (P≤0,05);\*\* significativo a 1%; CV: coeficiente de variação.GL: grau de liberdade; SP:sistema de preparo convencional do solo; L:lâminas de irrigação. SP1 – Preparo do solo com arado de discos seguido de grade niveladora: - Arado de três discos mais niveladora de 24 discos (AD + NIV);SP2 – Preparo do solo com grade aradora (GRD)- Grade intermediária de 14 discos (GRD); SP3 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade niveladora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade niveladora de 32 discos (ESC + NIV); SP4 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade aradora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade intermediária de 14 discos (ESC + GRD).  
<sup>1</sup> Opção de transformação: Raiz quadrada de Y + 0.5 - SQRT ( Y + 0.5 ).

Na Figura 19, a porcentagem de cascas de amendoim se adequou a equação linear, ao elevar a quantidade de água na lâmina de irrigação houve declínio na porcentagem de cascas. Desse modo, menores quantidades de água resultam em taxas altas de porcentagem de cascas, e junto a isso as

lâminas de 100 e 125% ETc são as recomendadas para obter menores porcentagem de cascas na produção de amendoim.

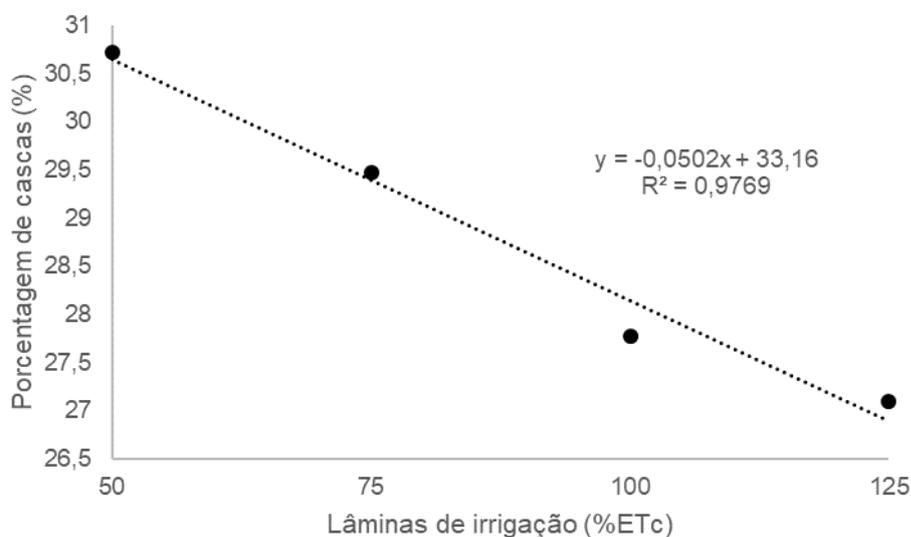


Figura 19 – Porcentagem de cascas de amendoim BR-1 em função das lâminas de irrigação e diferentes sistemas de preparo convencional do solo.

O sistema de preparo convencional do solo (SP1) teve as maiores porcentagens de casca em quase todas as lâminas de irrigação aplicadas. Ao observar a interação dos fatores sistema de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação através da Figura 20, verifica-se que o SP3 e a lâmina de 75% ETc são as formas de manejo adequado para obtenção de menor porcentagem de cascas na produção do amendoim.

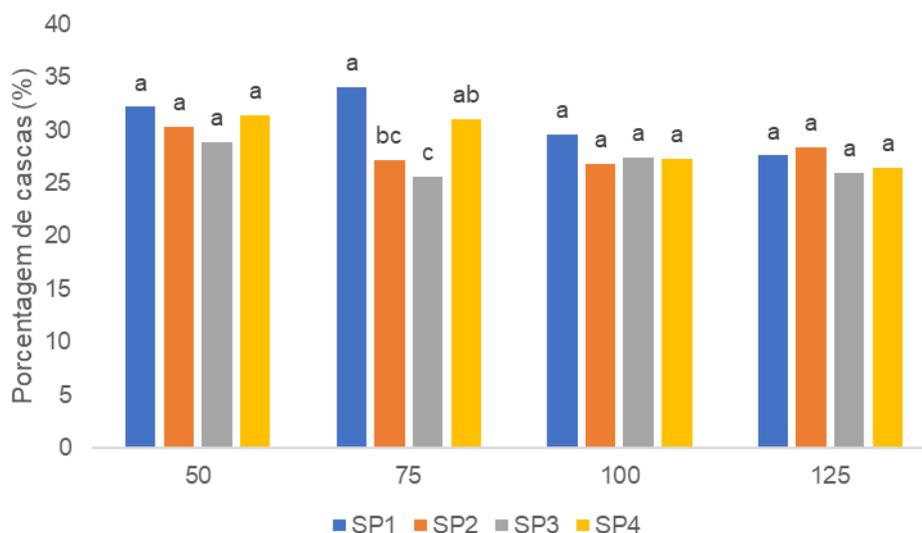


Figura 20 – Interação dos fatores de variação sistemas de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação para porcentagem de cascas de amendoim BR-1

#### 4.4.3 Produtividade do amendoim 2º Ciclo com casca e sem casca

A produtividade do amendoim BR-1 sem casca para os sistemas de preparo do solo diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ), vide Tabela 13. Ao analisar a produtividade com casca e sem casca não foram significativas para as lâminas de irrigação aplicadas. A produção de amendoim sem casca, ou seja, em grãos foi alta para o tratamento SP3, o mesmo ocorre para produção com casca.

O SP3 é o tipo de preparo indicado para obtenção de maior acréscimo de produção, em torno de 177 sacas, resultando em lucro financeiro de aproximadamente 10669,00 reais. Enquanto a menor produtividade sem casca com SP1, com cerca de 127 sacas e ganho de 7649,60 reais aproximadamente (Tabela 13).

Távora e Melo (1991) comprovaram em seus estudos que o déficit hídrico reduz a média da produção de vagens de amendoim, em comparação aos tratamentos sem deficiência hídrica. Gomes (2016) em estudos realizados em casa de vegetação identificou uma produtividade crescente em lâminas de irrigação de 50, 75, 100 e 125% de irrigação, principalmente para as três últimas lâminas de irrigação aplicadas.

Tabela 12 – Produtividade de amendoim BR-01 com casca e sem casca (Kg.ha<sup>-1</sup>) para vagens viáveis no 2º ciclo, submetido a diferentes lâminas de irrigação e preparo convencional do solo.

Quadrado médio <sup>1</sup>			
Fator de variação	GL	Sem casca	Com casca
SP	3	308,42 *	301,88 <sup>ns</sup>
Resíduos	9	69,8	95,46
L	3	100,6 <sup>ns</sup>	80,5 <sup>ns</sup>
Regressão linear	1	-	-
Regressão quadrática	1	-	-
Desvio	1	-	-
INTERAÇÃO SP x L	9	36,09 <sup>ns</sup>	31,07 <sup>ns</sup>
Resíduos	36	33,43	46,34
CV (SP)-%		13,82	13,59
CV (L)-%		9,56	9,47
<b>Preparo convencional</b>			
SP1		3192,9b	4657,6a
SP2		3692,6ab	5172,77a
SP3		4453,4a	6139,42a
SP4		3491,9ab	4959,28a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ns: não significativo (P>0,05); \*:significativo (P≤0,05);\*\* significativo a 1%; CV: coeficiente de variação.GL: grau de liberdade; SP:sistema de preparo convencional do solo; L:lâminas de irrigação. SP1 – Preparo do solo com arado de discos seguido de grade niveladora: - Arado de três discos mais niveladora de 24 discos (AD + NIV);SP2 – Preparo do solo com grade aradora (GRD)- Grade intermediária de 14 discos (GRD); SP3 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade niveladora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade niveladora de 32 discos (ESC + NIV);SP4 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade aradora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade intermediária de 14 discos (ESC + GRD). <sup>1</sup> Opção de transformação: Raiz quadrada de Y + 0.5 - SQRT ( Y + 0.5 ).

Nakgawa e Rosolem (2011) afirmam que a necessidade hídrica é importante na época de floração e de frutificação, e que a menor oferta de água nesse período da planta provoca menor absorção de cálcio pelas vagens, refletindo negativamente na produção.

#### 4.4.4 Peso de 100 grãos e produtividade da água (EUA) no 2º ciclo

Analisando a variável peso de 100 grãos e produtividade da água, Tabela 14, o fator de variação lâminas de irrigação teve efeito significativo (p<0,01). Para o fator sistema de preparo convencional do solo apenas o peso de 100 grãos foi estatisticamente significativa a 5%.

Tabela 13 – Análise de variância do peso de 100 grãos e eficiência de uso da água de amendoim BR-01 com casca e sem casca no 1º ciclo, submetido a diferentes lâminas de irrigação e preparo convencional do solo.

Quadrado médio				
Fator de variação	GL	Peso 100 grãos	Eficiência de Uso da Água (EUA) <sup>1</sup>	
			Sem casca	Com casca
SP	3	21,5 <sup>*</sup>	0,042 <sup>ns</sup>	0,046 <sup>ns</sup>
Resíduos	9	3,74	0,009	0,01
L	3	78,43 <sup>**</sup>	0,23 <sup>**</sup>	0,43 <sup>**</sup>
Regressão linear	1	215,15 <sup>**</sup>	0,63 <sup>**</sup>	1,17 <sup>**</sup>
Regressão quadrática	1	6,84 <sup>ns</sup>	0,057 <sup>**</sup>	0,11 <sup>*</sup>
Desvio	1	13,31 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>
INTERAÇÃO SP x L	9	11,09 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>
Resíduos	36	9,53	0,005	0,008
CV (SP)-%		4,54	8,74	9,82
CV (L)-%		7,25	6,36	7,16
Preparo convencional		(g)	(Kg.m <sup>-3</sup> )	(Kg.m <sup>-3</sup> )
SP1		40,93b	0,68b	1,01a
SP2		42,70ab	0,8ab	1,12a
SP3		43,49a	0,97a	1,34a
SP4		43,25a	0,75ab	1,07a

<sup>1</sup> Raiz quadrada de  $Y + 0.5 - \text{SQRT} ( Y + 0.5 )$ . Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ns: não significativo ( $P > 0,05$ ); \*: significativo ( $P \leq 0,05$ ); \*\* significativo a 1%; CV: coeficiente de variação. GL: grau de liberdade; SP: sistema de preparo convencional do solo; L: lâminas de irrigação. SP1 – Preparo do solo com arado de discos seguido de grade niveladora: - Arado de três discos mais niveladora de 24 discos (AD + NIV); SP2 – Preparo do solo com grade aradora (GRD)- Grade intermediária de 14 discos (GRD); SP3 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade niveladora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade niveladora de 32 discos (ESC + NIV); SP4 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade aradora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade intermediária de 14 discos (ESC + GRD).

O peso de 100 grãos com maiores médias para SP3 e SP4 (Tabela 14), com menor produtividade de água (EUA) para SP1 sem casca e com casca e maiores valores de eficiência de uso da água com SP2. Resultados superiores foram obtidos por Santos et al. (2009) averiguando as características agrônômicas e tecnológicas da cultivar BR-1, constataram que o peso de 100 grãos de amendoim pode atingir cerca de 48 gramas, todavia, são dados inferiores aos da cultivar Tatu (42 g).

Ribeiro et al. (2018) em pesquisa com genótipos de amendoim, analisando a variável peso 100 grãos tiveram uma média de 79,8 g, valor bem superior aos dados médios deste estudo, essa diferença pode ser estar atrelada as características dos genótipos.

As lâminas de irrigação aplicadas, Figura 21, com regressão linear e aumento gradativo conforme se eleva a quantidade de água as plantas. Nas lâminas de irrigação empregadas, as de 100 e 125% da ETc tiveram maior peso de 100 grãos (Figura 22), este fato ocorre devido a maior quantidade de água disponível para a planta durante o período de enchimento de grãos, tornado a cultura mais produtiva.

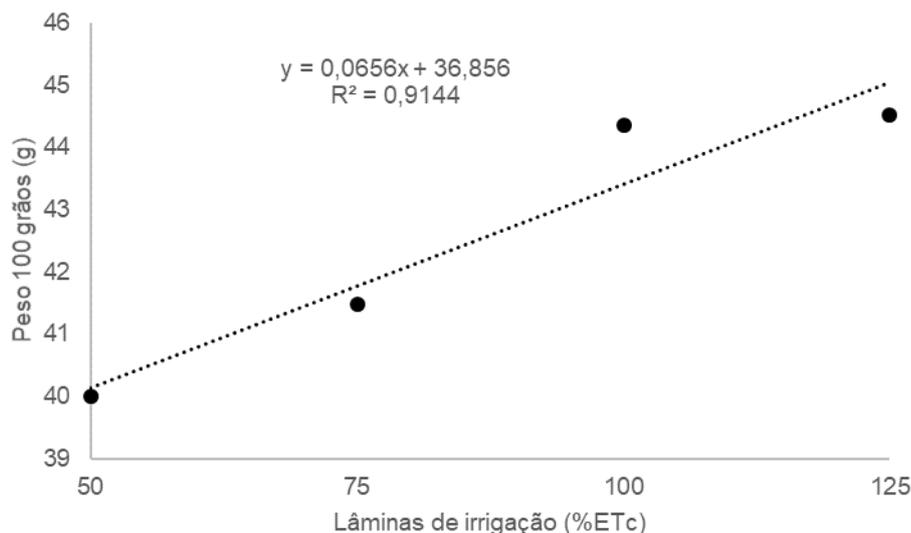


Figura 21 – Peso de 100 grãos de amendoim BR-1 submetido à variação de sistemas de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação.

Com elevação da quantidade de água aplicada na irrigação, ocorreu redução na eficiência de uso de água, Figura 22. A maior eficiência de uso da água foi percebida nas lâminas de irrigação de 50% ETc no 2º ciclo de produção de amendoim BR-1. Observa-se ainda na Figura 22, que o modelo de regressão é o linear com R=88%, para as variáveis EUA com e sem casca, sendo a EUA inversamente proporcional as lâminas de irrigação, ou seja, quanto maior a quantidade de água aplicada menor o EUA.

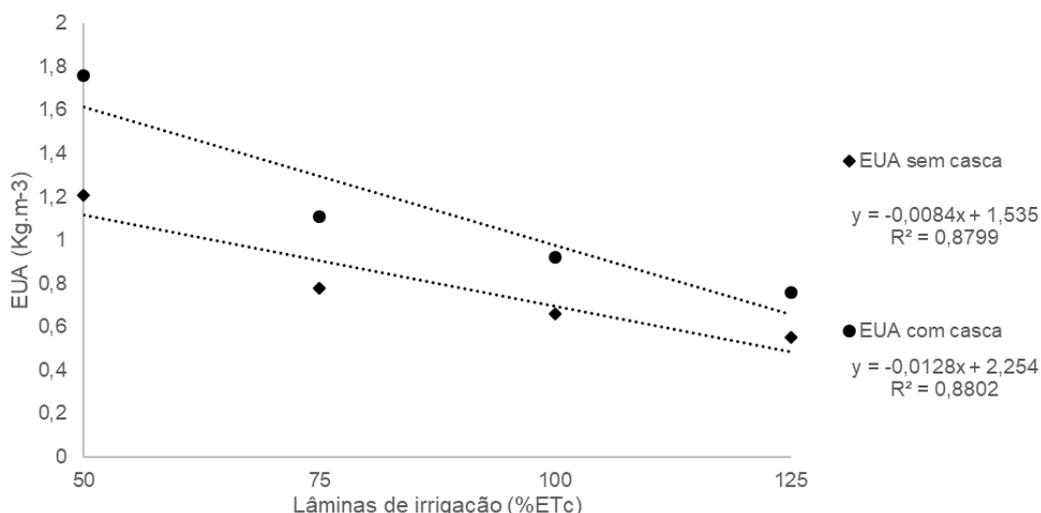


Figura 22 – Eficiência do uso da água (EUA) de amendoim BR-1 submetido à variação de sistemas de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação.

#### 4.4.5 Custos de produção 2º Ciclo

A partir da Tabela 15, o SP2 tem menor custo em todas as lâminas de irrigação aplicadas, enquanto que o maior custo é para L4 com SP1 e SP4.

Tabela 14 – Custos de produção para os diversos tipos de sistema de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação na produção do amendoim.

CUSTOS DE PRODUÇÃO DO AMENDOIM				
Sistemas de preparo do solo	Lâminas de irrigação			
	L1	L2	L3	L4
<b>SP1</b>	R\$ 6.174,92	R\$ 6.217,71	R\$ 6.263,54	R\$ 6.307,84
<b>SP2</b>	R\$ 5.994,92	R\$ 6.037,71	R\$ 6.083,54	R\$ 6.127,84
<b>SP3</b>	R\$ 6.084,92	R\$ 6.127,71	R\$ 6.173,54	R\$ 6.217,84
<b>SP4</b>	R\$ 6.174,92	R\$ 6.217,71	R\$ 6.263,54	R\$ 6.307,84

L: lâminas de irrigação; L<sub>1</sub> – Aplicação de 50% da ETc; L<sub>2</sub> – Aplicação de 75% da ETc; L<sub>3</sub> – Aplicação de 100% da ETc; L<sub>4</sub> – Aplicação de 125% da ETc.: SP: sistema de preparo convencional do solo; L: lâminas de irrigação. SP1 – Preparo do solo com arado de discos seguido de grade niveladora: - Arado de três discos mais niveladora de 24 discos (AD + NIV); SP2 – Preparo do solo com grade aradora (GRD)- Grade intermediária de 14 discos (GRD); SP3 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade niveladora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade niveladora de 32 discos (ESC + NIV); SP4 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade aradora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade intermediária de 14 discos (ESC + GRD).

#### 4.4.6 Receita líquida de produção do 2º ciclo

Aplicando 50% ETc (L1) apenas o SP4 teve maior receita, com menor quantidade de água aplicada e maior rentabilidade na produção de amendoim, Tabela 16. A lâmina L2 teve as menores receitas em todos os sistemas de preparo convencional do solo, não sendo esta lâmina indicada para obtenção de elevada rentabilidade. O SP4 teve maior média para o L4, porém é a maior

lâmina de água aplicada na irrigação. Ao verificar a rentabilidade e menor quantidade de água, o SP4 com L1 é o manejo adequado para um lucro na produção de amendoim BR-1.

Tabela 15 – Receita de produção de amendoim para os diversos tipos de sistema de preparo convencional do solo e lâminas de irrigação.

RECEITA DE PRODUÇÃO DO AMENDOIM				
Sistemas de preparo do solo	Lâminas de irrigação			
	L1	L2	L3	L4
<b>SP1</b>	R\$ 5.511,57	R\$ 5.367,33	R\$ 7.707,22	R\$ 5.350,71
<b>SP2</b>	R\$ 5.055,64	R\$ 6.397,84	R\$ 7.392,22	R\$ 7.738,62
<b>SP3</b>	R\$ 5.951,08	R\$ 5.078,90	R\$ 7.003,02	R\$ 7.571,91
<b>SP4</b>	R\$ 8.623,02	R\$ 4.949,01	R\$ 6.133,04	R\$ 9.071,29

L: lâminas de irrigação; L<sub>1</sub> – Aplicação de 50% da ETC; L<sub>2</sub> – Aplicação de 75% da ETC; L<sub>3</sub> – Aplicação de 100% da ETC; L<sub>4</sub> – Aplicação de 125% da ETC.; SP: sistema de preparo convencional do solo; L: lâminas de irrigação. SP1 – Preparo do solo com arado de discos seguido de grade niveladora: - Arado de três discos mais niveladora de 24 discos (AD + NIV); SP2 – Preparo do solo com grade aradora (GRD)- Grade intermediária de 14 discos (GRD); SP3 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade niveladora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade niveladora de 32 discos (ESC + NIV); SP4 – Preparo do solo com escarificador seguido de grade aradora: - Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade intermediária de 14 discos (ESC + GRD).

## 5 Conclusão

Os sistemas de preparo do solo não influenciam o crescimento da cultura do amendoim;

As lâminas de água influenciam o desenvolvimento vegetativo no período logo após a floração, com maior altura de planta ao aplicar elevada quantidade de água na irrigação;

A produtividade do amendoim tem maior produção com sistema de preparo convencional do solo SP2 (Preparo do solo com grade aradora e Grade intermediária de 14 discos) no 1º ciclo e no 2º ciclo, o SP3 (Preparo do solo com arado escarificador seguido de grade niveladora: Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade niveladora de 32 discos);

A produção com e sem casca no 1º ciclo teve maior média com aplicação de 125% ETc (L4);

A lâmina de 50% da necessidade hídrica teve melhor eficiência de uso da água no 1º e 2º ciclo do amendoim BR-1;

O SP3 é o tipo de preparo indicado para obtenção de maior acréscimo de produção, tendo em torno de 177 sacas;

No 1º ciclo, o sistema de preparo convencional do solo SP4 junto com a lâmina L2(75% ETc), tiveram maior receita líquida; no 2º ciclo o sistema de preparo convencional do solo SP4 (Preparo do solo com arado escarificador seguido de grade aradora: Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade intermediária de 14 discos) e a lâmina de irrigação L1 (50% ETc), são os manejos de água e solo indicados para alcance da maior rentabilidade da cultura, conforme as épocas e ciclos do amendoim desta pesquisa.

## 6 Referências bibliográficas

ALEXANDRIA JUNIOR, F. F. DE; PEREIRA; CARVALHO JÚNIOR, G. S. DE; CASTRO, M. A. DO N.; QUESADO, F. DAS C.; LEITE, A. G. CRESCIMENTO DO AMENDOIM BR1 EM DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO. IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, João Pessoa, PB – 2010.

SANTOS, R.C.; MOREIRA, J.A.N.; VALLE, L.V.; FREIRE, R.M.M.; ALMEIDA, R.P.; ARAÚJO, J.M.; SILVA, L.C. Amendoim BR-1 – Informações para seu cultivo. Embrapa Algodão, 2009.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, J. *Evapotranspiration del cultivo*: guias para la determinación de los requerimientos de água de los cultivos. Roma: FAO, 2006. 298 p.

RIBEIRO, R.P.; SUASSUNA, T.M.F.; HEUERT, J.; SOAVE, J.H.; SANTOS, L.C.C. Desempenho de genótipos de amendoim na Alta Paulista. Researchgate, v.1, n.1, p.1-5, 2018.

BASTOS, F.J.C.; ROCHA, A.C.; FURTADO, N.S.; CUNHA, F.N.; CARREIRA, F.S.; CARVALHO, T.L. Desempenho de cultivares e linhagens de amendoim irrigado no sudoeste do Estado de Goiás. In: Inovagri meeting, 2012.

ARAÚJO FILHO, J.C.; BURGOS, N.; LOPES, O.F.; SILVA, F.H.B.B.; MEDEIROS, L.A.R.; MELO FILHO, H.F.R.; PARAHYBA, R.B.V.; CAVALCANTI, A.C.; OLIVEIRA NETO, M.B.; SILVA, F.B.R. LEITE, A.P.; SANTOS, J.C.P.; SOUSA NETO, N.C.; SILVA, A.B.; LUZ, L.R.Q.P.; LIMA, P.C.; REIS, R.M.G.; BARROS, A.H.C. Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. (Embrapa Solos, Boletim de Pesquisa; 11). 2000.

BOLONHEZI, D; MUTTON, M. A E MARTINS, A. L. M. Sistemas conservacionistas de manejo do solo para amendoim cultivado em sucessão à cana crua. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.42, n.7, p.939-947, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco**. Recife: SUDENE, 1973. 354 p (SUDENE. Boletim técnico nº 26).

CFSEMG – Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 4ª aproximação, Lavras: 1989. 176p.

CORTEZ, J. W.; ALVES, A. D. S.; MOURA, R. D.; OLSZEWSKI, N.; NAGAHAMA, H. J. Atributos físicos do Argissolo amarelo do semiárido nordestino sob sistemas de preparo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1207-1216, 2011.

COSTA, J.D. & W. SICHMANN, 1972. Cultura do amendoim. ESALQ, Piracicaba, 16p.

DURÃES, F. O. M.; MAGALHÃES, P. C; OLIVEIRA, A. C. Índice de colheita genético e as possibilidades da genética fisiológica para melhoramento do rendimento de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. v. 1, n. 1, p. 33-40, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.

FERRARI NETO, J; COSTA, C. H. M. DA; CASTRO, G. S. A. Ecofisiologia do amendoim. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n 4, p.1-13, 2012.

FRIZZONE, J. A. Planejamento da Irrigação com uso de técnicas de otimização. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, CE, **INOVAGRI**. v.1, n.1, p.24 - 49, 2007.

INFORZATO, R.; TELLA, R. Sistema radicular do amendoim. Campinas: **Bragantia**, n. 19, p. 119-123. 1960.

LACERDA, C.F.; NEVES, A.L.R.; GUIMARÃES, F.V.V.; SILVA, F.L.B.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H.R. Eficiência de utilização de água e nutrientes em plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Engenharia Agrícola**, v. 29, p.221-230, 2009.

NAKAGAWA, J.; ROSOLÉM, C. A. O amendoim: tecnologia de produção. Bauru: Fepaf, 2011.

NAKAGAWA, J; LASCA, D. DE C; NEVES, G. DE S; NEVES, J. P. DE S.; SILVA, M. N; SANCHES, S. V; BARBOSA, V; ROSSETTO, C. A. V. Densidade de plantas e produção de amendoim. **Sciencia Agrícola**, v. 57 n.1, Piracicaba, 2000.

PEIXOTO, C. P.; GONÇALVES, J. A.; PEIXOTO, M. DE F. DA S. P.; DO CARMO, D. O. Características agrônômicas e produtividade de amendoim em diferentes espaçamentos e épocas de semeadura no recôncavo baiano. **Bragantina**, v. 67, n. 3, p. 673–684, 2008.

PEIXOTO, C.P.; CAMARA G.M.S.; MARTINS, M.C.; MARCHIORI, L.F.S. Efeitos de épocas de semeadura e densidade de plantas sobre a produtividade de cultivares de soja no Estado de São Paulo. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v.77, n. 2, p.265-291, 2002.

SILVA, L. C.; BELTRÃO, N. E. DE M. Incremento de fitomassa e produtividade do amendoimzeiro em função de lâminas e intervalos de irrigação. **Revista**

**Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 111-121, 2000.

SILVA, L. C.; BELTRÃO, N. E. DE M; RAO, T. V. R; FILHO, J. F. Efeito do Manejo da irrigação na qualidade da produção e na produtividade do amendoim cv. BR1. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.2, p.175-178, 1998.

TÁVORA, F. J. A. F.; MELO, F. I. O. Resposta de cultivares de amendoim a ciclos de deficiência hídrica: crescimento vegetativo, reprodutivo e relações hídricas. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.22, n.1/2, p.47-60, 1991.

MARINES, R.O. Manejo da irrigação da cultura do amendoim *Arachis hypogaea* com base na evaporação. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 1, n .1, p. 33-41, 2012.

## Capítulo III

### Atributos físicos do solo e cálculos operacionais do conjunto mecanizado em diferentes preparos de solo e lâminas de irrigação

#### Resumo

Com o déficit hídrico em regiões semiáridas, pesquisas buscando alternativas no manejo de água e solo, visando a eficiência e produtividade da cultura do amendoim vêm sendo tópicos de preocupações dos pesquisadores, para amenizar as consequências das secas prolongadas e maneiras de conviver com a seca. Nesse contexto, a presente pesquisa foi realizada objetivando-se avaliar os atributos físicos do solo e cálculos operacionais do conjunto mecanizado em diferentes preparos de solo e lâminas de irrigação. O experimento foi conduzido em campo no município de Petrolândia -PE, região semiárida do Nordeste brasileiro. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso e as parcelas foram dispostas em faixa em 4 repetições, com o preparo de solo disposto na parcela principal e lâminas de irrigação nas parcelas secundárias, assim distribuídas. Para os preparos de solo foram utilizados: Preparo do solo com arado de discos seguido de grade niveladoras (SP<sub>1</sub>); Preparo do solo com grade aradora (SP<sub>2</sub>); Preparo do solo com arado escarificador seguido de grade niveladora (SP<sub>3</sub>); Preparo do solo com arado escarificador seguido de grade aradora (SP<sub>4</sub>). As lâminas de irrigação utilizadas foram: 50, 75, 100 e 125% da necessidade hídrica da cultura (ET<sub>c</sub>). Foram analisadas a densidade do solo, porosidade, umidade e resistência do solo, velocidade teórica e efetiva, largura e profundidade, capacidade de campo teórica e efetiva, e rendimento de campo teórica. A média L1 e L2 teve acréscimo de resistência do solo a penetração nas camadas de 0,10 – 0,15 m para o SP1. Solos menos densos foram obtidos aplicando 50% ET<sub>c</sub>. e a maior porosidade para os solos em que foram aplicados os sistemas de preparo SP2 e SP3 e a lâmina de irrigação de 50% ET<sub>c</sub>. O arado e a grade tiveram profundidade efetiva em torno de 40 cm.

Palavras-chave: Produtividade, desempenho de máquinas, Mecanização

## **Soil physical attributes and operational calculations of the mechanized set in different soil preparation and irrigation blades**

### **Abstract**

With the water deficit in semi-arid regions, research seeking alternatives to water and soil management, aiming at the efficiency and productivity of peanut cultivation, have been topics of researchers' concern to alleviate the consequences of prolonged droughts and ways of living with drought. In this context, the present research was carried out aiming to evaluate the physical attributes of the soil and the operational calculations of the mechanized set in different soil preparation and irrigation slides. The experiment was conducted in the field in the municipality of Petrolândia-PE, semi-arid region of Northeast Brazil. A randomized block experimental design was used, and the plots were arranged in a strip in 4 replications, with soil preparation arranged in the main plot and irrigation slides in the secondary plots, thus distributed. Soil preparation was used with disk plowing followed by grader grading (SP1); Soil preparation with harrow (SP2); Soil preparation with ripening plow followed by leveling grid (SP3); Soil preparation with ripening plow followed by plow grating (SP4). The irrigation slides used were: 50, 75, 100 and 125% of the crop water requirement (ET<sub>c</sub>). Dolo density, porosity, soil moisture and resistance, theoretical and effective speed, width and depth, theoretical and effective field capacity and theoretical field yield were analyzed. The mean L1 and L2 had increased soil resistance to penetration in the layers of 0.10 - 0.15 m for SP1. Less dense soils were obtained by applying 50% ET<sub>c</sub>. and higher porosity for the soils in which the SP2 and SP3 tillage systems were applied and the irrigation depth of 50% ET<sub>c</sub>. The plow and grid had effective depth of around 40 cm.

**Keywords:** agricultural mechanization, machinery performance, water slides.

## 1 Introdução

A região do nordeste brasileiro é caracterizada pelo solo raso e pedregoso, clima semiárido, com precipitações irregulares e má distribuída, com épocas de secas prolongadas. Têm locais com índices pluviométricos abaixo de 800 mm/ano, ocasionando problemas socioeconômicos, sendo a água fator limitante para desenvolvimento da agricultura e pecuária na região, bem como estimula o êxodo rural (Marengo et al., 2011).

Com o déficit hídrico em regiões semiáridas, pesquisas buscando alternativas no manejo de água e solo, visando a eficiência e produtividade da cultura vêm sendo tópicos de preocupações dos pesquisadores, instituições públicas e privadas, para amenizar as consequências das secas prolongadas e maneiras de conviver com a seca. Pinheiro et al. (2014) afirmam que a agricultura nestas regiões deve ser realizada de forma sustentável e com utilização de espécies adaptadas as condições edafoclimáticas.

A irrigação é aplicada para fornecer à cultura a quantidade de água necessária ao seu desenvolvimento na quantidade adequada e no momento oportuno, uma vez que a deficiência hídrica ou excesso de água pode se tornar um fator de insucesso, tanto pela menor produtividade como pelo uso ineficiente da água (Bilibio et al., 2010).

Com a crescente demanda de uso de sistemas de irrigação e de preparo do solo, quando realizados de maneira inadequada pode ocasionar danos a cultura com redução de sua produção, como também impactos ambientais. Carvalho et al. (2012) relatam que os tipos de sistemas de preparo do solo ocasionam mudanças na estrutura física do solo. O aumento da densidade do solo é resultado das modificações da estrutura física do solo, segundo Montanari et al. (2012) havendo adulteração de porosidade, retenção de água, aeração e resistência do solo à penetração das raízes.

Com a evolução da colheita mecanizada e o crescente melhoramento de cultivares mais produtivas e com ciclo reduzido, tem-se aumentado as áreas cultivadas, desta forma, os produtores de amendoim buscam cada vez mais a inserção de tecnologias que reduzam o tempo e a mão-de-obra na produção Fachin et al. (2014).

No Brasil na safra de 2016/2017 foram produzidos cerca 466.200 toneladas de amendoim e na safra 2017/2018 teve acréscimo de 10,2%, totalizando 513.700 t, com incremento da área plantada em algumas regiões e redução em outras, devido a disponibilidade hídrica. No Centro-Sul a produtividade média foi de  $3.800 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , no Norte/Nordeste foi de  $1.068 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (CONAB, 2018).

Na região do submédio do Rio São Francisco, o amendoim é plantado sob regime de irrigação, embora da forma com que o sistema de produção é conduzido, o rendimento e a rentabilidade é bem inferior a expectativa de uma cultura sob regime de irrigação, dentre outros fatores pelo uso de maquinário excessivamente pesado para o preparo de solo, assim como a irrigação sem nenhum critério técnico. O preparo do solo quando bem executado favorece a germinação, o desenvolvimento e crescimento da cultura, mas quando realizado inadequadamente pode prejudicar o desenvolvimento adequado das raízes e conseqüentemente a produção (Silva et al., 2000).

Nesse contexto, a presente pesquisa foi realizada objetivando avaliar os atributos físicos do solo e cálculos operacionais do conjunto mecanizado em diferentes preparos de solo e lâminas de irrigação.

## 2 Materiais e métodos

### 2.1 Local de condução do experimento

O trabalho foi conduzido em área experimental da empresa Cofco International em convênio com a Embrapa Algodão, no município de Petrolândia - PE, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude 08°56'41.99" S; longitude 38°10'37.52" W e altitude 280 m, expostas na figura 24. O clima desta área segundo Köppen é do tipo BSs'h', que se caracteriza por ser muito quente, semiárido, com temperatura média anual em torno de 25°C (Brasil, 1973), Tendo como característica a escassez pela escassez e irregularidade das precipitações, com chuvas no verão e forte evaporação em consequência das altas temperaturas.



Figura 1 – Mapa da localização do município Petrolândia – PE.

### 2.2 Tratamentos e Delineamento Experimental

Para avaliar os efeitos dos diferentes sistemas de preparo convencional de solo e das lâminas de irrigação sobre o amendoim BR1, foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com as parcelas dispostas em faixas com 4 repetições, com o preparo de solo disposto na parcela principal e as lâminas de irrigação nas parcelas secundárias:

Para o sistema de preparo convencional do solo foram aplicados os seguintes tratamentos:

SP<sub>1</sub> – Preparo do solo com arado de discos, seguido de grade niveladora: - **Arado de três discos mais niveladora de 24 discos (AD + NIV)**;

SP<sub>2</sub> – Preparo do solo com grade aradora (GRD)- **Grade intermediária de 14 discos (GRD);**

SP<sub>3</sub> – Preparo do solo com arado escarificador, seguido de grade niveladora: - **Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade niveladora de 32 discos (ESC + NIV);**

SP<sub>4</sub> – Preparo do solo com arado escarificador, seguido de grade aradora: - **Escarificador com cinco hastes de 50cm mais grade intermediária de 14 discos (ESC + GRD).**

As lâminas de irrigação aplicadas foram: L<sub>1</sub> – Aplicação de 50% da ETc; L<sub>2</sub> – Aplicação de 75% da ETc; L<sub>3</sub> – Aplicação de 100% da ETc; L<sub>4</sub> – Aplicação de 125% da ETc.

Cada parcela experimental ocupou uma área de 8 x 6 m (48 m<sup>2</sup>). Em razão da configuração do sistema de irrigação o preparo do solo foi executado no sentido longitudinal da área, possibilitando a formação de faixas de preparos e de irrigação, contemplando todos os preparos de solo, conforme Figura 2.

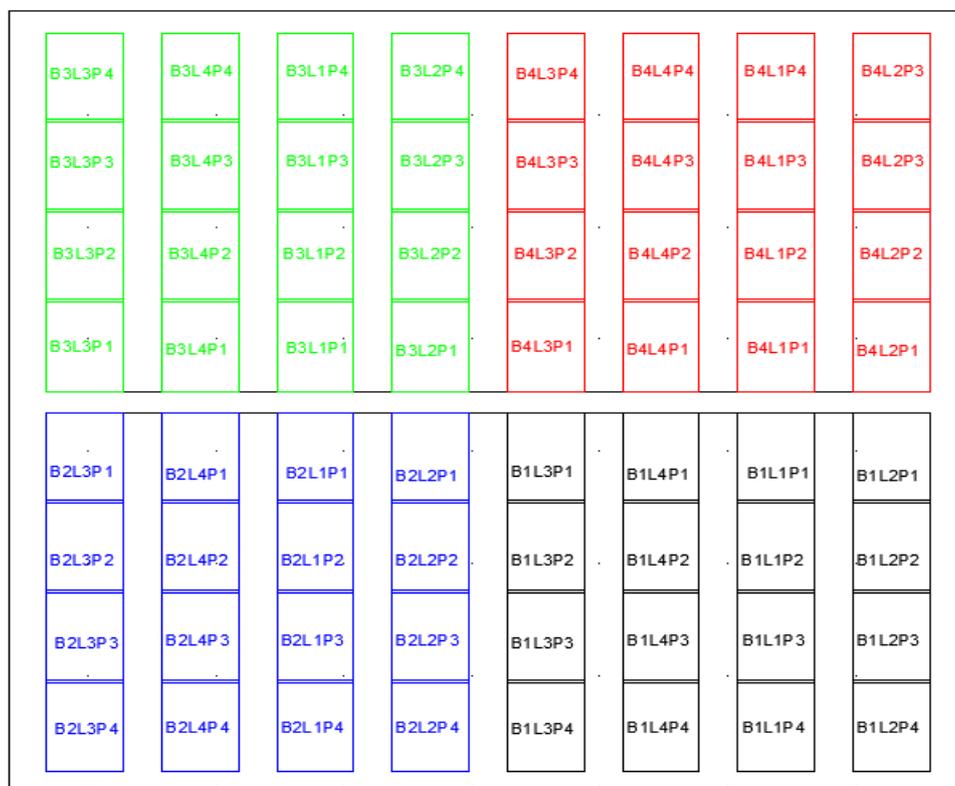


Figura 2 – Croqui de montagem do experimento.

## 2.3 Classificações do solo

O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênicos Órticos, textura arenosa (Tabela 1) (Araújo Filho et al., 2000), com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). A área de instalação do experimento era utilizada para cultivo de culturas anuais, incluindo o amendoim, por isso, no local já tinha sistema de irrigação para micro aspersão da netafim com raio de atuação de 6 m, mantendo a umidade ideal do solo no momento do preparo e para manutenção da cultura durante o período de cultivo. A análise física e química do solo encontra-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente, base para a recomendação de adubação (CFSEMG, 1989).

Tabela 1 – Análise físico-hídrica do solo Neossolo Quartzarênico Órtico.

Profundidade (m)	Argila (%)	Areia (%)	Silte (%)	Classe Textural
0,00-0,10	0,65	84,9	14,45	Areia
0,10-0,20	0,70	82,65	16,65	Areia
0,20-0,30	0,65	84,1	15,25	Areia
Densidade do solo (g cm <sup>-3</sup> )	1,53			
Densidade da partícula (g cm <sup>-3</sup> )	2,60			
Porosidade (%)	41,15			
Umidade natural (%)	0,91			
Umidade (%)				
0,33 atm	6,35			
15,0 atm	2,87			
Água disponível	3,48			

Fonte: Adaptado de Cortez *et al.* (2011)

Tabela 2 – Análise química do solo da área experimental.

MO	pH	C.E	N	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H <sup>+</sup> Al	S	CTC	V
%	H <sub>2</sub> O1:2, 5	mmhos m <sup>-1</sup>	%	mq.1 00g <sup>-1</sup>	-----meq/100g-----							%	
0,93	7,25	0,18	0,05	0,52	0,32	2,05	0,84	0,12	0,0	0,0	3,3	3,3	100

MO: matéria orgânica; P: fósforo em resina; S: soma das bases; CTC: capacidade de troca catiônica a pH 7,0; V: saturação por bases.

## 2.4 Equipamentos de preparo do solo

Como fonte de potência para tracionar os equipamentos de preparo do solo foi utilizado um trator de 86 cv com tração auxiliar. As velocidades teóricas de deslocamento foram obtidas pelo escalonamento de marchas do trator (Figura 3).



Figura 3 – Trator Massey Ferguson 283.

E os implementos usados foram:

- Arado de disco da marca Maschesan (Tatu), fabricado em 1999, peso de 506 kg com três discos (Figura 4);



Figura 4 – Preparo de solo com arado de 3 discos.

- Grade intermediária off-set, marca Baldan, modelo: ATCR, fabricada em 2015, com 7 discos em cada seção (duas), com discos recortados de 0,71 m e distância entre discos de 0,23 m (Figura 5);



Figura 5 – Preparo do solo com Grade Aradora de 14 discos.

- Escarificador da marca Kohler, modelo: AST, fabricado em 2005 com 5 hastes e ponteira estreita de 0,05 m (Figura 6);



Figura 6 – Preparo do solo com Escarificador de 5 hastes.

- Grade leve em Tandem, marca Marchesan TATU, modelo: GH, fabricada em 1999, com 8 discos em cada seção (quatro), sendo recortados na dianteira de 0,51 m e lisos na traseira com mesmo diâmetro e distância entre discos de 0,19 m. Profundidade de trabalho de 0,10 m (Figura 7);



Figura 7 – Preparo do solo com niveladora para os preparos com arado e escarificador.

- Semeadora de 04 linhas, Jumil, modelo POP 2670 pneumática: T<sup>2</sup>SI, espaçamento máximo - 900 mm e mínimo - 450 mm, capacidade de adubo - 75 kg por depósito e sementes - 52 litros por depósito, peso - 1035 kg, profundidade de deposição do adubo - 0 a 100 mm e da semente - 0 a 70 mm, aplicável em trator com potência no motor - 60 cv e categoria de engate – II (Figura 8);



Figura 8 – Semeadora adubadora pneumática de precisão de quatro linhas com espaçamento de 450 mm entre linhas

## 2.5 Irrigação

A irrigação do experimento foi efetuada utilizando-se o sistema de irrigação por microaspersão, utilizando-se um espaçamento quadrado de 5 m de lado. A quantificação da lâmina de irrigação a ser aplicada foi efetuada tomando-se por base as características físico-hídricas do solo, para determinar a capacidade de armazenamento do mesmo e, as lâminas de reposição foram calculadas pelo produto da Evapotranspiração de Referência com base no

modelo da FAO-Penman-Monteith (Allen et al., 2006) e o Coeficiente de Cultivo (Kc) determinado para o amendoim, cultivar BR1 por Almeida et al. (2017).

Para obtenção da estimativa da evapotranspiração de referência, foi instalada na área experimental uma torre micrometeorológica, constando de dois piranômetros para mediação da radiação solar global e refletida pela cultura, um saldo radiômetro para mediação do saldo de radiação, dois psicrômetros com termopares de cobre e “constantan” para medir a temperatura úmida e seca acima da copa da cultura, dois anemômetros para medir a velocidade do vento e dois fluxímetros para medir o fluxo de calor no solo. A fonte de água foi proveniente do rio São Francisco, fornecida pela companhia que abastece os projetos irrigados da Codevasf. A mesma fornece água pressurizada nos lotes dos colonos 6 dias por semana.

## 2.6 Estudos dos atributos físicos do solo

### a) Densidade do solo e porosidade total

As amostras indeformadas para avaliação de densidade, foram coletadas utilizando anéis volumétricos com uma das bordas cortantes, com volume de 128 cm<sup>3</sup>.

A escolha do ponto de amostragem de solo foi aleatória dentro de cada parcela, nas profundidades de 0-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 0,30-0,40 m. Após a coleta, as amostras de solo foram pesadas, depois de secas na estufa à temperatura de 105-110°C até a massa constante, seguindo metodologia da Embrapa (1997). Depois de secas, as amostras foram pesadas novamente, para a obtenção dos valores necessários no cálculo da densidade do solo, empregando a Equação 1.

$$D_s = \frac{M}{V} \text{ em que } M = MSA - TA \quad (1)$$

Em que:

$D_s$  = densidade em ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ );

$V$  = volume total ( $\text{cm}^3$ );

$M$  = massa do solo (g);

MAS = massa seca de solo mais o peso do anel (g);

TA = peso do anel sem solo (g).

A porosidade total ( $P_t$ ) determinada foi conseguida após os anéis terem sido colocados em uma bandeja com água até atingirem o ponto de saturação (Equação 2), e a partir daí foram pesados novamente e assim obtida a porosidade total, de acordo com Camargo et al. (1986).

$$P_t = \frac{(V_t - V_s)}{V_t} \times 100 \quad (2)$$

$$V_s = V_t - V_v \quad e \quad V_v = (M_{sat} - M_{sec}) \quad (3)$$

Em que:

$P_t$  = a porosidade total (%);

$V_t$  = o volume total (g);

$V_s$  = o volume de sólidos (g);

$V_v$  = o volume de vazios (g);

$M_{sat}$  = a massa do anel saturado com água (g);

$M_{sec}$  = a massa seca de solo com o anel (g).

#### b) Umidade do solo e resistência mecânica do solo à penetração

Após o plantio, o experimento foi conduzido com a variação das lâminas de irrigação em 50, 75, 100 e 125% da necessidade hídrica na cultura. No final do ciclo da cultura, foi realizado uma nova coleta de resistência a penetração do solo. Aos 90 dias foi possível verificar as condições do solo submetido a irrigação constante.

Para a determinação da umidade do solo utilizou-se amostras coletadas nas profundidades de 0-0,10; 0,10-0,20; 0,0-0,30; 0,30-0,40 m, de modo aleatório na área, a partir do método gravimétrico. O valor da umidade do solo foi determinado conforme Equação 4.

$$US = \frac{(MI - MII)}{(MII - TA)} \times 100 \quad (4)$$

Em que:

US = Umidade do solo (%);

MI = massa úmida de solo mais o peso do anel (g);

MII = massa seca de solo mais o peso do anel (g);

TA = peso do anel em (g).

Para a coleta de dados pontual, referente à resistência mecânica do solo e a penetração foi utilizado o penetrômetro de impacto, modelo IAA/Planalsucar - Stolf desenvolvido por Stolf et al. (1983), com as seguintes características: massa de 4 kg que provoca impacto quando colocado em curso de queda livre de 0,40 m; cone com ângulo sólido de 30° e 1,28 cm de diâmetro; haste com diâmetro de 0,95 m. Os dados coletados até a profundidade de 0,40 m foram transformados para MPa conforme Stolf (1990;1991) descreve na Equação 5.

$$RP = \frac{5,8 + 6,89N}{10,2} \quad (5)$$

Em que:

RP – Resistência à penetração (MPa);

N – Número de impactos.

Em função da largura de trabalho de cada equipamento foi avaliado a resistência a penetração (RP) de perfil de cada subparcela (Figura 9), sendo a

coleta transversal ao deslocamento do conjunto mecanizado, a cada 20 cm de largura até a profundidade de 45 cm.

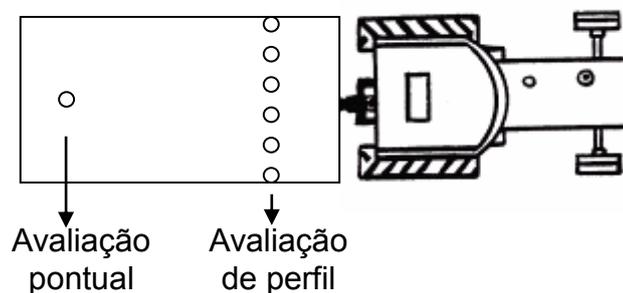


Figura 9 – Esquema para coleta de dados pontual e de perfil

## 2.7 Cálculo do operacional do conjunto mecanizado

### a) Velocidade teórica, efetiva e a variação

A velocidade teórica ( $V_t$ ) do trator em cada marcha foi obtida no manual de operação. Para medição da velocidade efetiva foram coletados os tempos de percurso do conjunto mecanizado em cada subparcela e em todas as repetições, com o auxílio de um cronômetro com precisão de centésimos de segundos. Portanto, a velocidade foi determinada pela Equação 6.

$$V_{ef} = \frac{d}{t} \times 3,6 \quad (6)$$

Em que:

$V_{ef}$  = velocidade em  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ;

$d$  = distância em m;

$t$  = tempo de percurso em s;

3,6 = fator de transformação para  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

A variação da velocidade, ou seja, a diferença entre a teórica e a real foi alcançada de acordo com a Equação 7.

$$\Delta V = V_t - V_{ef} \quad (7)$$

Em que:

$\Delta V$  = variação da velocidade em  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

b) Largura e profundidade de trabalho

A largura e profundidade teórica foram obtidas pelo manual de operação do implemento ou medindo o equipamento, quando este não mais existia manual. A largura e profundidade efetiva de trabalho foram atingidas a campo com o auxílio de trena.

c) Capacidade de campo teórica

Para o cálculo da capacidade de campo teórica foi utilizado os valores de largura e velocidade dos manuais de operação, sendo aplicado posteriormente à Equação 8.

$$CCT = \frac{L \times v}{10} \quad (8)$$

Em que:

CCT = capacidade de campo teórica ( $\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$ );

V = velocidade teórica de deslocamento ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ );

L = largura teórica do implemento (m);

10 = fator de conversão para  $\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$ .

d) Capacidade de campo efetiva

Para o cálculo da capacidade de campo efetiva foi utilizada a Equação 9 com os dados obtidos a campo para as variáveis da equação.

$$CCE = \frac{L_{mr} \times v_m}{10} \quad (9)$$

Em que:

CCE = capacidade de campo efetiva ( $\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$ );

$V_m$  = velocidade real de deslocamento ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ );

$L_{mr}$  = largura média de trabalho do equipamento (m);

10 = fator de conversão para  $\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$ .

e) Capacidade de campo operacional

Para o cálculo da capacidade de campo operacional foi utilizada a Equação 10.

$$\text{CCO} = \text{CCE} \times E_f \quad (10)$$

Em que:

CCO = capacidade de campo operacional ( $\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$ );

$E_f$  = eficiência da operação (70% segundo Mialhe (1996)).

f) Rendimento de campo teórico

Para o cálculo do rendimento de campo teórico foi utilizada a Equação 11.

$$\text{RCT} = \frac{\text{CCE}}{\text{CCT}} \times 100 \quad (11)$$

Em que:

RCT = rendimento de campo teórico (%).

## 2.8 Análise estatística

A análise dos dados em parcela subdividida foi realizada pela análise de variância seguido do teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias.

Para verificação da dependência espacial, a interpolação dos dados de resistência à penetração no perfil do solo e construção de mapas foi feita à análise geoestatística. Foi calculado o semivariograma para analisar a dependência espacial. O ajuste do semivariograma foi observado pelo maior valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), menor valor da soma de quadrados dos desvios (RSS) e maior valor do avaliador dependência espacial (ADE).

O ajuste do semivariograma foi realizado “a sentimento”, escolhendo um modelo e seus parâmetros, sobrepondo-o aos pontos estimados e verificando visualmente sua adequação. Em seguida, foi realizada a interpolação por krigagem ordinária, sendo esta uma técnica de interpolação para estimativa de valores de uma propriedade em locais não amostrados. A krigagem, no entanto, faz uso de um interpolador linear não tendencioso e de variância mínima, que assegura a melhor estimativa dos dados não amostrados. Por meio de interpolação por krigagem, os mapas de isolinhas (bidimensionais) foram construídos para o detalhamento espacial dos atributos.

### 3 Resultados e discussão

#### 3.1 Preparo de solo

Após a implantação dos 4 sistemas de preparo do solo, foi adquirida a resistência a penetração de cada preparo, nas camadas de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm, identificando para cada trabalho realizado um modelo, uma classe e uma amplitude para realizar a amostragem.

Para os preparos de solo SP1 e SP4 foi identificado um modelo Gaussiano, com efeito pepita  $C_0$  próximo de 0, com um patamar  $C_0 + C = 0,13$  e  $C_0 + C = 0,09$ , uma amplitude de  $a = 0,38$  m e  $a = 0,37$  m, respectivamente (Tabela 3). Ou seja, existe uma dependência espacial entre as amostras de 0,38 m entre as de SP1, e de 0,37 m entre as de SP4, com isso evidencia-se uma classe forte devido ao avaliador da dependência espacial. Segundo Landim (1998), o modelo de Gauss representa um fenômeno de transição aos demais modelos, pelas pequenas variabilidades em curtas distâncias.

Os preparos SP2 e SP3 são representados por um modelo esférico com efeito pepita  $C_0$  próximo de 0, com um patamar  $C_0 + C = 0,47$  e  $C_0 + C = 0,11$ , uma amplitude de  $a = 0,43$  m e  $a = 0,41$  m, respectivamente (Tabela 2), o que significa que, existe uma dependência espacial entre as amostras de 0,43 m entre as amostras de SP1 e de 0,41 m entre as de SP4.

Tabela 3 – Dados do semivariograma para a resistência mecânica do solo à penetração (RP) nas camadas de solo avaliadas em função dos sistemas de preparo.

Sistemas de Preparo	Modelo	$C_0$	$C_0 + C$	$a$ (m)	$R^2$	SQR	ADE	Classe
SP1	Gaussiano	0,002	0,13	0,38	0,47	0,015	0,98	Forte
SP2	Esférico	0,001	0,47	0,43	0,34	0,413	0,99	Forte
SP3	Esférico	0,003	0,11	0,41	0,35	0,015	0,97	Forte
SP4	Gaussiano	0,001	0,09	0,37	0,40	0,012	0,99	Forte

$C_0$  = efeito pepita;  $C_0 + C$  = patamar;  $a$  = alcance;  $R^2$  = coeficiente de determinação; SQR = soma dos quadrados dos desvios; ADE = avaliador da dependência espacial.

A validação cruzada dos dados de preparo solo, SP4 e SP1 com maior  $R^2$  indicando confiabilidade a resposta amostral, identificando maior uniformidade nesses preparos de solo (Tabela 4).

Tabela 4 – Dados da validação cruzada para a resistência mecânica à penetração do solo (RP) nas camadas de solo avaliadas em função dos sistemas de preparo do solo.

Sistemas de Preparo	Validação cruzada		
	R <sup>2</sup>	A	b
SP1	0,88	-0,060	1,09
SP2	0,75	-0,177	1,23
SP3	0,64	-0,100	1,16
SP4	0,92	-0,064	1,10

R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; A = intersecção; b = coeficiente angular.

### 3.2 Mapas de Krigagem antes do plantio

Com o mapa da Krigagem, observa-se o comportamento de cada preparo de solo antes da realização do plantio, Figura 10. Na Figura 10 (a), identifica-se que o arado de disco realizou um ótimo trabalho nas profundidades de 0,0 – 0,35 m com uma resistência média de 1 MPa, enquanto que o tratamento com grade aradora, com menor profundidade efetiva de trabalho e resistência de 1,4 a 1,6 MPa para mesma região.

Nos tratamentos com ESC + NIV e ESC + GRADE uma menor resistência a penetração, Figura 10 (c) e (d) respectivamente. A Figura 10 (d) apresenta uma menor resistência nas camadas de 0,00 – 0,40 m e maior uniformidade no preparo, este fato ocorreu porque o segundo preparo com a grade intermediária, conseguiu realizar um trabalho mais profundo devido à resistência nas camadas ter sido quebrada anteriormente pelo escarificador. Estes resultados são similares aos encontrados por Cortez et al. (2011) em Argissolo Amarelo no semiárido nordestino.

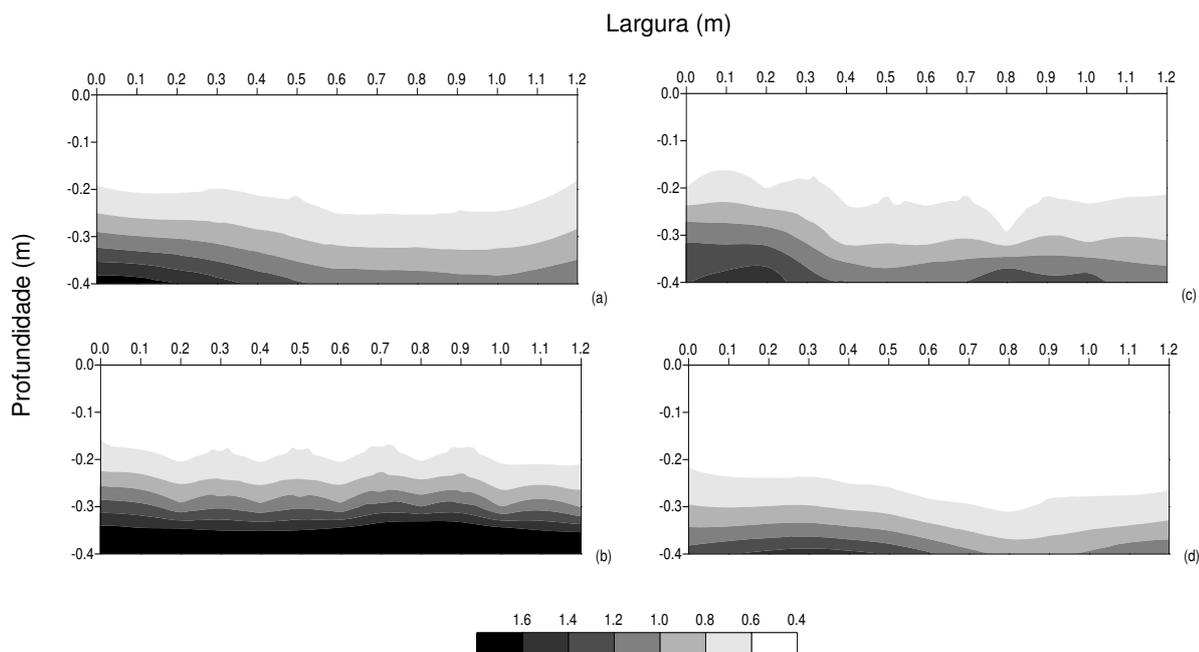


Figura 10 – Mapas de Krigagem dos sistemas de preparo para RP perfil (MPa) após preparo do solo. (a) Arado de discos; (b) Grade; (c) ESC+NIV e (d) ESC+grade.

### 3.3 Efeitos das lâminas de irrigação na qualidade do solo nos diferentes tipos de preparo após 90 dias de irrigação, antes da colheita.

#### a) Coleta da resistência à penetração antes da colheita

Após o plantio, o experimento foi conduzido variando as lâminas de irrigação em 50, 75, 100 e 125% da necessidade hídrica na cultura, no final do ciclo da cultura foi feita uma nova coleta de resistência à penetração do solo. Aos 90 dias foi viável identificar as condições do solo submetido a irrigação constante.

Observa-se na Tabela 5, que o efeito pepita não variou entre os tratamentos e que todos os preparos de solo possuem o modelo “esférico”, podendo ser explicado pelas amplitudes amostrais estarem muito próximas. Todos os preparos têm um avaliador de dependência espacial excelente, indicando assim, correlação entre as amostras e classe forte, segundo Cortez et al. (2011).

Tabela 5 – Dados do semivariograma para a resistência mecânica do solo à penetração (RP) nas camadas de solo avaliadas em função dos sistemas de preparo

Sistemas de Preparo	Modelo	Co	Co + C	a (m)	R <sup>2</sup>	SQR	ADE	Classe
SP1	Esférico	0,010	5,33	0,48	0,39	46,3	0,99	Forte
SP2	Esférico	0,010	3,96	0,43	0,29	31,1	0,99	Forte
SP3	Esférico	0,010	4,08	0,44	0,32	33,1	0,99	Forte
SP4	Esférico	0,010	4,22	0,43	0,29	38,2	0,99	Forte

Co = efeito pepita; Co + C = patamar; a = alcance; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; SQR = soma dos quadrados dos desvios; ADE = avaliador da dependência espacial.

A validação cruzada dos dados de preparo solo em que todos os preparos com R<sup>2</sup> alto indicando confiabilidade a resposta amostral, e maior uniformidade (Tabela 6).

Tabela 6 – Dados da validação cruzada para a resistência mecânica à penetração do solo (RP) nas camadas de solo avaliadas em função dos sistemas de preparo do solo

Sistemas de Preparo	Validação cruzada		
	R <sup>2</sup>	A	b
SP1	0,93	-0,362	1,16
SP2	0,93	-0,357	1,16
SP3	0,91	-0,348	1,17
SP4	0,96	-0,413	1,17

R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; A = intersecção; b = coeficiente angular.

Após a confecção dos mapas de krigagem, Figura 11, todos os preparos de solo tiveram resultados similares. De forma geral, pode-se perceber um aumento repentino da resistência a penetração do solo na camada de 0,15 – 0,20 m e para as demais camadas. Cortez et al. (2011) verificaram em estudo semelhante que a ação do escarificador é mais efetiva em camadas de 0,15 – 0,20 m. Os autores Abreu et al. (2004) também encontraram baixa resistência para o escarificador na camada de 0,15 m, em solo Argissolo vermelho-Amarelo distrófico arênico.

O solo analisado nesta pesquisa é um Argissolo Vermelho, em sua constituição tem uma pequena fração de argila, o acúmulo dessas partículas aumenta o teor de argila nessas camadas, conseqüentemente tornando-as mais resistentes a penetração. Cortez et al. (2011) em estudo com Argissolo Amarelo verificaram resultados similares.

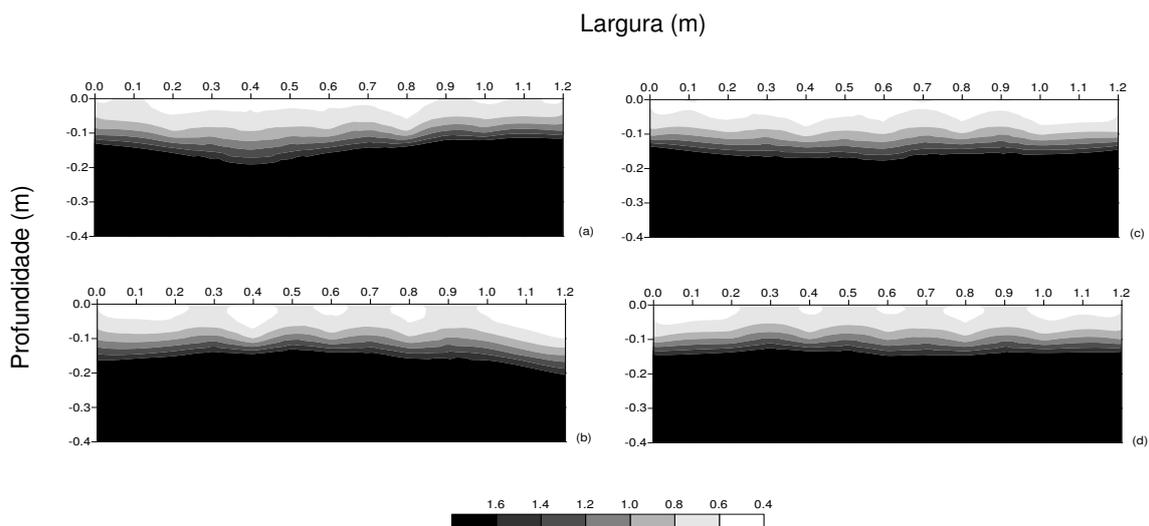


Figura 11 – Mapas de Krigagem dos sistemas de preparo para RP perfil (MPa) antes da colheita. (a) Arado de discos; (b) Grade; (c) ESC+NIV e (d) ESC+grade

## b) Efeito de lâmina nos preparos de solo

### b.1) Preparo do solo com arado de discos seguido de grade niveladora (SP<sub>1</sub>)

Na Tabela 7, as lâminas de irrigação se adequaram ao modelo esférico para o sistema de preparo com arado, afirmando com isso que as lâminas de irrigação modificaram as características físicas iniciais do solo ao longo período de cultivo, sendo refletido na mudança de modelo que deixa de ser Glausiniano.

Tabela 7 – Dados do semivariograma para a resistência mecânica do solo à penetração (RP) nas camadas de solo avaliadas em função do preparo de solo com arado e lâminas de irrigação

Lâminas	Modelo	Co	Co + C	a (m)	R <sup>2</sup>	SQR	ADE	Classe
L1	Esférico	0,010	8,72	0,46	0,38	122	0,99	Forte
L2	Esférico	0,010	4,25	0,50	0,41	27	0,99	Forte
L3	Esférico	0,010	7,30	0,49	0,53	44,1	0,99	Forte
L4	Esférico	0,001	3,14	0,54	0,62	5,90	0,99	Forte

Co = efeito pepita; Co + C = patamar; a = alcance; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; SQR = soma dos quadrados dos desvios; ADE = avaliador da dependência espacial.

A validação cruzada dos dados de preparo convencional do solo, Tabela 8, que as menores lâminas de irrigação, L1 e L2 têm os maiores R<sup>2</sup>, indicando alta confiabilidade a resposta amostral, e que estes preparos tem uma maior uniformidade amostral.

Tabela 8 – Dados da validação cruzada para a resistência mecânica à penetração do solo (RP) nas camadas de solo avaliadas em função do preparo do solo com arado e lâminas de irrigação

LÂMINAS	Validação cruzada		
	R <sup>2</sup>	A	b
L1	0,91	-0,473	1,17
L2	0,92	-0,401	1,16
L3	0,88	-0,242	1,10
L4	0,81	-0,054	1,05

R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; A = intersecção; b = coeficiente angular

Na Figura 12, a média L1 e L2 teve acréscimo de resistência do solo a penetração nas camadas de 0,10 – 0,15 m, em relação às lâminas de L3 e L4, que diminuem a resistência nessa mesma faixa de solo, por causa do teor de umidade ser maior nessa faixa de solo, reduzindo assim a resistência a penetração.

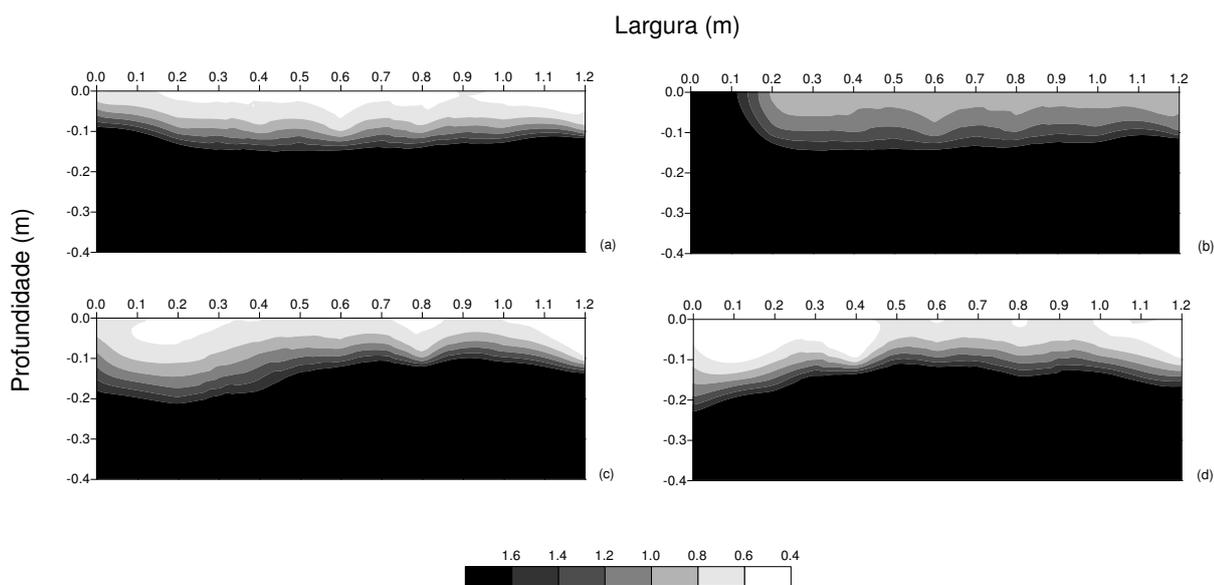


Figura 12 – Mapas de Krigagem do arado de discos para RP perfil (MPa) em função das lâminas de irrigação. (a) L1; (b) L2; (c) L3 e (d) L4

## b.2) Preparo do solo com grade aradora (SP<sub>2</sub>)

Os modelos gerados para grade aradora nas diferentes lâminas foram todos esféricos com avaliador de dependência espacial alto e de classe forte, o alcance demonstra que o ponto de coleta da amostra poderia ser de 0,44 m para L1, L2, L3 e de 0,38 para L4 (Tabela 9).

Tabela 9 – Dados do semivariograma para a resistência mecânica do solo à penetração (RP) nas camadas de solo avaliadas em função do preparo de solo com grade aradora e lâminas de irrigação

Lâminas	Modelo	Co	Co + C	a (m)	R <sup>2</sup>	SQR	ADE	Classe
L1	Esférico	0,010	6,91	0,44	0,33	87,3	0,99	Forte
L2	Esférico	0,010	7,63	0,44	0,34	88,4	0,99	Forte
L3	Esférico	0,001	2,68	0,44	0,38	9,84	0,99	Forte
L4	Esférico	0,039	1,87	0,38	0,32	3,66	0,98	Forte

Co = efeito pepita; Co + C = patamar; a = alcance; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; SQR = soma dos quadrados dos desvios; ADE = avaliador da dependência espacial.

A validação cruzada dos dados de preparo solo com grade aradora, Tabela 10, a L2 tem alta confiabilidade ao resultado amostral, indicando que este preparo tem uma maior uniformidade para lâmina de 75% da necessidade hídrica da cultura.

Tabela 10 – Dados da validação cruzada para a resistência mecânica à penetração do solo (RP) nas camadas de solo avaliadas em função do preparo do solo com grade aradora e lâminas de irrigação

LÂMINAS	Validação cruzada		
	R <sup>2</sup>	A	b
L1	0,88	-0,313	1,13
L2	0,95	-0,400	1,15
L3	0,78	-0,139	1,01
L4	0,82	-0,383	1,19

R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; A = intersecção; b = coeficiente angular

O preparo com grade teve uma falta de uniformidade da resistência do solo a penetração ao longo do perfil para as lâminas L1, L2 e L3, este fato não se propagou para a lâmina L4 que se manteve mais uniforme ao longo do preparo, Figura 13. Esta alta na resistência a penetração ainda fica muito a baixo do estabelecido por Sene et al. (1985).

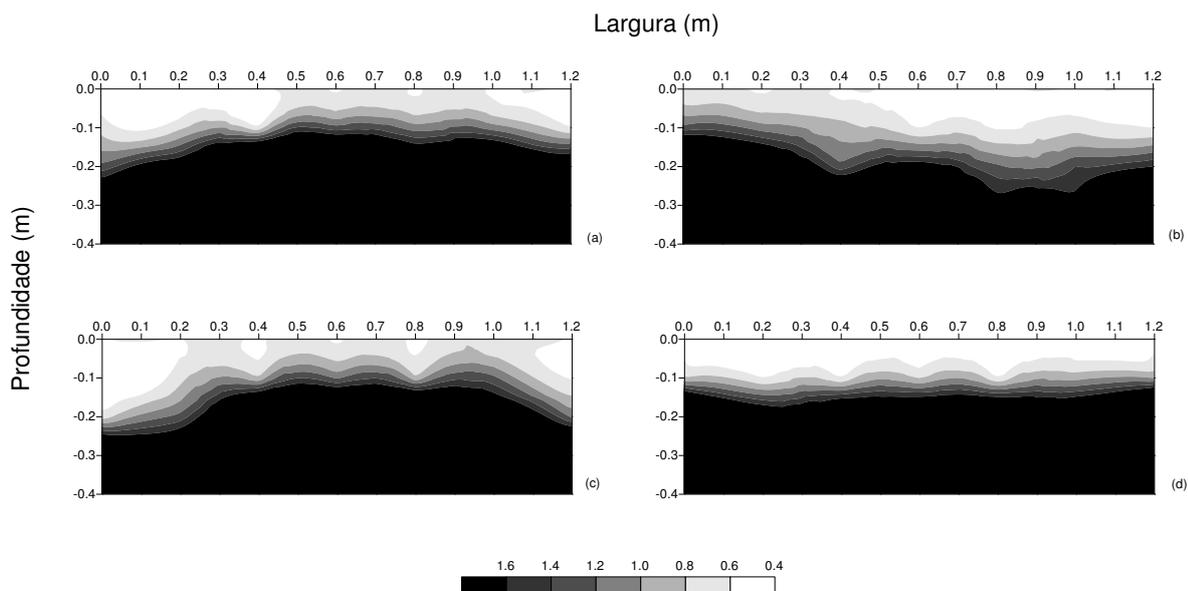


Figura 13 – Mapas de Krigagem da grade de discos para RP perfil (MPa) em função das lâminas de irrigação (a) L1; (b) L2; (c) L3 e (d) L4.

### b.3) Preparo do solo com arado escarificador, seguido de grade niveladora (SP<sub>3</sub>)

Os modelos geoestatísticos gerados o SP3 nas diferentes lâminas foram todos esféricos com avaliador de dependência espacial alto e de classe forte, Tabela 11. O alcance demonstra que os pontos de coletas das amostras poderiam ser realizados no dobro da distância para todas as lâminas estudadas nesse preparo de solo.

Tabela 11 – Dados do semivariograma para a resistência mecânica do solo à penetração (RP) nas camadas de solo avaliadas em função do preparo de solo com Escarificador + Niveladora e lâminas de irrigação

Lâminas	Modelo	Co	Co + C	a (m)	R <sup>2</sup>	SQR	ADE	Classe
L1	Esférico	0,010	6,20	0,45	0,38	64,0	0,99	Forte
L2	Esférico	0,230	8,89	0,43	0,28	136	0,97	Forte
L3	Esférico	0,001	2,88	0,50	0,49	10,0	0,99	Forte
L4	Esférico	0,001	1,77	0,43	0,30	5,68	0,99	Forte

Co = efeito pepita; Co + C = patamar; a = alcance; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; SQR = soma dos quadrados dos desvios; ADE = avaliador da dependência espacial

Na validação cruzada dos dados de preparo solo para o sistema SP3, Tabela 12, verifica-se que a lâmina L2 possui alta confiabilidade a resposta

amostral, indicando que este preparo tem uma maior uniformidade para lâmina de 75% da necessidade hídrica da cultura.

Tabela 12 – Dados da validação cruzada para a resistência mecânica à penetração do solo (RP) nas camadas de solo avaliadas em função do preparo do solo com Escarificador + Niveladora e lâminas de irrigação

LÂMINAS	Validação cruzada		
	R <sup>2</sup>	A	b
L1	0,88	-0,347	1,16
L2	0,94	-0,547	1,19
L3	0,80	-0,114	1,08
L4	0,77	-0,156	1,10

R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; A = intersecção; b = coeficiente angular

Para o preparo convencional do solo com escarificador e niveladora, a lâmina que teve menor resistência à penetração no solo no perfil estudado, foi a lâmina L3, Figura 14, sendo uma boa opção para o tipo de sistema de preparo do solo, pois o amendoim se forma dentro desta faixa de solo, trazendo uma melhor condição de desenvolvimento.

No decorrer do período de desenvolvimento da cultura a ação realizada pelas hastes foi reduzida, passando da profundidade média de 0,35 - 0,40 m para 0,15 – 0,25 em média, esta diminuição pode ser justificada principalmente por causa da textura do solo, devido a característica arenosa e pela irrigação facilitar o carreamento das partículas menores, ocorrendo em RP médias (Figura 14). Resultado superior foi encontrado por Almeida et al. (2008) em Neossolo Quartzarenico, onde perceberam um RP médio de 0,75 MPa, ou seja, muito abaixo do RP limite sugerido por Sene et al. (1985).

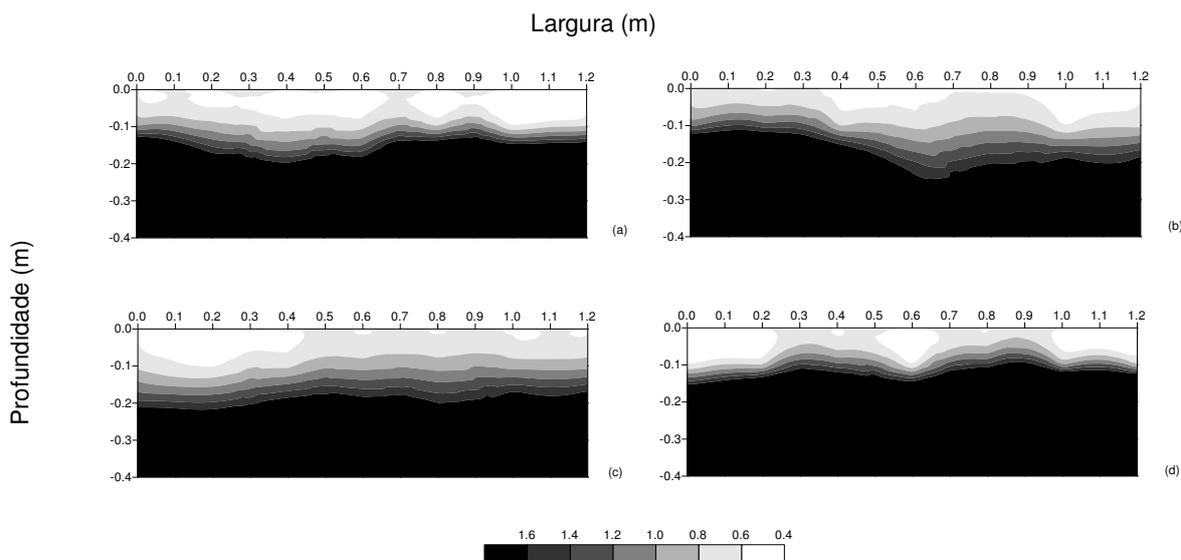


Figura 14 – Mapas de Krigagem do escarificador mais niveladora para RP perfil (MPa) em função das lâminas de irrigação (a) L1; (b) L2; (c) L3 e (d) L4.

#### b.4) Preparo do solo com arado escarificador seguido de grade aradora (SP<sub>4</sub>)

Nos modelos geoestatísticos gerados, Tabela 13, o SP3 nas diferentes lâminas foram todos esféricos com avaliador de dependência espacial alto e igual para todas as lâminas, sendo classificado de classe forte, o seu alcance demonstra que os pontos de coletas das amostras poderiam ser realizados em mais que o dobro da distância, para todas as lâminas estudadas nesse preparo de solo.

Tabela 13 – Dados do semivariograma para a resistência mecânica do solo à penetração (RP) nas camadas de solo avaliadas em função do preparo de solo com Escarificador + Grade Aradora e lâminas de irrigação

Lâminas	Modelo	Co	Co + C	a (m)	R <sup>2</sup>	SQR	ADE	Classe
L1	Esférico	0,010	10,20	0,42	0,29	188	0,99	Forte
L2	Esférico	0,010	7,27	0,43	0,28	110	0,99	Forte
L3	Esférico	0,001	2,54	0,43	0,35	10,8	0,99	Forte
L4	Esférico	0,001	1,30	0,45	0,45	1,81	0,99	Forte

Co = efeito pepita; Co + C = patamar; a = alcance; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; SQR = soma dos quadrados dos desvios; ADE = avaliador da dependência espacial

Dentre as lâminas estudadas as que tiveram melhor resultados associados ao sistema de preparo convencional do solo foi com 50 e 75% da

necessidade hídrica da cultura do amendoim, Tabela 14, com coeficiente de determinação alto diferentemente do que foi encontrado nas demais lâminas.

Tabela 14 – Dados da validação cruzada para a resistência mecânica à penetração do solo (RP) nas camadas de solo avaliadas em função do preparo do solo com Escarificador + Niveladora e lâminas de irrigação.

LÂMINAS	Validação cruzada		
	R <sup>2</sup>	A	b
L1	0,94	-0,559	1,17
L2	0,93	-0,442	1,17
L3	0,86	-0,291	1,14
L4	0,76	-0,093	1,06

R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; A = intersecção; b = coeficiente angular

Dentre as lâminas estudadas L1 e L2 tiveram maior uniformidade de resistência ou longo do perfil, em relação às demais lâminas estudadas, figura 15. No preparo de solo com escarificador e grade aradora, houve uma falta de uniformidade ao longo do perfil do solo, devido ao escarificador ter hastes rígidas que quebra a estrutura do solo. Em seguida, a grade fez um acabamento nas camadas de 0,00 – 0,25 m, mesmo assim não conseguiu manter uma uniformidade de resistência em todo o perfil durante o período que recebeu as lâminas de irrigação, este fato foi mais incisivo nas lâminas de 100 e 125% da necessidade hídrica da cultura.

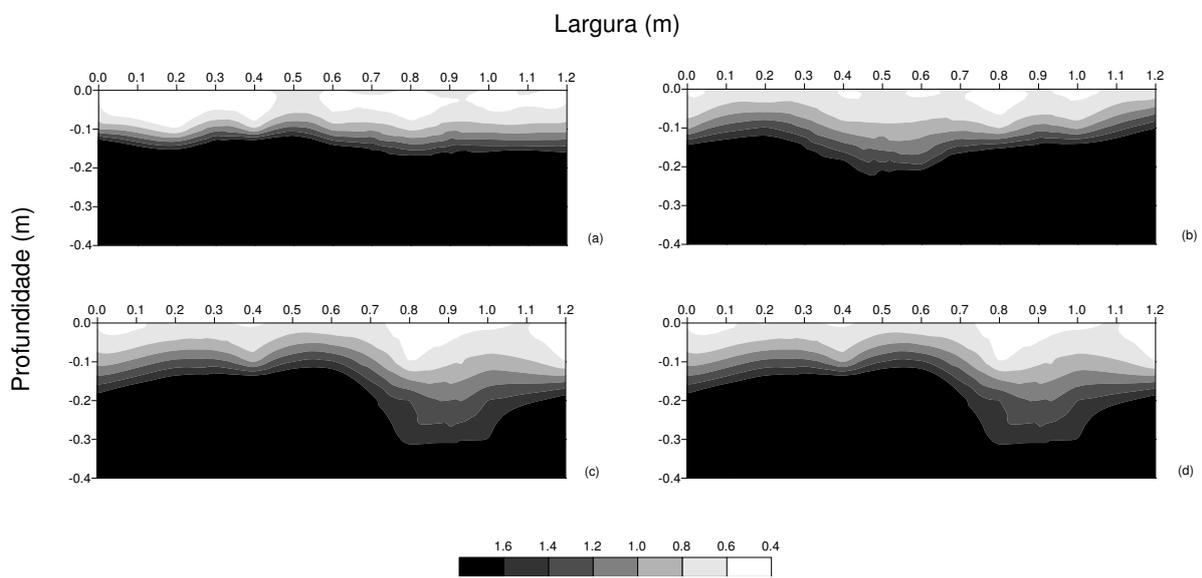


Figura 15 – Mapas de Krigagem do escarificador mais grade para RP perfil (MPa) em função das lâminas de irrigação (a) L1; (b) L2; (c) L3 e (d) L4.

c) Densidade e porosidade para preparos de solo no período que antecede a colheita

Na Figura 16, nota-se que não houve variação significativa na densidade do solo, mas é nítido o acréscimo da densidade com relação ao tipo de preparo de solo. Nos preparos SP1 e SP4 onde o revolvimento e a quebra dos agregados do solo são maiores, deixando o solo mais pulverizado, teve aumento da densidade no decorrer do período. Em contrapartida, os preparos SP2 e SP3 ao final do ciclo com 90 dias, apresentaram uma melhor condição de desenvolvimento para as raízes, e infiltração de água no solo.

Para os sistemas de preparo convencional de solo, a variação não foi relevante em relação a porosidade do solo, mas observa-se que tem a porosidade maior que os preparos SP2 e SP3, valendo ressaltar que, foram as parcelas em que o preparo teve menor interação da máquina (Figura 16).

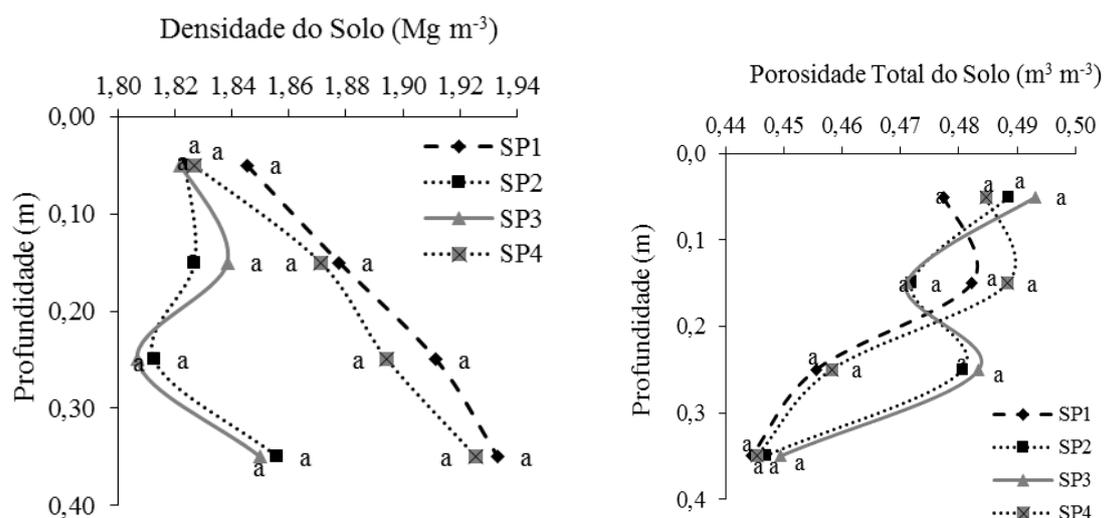


Figura 16 – Densidade e porosidade do solo em função do preparo do solo.

Na camada de 0,10 - 0,20 m de profundidade os preparos SP2 e SP3 que revolveram em menor profundidade o solo tiveram densidade menor e mais constante, Figura 12, ao contrário dos que foram revolvidos em camadas mais profundas, igualmente encontradas por Souza e Alves (2003) que na camada de 0,10 - 0,20 m, observaram cultivo mínimo com os menores valores médios para a densidade do solo.

#### d) Densidade e porosidade para lâminas de água antes da colheita

As lâminas de água não tiveram variação significativa entre si, os solos em que foram aplicados as maiores lâminas a L3 e L4, foram menos densos que as demais, provavelmente as partículas de solo não agregaram com maior firmeza, devido ao método de irrigação utilizado manter toda estrutura do solo com umidade, e em se tratando de uma micro aspersão as gotículas de água são menores evitando um maior desagregamento da partícula, Assim uma menor fração de areia é transportada para os espaços porosos e venha adensar a fração de solo em camadas mais profundas (Figura 17).

A porosidade do solo não sofreu interferência expressiva entre as lâminas estudadas, mas em solos em que foram aplicados a lâmina L1 tiveram a maior porosidade, Figura 17. Por ter sido aplicado menores quantidades de água ocorreu menor carreamento das partículas.

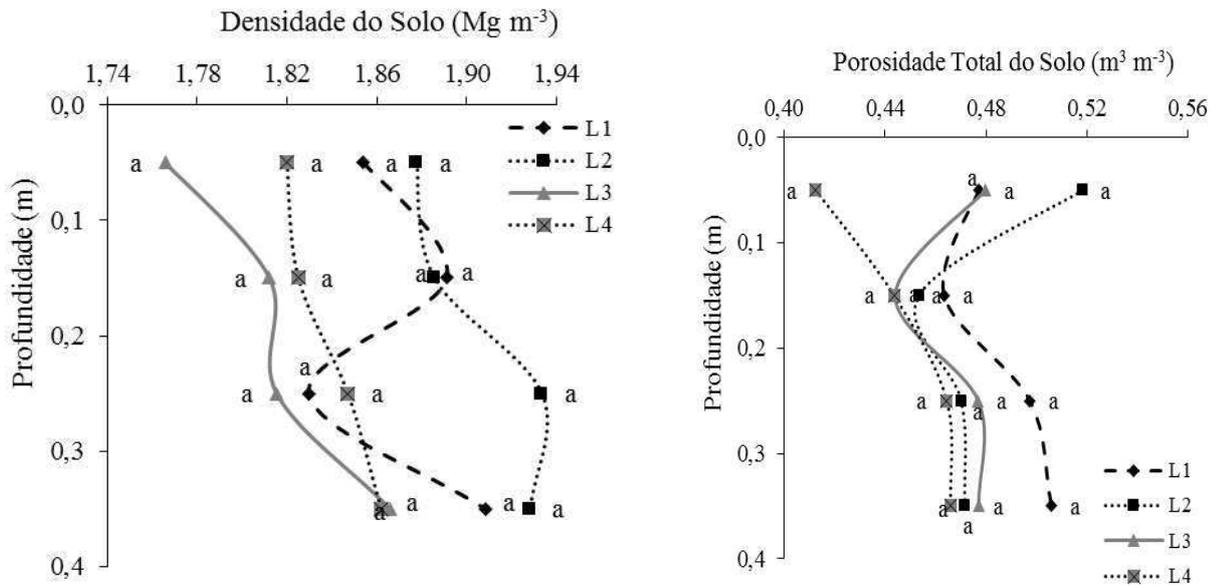


Figura 177 – Densidade e porosidade do solo em função das lâminas de irrigação

Segundo Reinert et al. (2003), a densidade e a porosidade dos solos têm sido objeto de estudo, sendo utilizadas na avaliação da qualidade estrutural dos solos, por se tratarem de propriedades do solo de fácil determinação e que recebem pequena influência do teor de água no momento da coleta da amostra de solo.

### 3.4 Desempenho do conjunto mecanizado

#### a) Profundidade efetiva

Os implementos tiveram uma profundidade efetiva muito próximo da capacidade máxima de trabalho dos equipamentos, Figura 18, este fato ocorreu devido ao solo ser arenoso e estar no ponto de friabilidade ideal para mecanização.

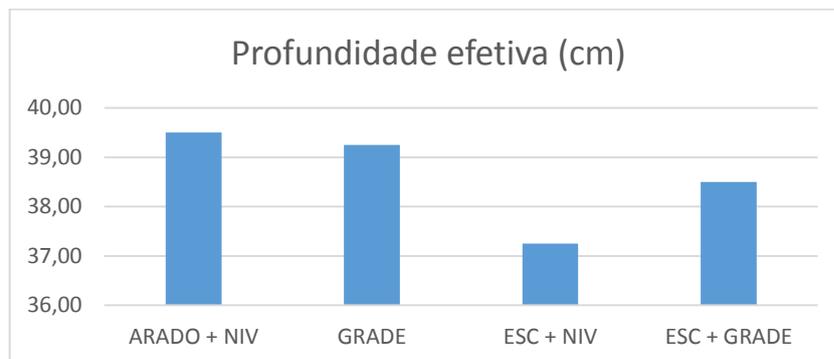


Figura 18 – Profundidade do solo e função dos sistemas de preparo

## b) Velocidade teórica e efetiva de trabalho

A variação da velocidade entre a teórica e efetiva determinam o quanto o implemento exige de esforço da máquina tracionadora, na Figura 19. Constatase, pois que o ESC + GRADE e ESC + NIV, ARADO + NIV respectivamente apresentaram as maiores variações entre as velocidades teóricas e efetivas, variando de 5,87, 5,01 e 4,54  $\text{km.h}^{-1}$  implicando menor capacidade de campo efetiva pelos conjuntos, enquanto que a GRADE apresenta uma variação de 0,70  $\text{km.h}^{-1}$ .

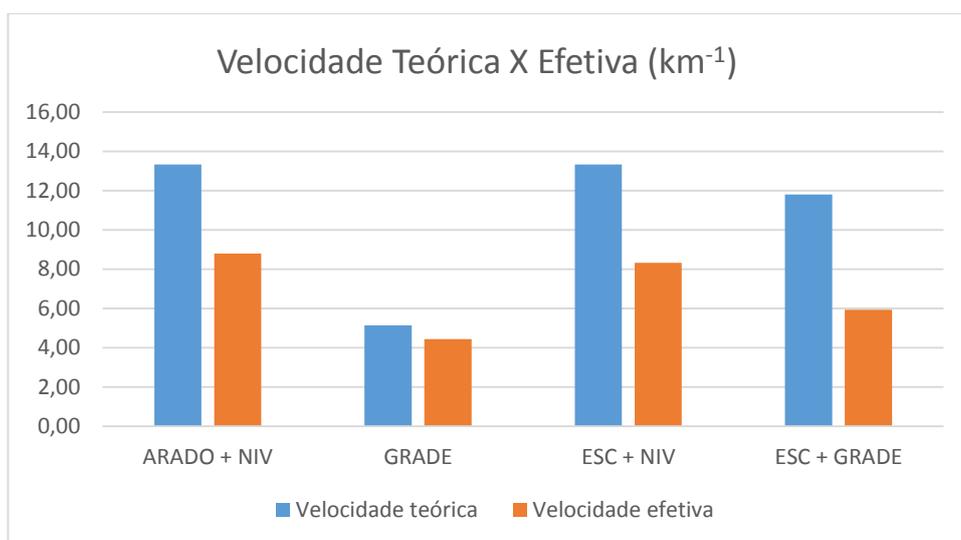


Figura 19 – Gráfico das velocidades teóricas e efetivas para os sistemas de preparo do solo.

## c) Capacidade de campo teórica, efetiva e operacional

Teoricamente o conjunto tem uma capacidade de campo teórica que seria ideal, mas o conjunto não possui a carga de trabalho nominal durante todo o tempo de trabalho (Figura 20). Vê-se que todos os implementos têm redução entre a capacidade teórica e efetiva, sendo mais notável para o escarificados, por ter que rasgar o solo com cinco hastes o que exige quase que toda reserva de força do trator.

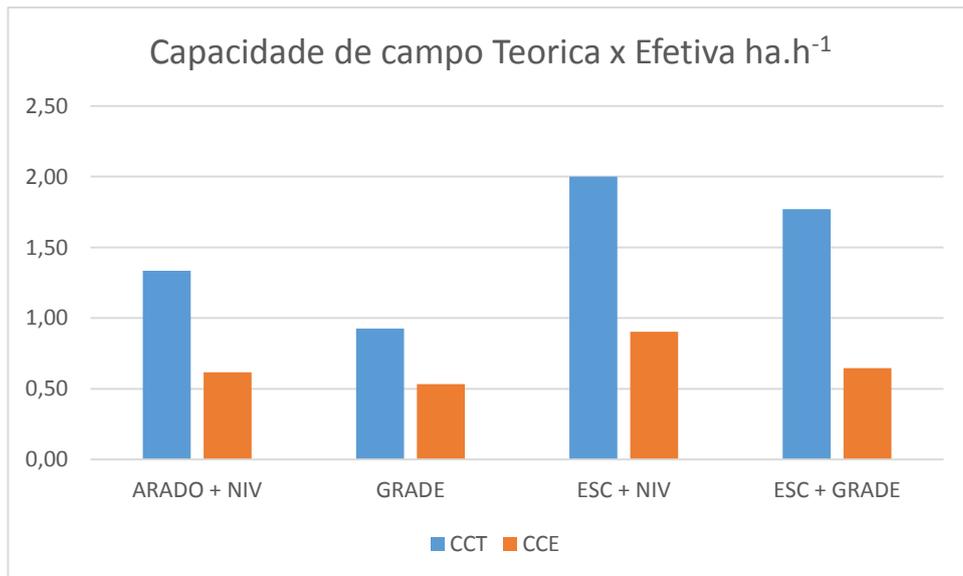


Figura 20 – Comparação das capacidades de campo teórico e efetivo do conjunto mecanizado aplicado no sistema de preparo convencional do solo

#### d) Rendimento de campo teórico

Na Figura 21, nota-se que os melhores rendimentos foram obtidos pela grade aradora com resultado em torno de 59%, pelo ARADO + NIV e ESC + NIV com 45% e pelo ESC + GRAD com 55%, isso para preparos únicos como no caso da grade aradora e para as demais associações de preparos, levando em consideração, a soma dos preparos primários e secundários, a grade niveladora e a grade aradora sobre o arado e escarificador. Segundo Mialhe 1974, para o alcance dos resultados foi considerado uma eficiência de 70% do conjunto mecanizado.

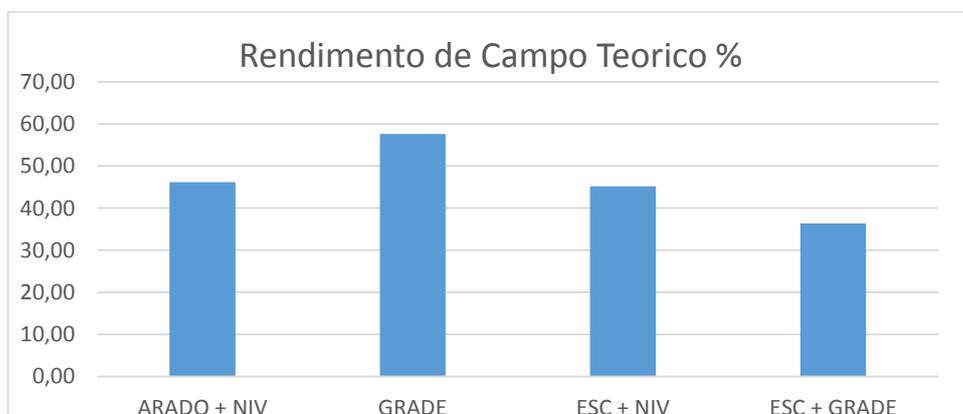


Figura 218 – Rendimento do conjunto mecanizado em campo.

#### **4 Conclusão**

As lâminas de 100 e 125% ETc são indicadas por possibilitar menos impactos no solo ao utilizar o arado;

Utilizando a grade aradora, a lâmina de irrigação sugerida é a de 125% ETc pela maior uniformidade na resistência do solo;

O preparo convencional do solo com escarificador e niveladora, a lâmina que teve menor resistência a penetração no solo foi a L3, 100% ETc;

Para densidade de porosidade do solo, o SP2 teve o melhor rendimento de campo para o sistema mecanizado;

O arado e a grade possibilitaram maior profundidade efetiva;

A grade aradora teve o melhor rendimento de campo para o sistema mecanizado.

## 5 Referências bibliográficas

ABREU, S.L.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em Argissolo franco-arenoso sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.519-531, 2004.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998.

ARSHAD, M.A.; LOWERY, B. & GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W. & JONES, A.J., eds. Methods for assessing soil quality. Madison, **Soil Science Society of America**. 1996. p. 123-141 (SSSA Special publication 49).

BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento exploratório – reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. Recife: SUDENE, 1973. 354 p (SUDENE. Boletim técnico nº 26).

CAMARGO, E.C.G. Desenvolvimento, implementação e teste de procedimentos geoestatísticos (krigeagem) no sistema de processamento de informações georreferenciadas (Spring). São José dos Campos, 1997. 123p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

CFSEMG – Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 4ª aproximação, Lavras: 1989.

CORTEZ, J. W.; ALVES, A. D. S.; MOURA, R. D.; OLSZEWSKI, N.; NAGAHAMA, H. J. Atributos físicos do Argissolo amarelo do semiárido nordestino sob sistemas de preparo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo Viçosa**, v. 35, n. 4, p. 1207-1216, 2011.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro: 1997. 212p.

KLEIN, V.A. Densidade do solo em área com plantio direto submetido a diferentes manejos. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, 1996. Águas de Lindóia. Resumos Expandidos. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996.

LANDIM, P. M. B. Análise estatística de dados geológicos. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998. 226p. (Ciência e tecnologia).

MIALHE, L. G. Manual de mecanização agrícola. São Paulo, Editora Agrônômica Ceres LTDA, 1974. 301p.

MIALHE, L. G. Máquinas agrícolas: ensaios e certificações. Piracicaba: FEALQ.

REINERT, D. J.; ALBUQUERQUE, J. A.; REICHERT, J. M.; AITA, C.; ANDRADA, M.M. C. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em argissolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p.1805-1816, 2008.

SENE, M.; VEPRASKAS, M. J.; NADERMAN, G. C.; DENTON, H. P. Relationship of soil texture and structure to corn yield response to subsoiling. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 49, n. 2, p. 422-427, 1985.

SILVA, I.F. & MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. **R. Bras. Ci. Solo**, 21:313- 319, 1997.

SOUZA, Z. M. E ALVES, M. C. Propriedades físicas e teor de matéria orgânica em um Latossolo Vermelho de cerrado sob diferentes usos e manejos. **Acta Scientiarum: Agronomy**. Maringá, v. 25, n. 1, p. 27-34, 2003.

SOUZA, Z. M.; ALVES, M. C. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 07, n. 01, p. 18-23, 2003.

STOLF, R. Fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em força/unidade de área. In: congresso brasileiro de engenharia agrícola 19, 1990, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1990. Vol. II, p. 823-37.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação de dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 229-235, 1991.

STOLF, R.; FERNANDES, J.; FURLANI NETO, V. Penetrômetro de impacto – modelo IAA/Planalsucar – STOLF. **STAB**, Piracicaba, v1, n.3, p.18-23, 1983.