

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MARINA SENGER

ARRANJO E POPULAÇÕES DE PLANTAS E SUA INFLUÊNCIA EM
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NA PRODUTIVIDADE DE TRIGO E
CEVADA

PONTA GROSSA

2013

MARINA SENGER

ARRANJO E POPULAÇÕES DE PLANTAS E SUA INFLUÊNCIA EM
CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NA PRODUTIVIDADE DE TRIGO E
CEVADA

Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação de Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa como requisito a obtenção ao título de Mestre.

Orientador: Professor Dr. Jeferson Zagonel

PONTA GROSSA

2013

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

S474 Senger, Marina
Arranjo e populações de plantas e sua influência em características agronômicas e na produtividade de trigo e cevada/ Marina Senger. Ponta Grossa, 2013. 73f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia - Área de Concentração: Agricultura), Universidade Estadual de Ponta Grossa. Orientador: Prof. Dr. Jeferson Zagonel.

1.Triticum aestivum. 2.Hordeum vulgare. 3.Plantio direto. 4.Espaçamento pareado. I.Zagonel, Jeferson. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em Agronomia. III. T.

CDD: 631.53



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação: “Arranjo e populações de plantas e sua influência em características agrônômicas e na produtividade de trigo e cevada”.

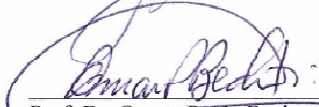
Nome: Marina Senger

Orientador: Jeferson Zagonel

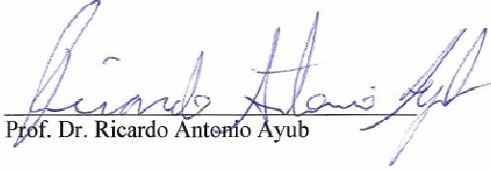
Aprovado pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Jeferson Zagonel



Prof. Dr. Osmar Paulo Beckert



Prof. Dr. Ricardo Antonio Ayub

Data da Realização: 22 de julho de 2013.

Dedico a Deus, por estar presente em minha vida me iluminando em todos os
momentos.

AGRADECIMENTOS

A toda a minha família, em especial meus pais pelo apoio em todos os momentos da minha vida.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa. A Fazenda Escola e seus funcionários por tornar isso possível, sempre pronto ao atendimento imediato.

Ao meu orientador Prof. Dr. Jeferson Zagonel pela excelente orientação ao longo desse trabalho, dedicação, paciência, ensinamentos e pela grande amizade. Por acreditar em mim desde o período da graduação, me ajudando a crescer cada vez mais.

Agradeço em especial ao Allan Christian de Souza com quem dividi as angústias e a alegria durante esses dois anos, pela amizade, companheirismo e ajuda durante todo o trabalho.

A Jennifer Caroll Valdivia, Emilyn Camila de Almeida, Juana Ponte Carrera e Henrique Bonin pela ajuda na execução do trabalho em campo.

A Raquel Modena, Renato Zardo Filho, Sergio Celito Bonamigo, Eloir Moresco e Jose Mario Luckmann pela ajuda em algumas das etapas do trabalho.

A todos aqueles que de alguma forma participaram na condução e realização deste trabalho.

RESUMO

O arranjo de plantas em espaçamento pareado é uma das práticas de manejo que está sendo utilizada em algumas culturas e tem resultado em aumento de produtividade. Com o objetivo de avaliar arranjos e densidades de plantas em características agronômicas, componentes de produção e produtividade de duas cultivares de trigo e de cevada, realizaram-se quatro experimentos, diferindo pela cultura e cultivar, no município de Ponta Grossa, PR, no ano de 2012. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x4 com quatro repetições. Os tratamentos constaram de dois arranjos de plantas (espaçamento simples e pareado) e quatro densidades de plantas (45, 60, 75 e 90 plantas.m⁻¹). Os tratamentos foram aplicados em duas cultivares de trigo (BRS-Tangará e Marfim) e em duas de cevada (BRS-Câue e MN-743). O aumento da densidade de plantas reduziu o número de perfilhos, o diâmetro do caule e o número de espiguetas por espiga no trigo e na cevada, promoveu aumento da altura apenas na cultivar BRS-Câue e menor massa de mil grãos nas cultivares Marfim e BRS-Tangará. Nas duas cultivares de trigo o espaçamento pareado promoveu menor número de espiga por metro quadrado, maior massa de mil grãos e menor produtividade. Nas duas cultivares de cevada no espaçamento pareado ocorreu menor número de espigas por metro quadrado. Na cultivar BRS-Câue o espaçamento pareado aumentou a produtividade e para MN-743 o espaçamento pareado promoveu maior produtividade na densidade de 90 plantas por metro.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*; *Hordeum vulgare*; plantio direto; espaçamento pareado

ABSTRACT

The arrangement of plants spaced paired is one of the management practices being used in some cultures and has resulted in increased yield. Aiming to evaluate the arrangements and plant density on agronomic characteristics, yield components and yield of two cultivars of wheat and barley, there were four experiments, differing in culture and farming in the city of Ponta Grossa, PR, 2012. The experimental design used in was randomized blocks in a 2x4 factorial design with four replications. The treatments consisted of two plant arrangements (single spaced and paired) and four plant densities (45, 60, 75 and 90 plants m⁻¹). Treatments were applied in two wheat cultivars (BRS-Tangará and Marfim) and two barley (BRS-Cauê and MN-743). Increasing plant density reduced the number of tillers, stem diameter and number of spikelets per spike in wheat and barley, promoted height increase only in BRS-Cauê and lower thousand grain weight in cultivars BRS-Tangará e Marfim. In both wheat cultivars spacing paired promoted fewer spikes per square meter, higher thousand grain weight and lower yield. In the two barley cultivars in the spacing paired occurred fewer spikes per square meter. On BRS-Cauê spacing paired increased yield and MN-743 paired spacing higher yields in the density of 90 plants per meter.

Keywords: *Triticum aestivum*, *Hordeum vulgare*; tillage; spacing paired

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Comprimento 1º ao 2º entrenós (cm) na cultivar de trigo Marfim em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.34
- Figura 2- Comprimento 3º ao 4º entrenós (cm) na cultivar de trigo Marfim em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.34
- Figura 3 - Número de perfilhos na cultivar de trigo Marfim em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012. 36
- Figura 4 - Número de perfilhos na cultivar de trigo BRS-Tangará em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012. 36
- Figura 5 - Número de folhas por planta na cultivar de trigo Marfim em diferentes densidades de plantas para o espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012. 38
- Figura 6 - Número de folhas por planta na cultivar de trigo BRS-Tangará em diferentes densidades de plantas para o espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012. 38
- Figura 7 - Diâmetro do colmo da cultivar de trigo Marfim em diferentes densidades de plantas para o espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012. 41
- Figura 8 - Diâmetro do colmo da cultivar na cultivar de trigo BRS-Tangará em diferentes densidades de plantas para o espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012. 42
- Figura 9 - Espigas/m² na cultivar de trigo Marfim em diferentes densidades de plantas para o espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012. 43
- Figura 10 - Espigas/m² na cultivar de trigo BRS-Tangará em diferentes densidades de plantas para o espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012. 44
- Figura 11 - Grãos por espiguetas na cultivar de trigo Marfim em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012. 46
- Figura 12 - Espiguetas/espiga na cultivar de trigo Marfim em diferentes densidades de plantas para o espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012. 46
- Figura 13 - Espiguetas/espiga na cultivar de trigo BRS-Tangará em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012. 47
- Figura 14 - Massa 1000 grãos na cultivar de trigo Marfim em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012. 49
- Figura 15 - Massa 1000 grãos na cultivar de trigo BRS-Tangará em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012. 50
- Figura 16 – Altura na cultivar de cevada BRS-Cauê em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012. 52
- Figura 17 – Número de perfilhos por planta na cultivar de cevada MN-743 em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.54

Figura 18 - Número de perfilhos por planta na cultivar de cevada BRS-Cauê em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.55

Figura 19 - Diâmetro do colmo da cultivar de cevada BRS-Cauê em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012. 58

Figura 20 – Espigas por metro quadrado na cultivar de cevada MN-743 em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.59

Figura 21 - Espigas por metro quadrado na cultivar de cevada BRS-Cauê em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.60

Figura 22 – Espiguetas por espiga na cultivar de cevada MN-743 em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012. 61

Figura 23 - Espiguetas por espiga na cultivar de cevada BRS-Cauê em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012. 62

Figura 24 - Produtividade para a cultivar de cevada MN-743 em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012. 64

Figura 25 - Produtividade para a cultivar de cevada BRS-Cauê em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012. 65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Temperatura e precipitação durante o experimento no ano de 2012. Ponta Grossa - PR.....	28
Tabela 2 - Altura de plantas das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função de espaçamentos entre fileiras e de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.	29
Tabela 3 - Altura de plantas das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função da densidade de plantas e da média dos dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.	29
Tabela 4 - Comprimentos do 1º ao 2º, 2ºao 3ºe 3ºao 4ºentrenós das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função de espaçamentos entre fileiras edas quatro populações. Ponta Grossa, PR, 2012.	30
Tabela 5 - Comprimentos do 1º ao 2º, 2ºao 3ºe 3ºao 4ºentrenós das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função da densidade de plantas (média do espaçamento simples e pareado). Ponta Grossa, PR, 2012.	33
Tabela 6 - Número de perfilhos das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função de espaçamentos entre fileiras e de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.	32
Tabela 7 - Número de folhas por planta das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função de espaçamentos entre fileiras e das quatro populações. Ponta Grossa, PR, 2012.	37
Tabela 8 - Comprimentos da folha bandeira (FB), folha bandeira -1 (FB-1) e folha bandeira -2 (FB-2) das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função de espaçamentos entre fileiras e das quatro populações. Ponta Grossa, PR, 2012.	36
Tabela 9 - Comprimentos da folha bandeira (FB), folha bandeira - 1 (FB-1) e folha bandeira - 2 (FB-2) das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função da densidade de plantas e de dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.	37
Tabela 10 - Diâmetro do colmo das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função de espaçamentos entre fileiras e das quatro populações. Ponta Grossa, PR, 2012.	38
Tabela 11 - Espigas por metro quadrado nas cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função de espaçamentos entre fileiras e das quatro populações. Ponta Grossa, PR, 2012.	40
Tabela 12 - Grãos por espiguetas e espiguetas por espiga nas cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função de espaçamentos entre fileiras e das quatro populações. Ponta Grossa, PR, 2012.	45
Tabela 13 – Grãos por espiguetas e espiguetas por espiga para cultivar de trigo BRS-Tangará em função da densidade de plantas e de dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.....	45
Tabela 14 - Massa de mil grãos, produtividade e índice de colheita nas cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função de espaçamentos entre fileiras e das quatro populações. Ponta Grossa, PR, 2012.....	45

Tabela 15 - Massa de mil grãos, produtividade e índice de colheita nas cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função da densidade de plantas e de dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.	49
Tabela 16 - Altura de plantas das cultivares de cevada MN-743 e BRS-Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.	48
Tabela 17 - Altura de plantas das cultivares de cevada MN-743 e BRS-Cauê em função da densidade de plantas e da média dos dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.	48
Tabela 18 - Comprimentos do 1º ao 2º, 2º ao 3º e 3º ao 4º entrenós das cultivares de cevada MN-743 e BRS-Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e das quatro populações. Ponta Grossa, PR, 2012.	50
Tabela 19 - Comprimentos do 1º ao 2º, 2º ao 3º e 3º ao 4º entrenós das cultivares de cevada MN-743 e BRS-Cauê em função da densidade de plantas e de dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.	50
Tabela 20 - Número de perfilhos das cultivares de cevada MN-743 e BRS-Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.	54
Tabela 21 - Número de folhas por planta das cultivares de cevada MN-743 e BRS - Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e das quatro populações. Ponta Grossa, PR, 2012.	552
Tabela 22 - Número de folhas por planta das cultivares de cevada MN-743 e BRS - Cauê em função da densidade de plantas e da média dos dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.	55
Tabela 23 - Comprimentos da folha bandeira (FB), folha bandeira -1 (FB-1) e folha bandeira - 2 (FB-2) das cultivares de cevada MN-743 e BRS - Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e das quatro populações. Ponta Grossa, PR, 2012.	53
Tabela 24 - Comprimentos da folha bandeira (FB), folha bandeira - 1 (FB-1) e folha bandeira - 2 (FB-2) das cultivares de cevada MN-743 e BRS - Cauê em função da densidade de plantas e de dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.	54
Tabela 25 - Diâmetro do colmo das cultivares de cevada MN-743 e BRS - Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e das quatro populações. Ponta Grossa, PR, 2012.	54
Tabela 26 - Diâmetro das cultivares de cevada MN-743 e BRS - Cauê em função da densidade de plantas e de dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.	55
Tabela 27 - Espigas por metro quadrado nas cultivares de cevada MN-743 e BRS - Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e das quatro populações. Ponta Grossa, PR, 2012.	56
Tabela 28 - Grãos por espiga, grãos por espiguetas e espiguetas por espiga nas cultivares de cevada MN-743 e BRS - Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e das quatro populações. Ponta Grossa, PR, 2012.	58
Tabela 29 - Massa de mil grãos (MMG), produtividade e índice de colheita (IC) nas cultivares de cevada MN-743 e BRS - Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e das quatro populações. Ponta Grossa, PR, 2012.	60

Tabela 30 - Massa de mil grãos (MMG), produtividade e índice de colheita nas cultivares de cevada MN-743 e BRS - Cauê em função da densidade de plantas e de dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.	61
---	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVO	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 A cultura do trigo	17
3.1.1 Aspectos gerais da cultura de trigo	17
3.1.2 Produção de trigo	18
3.2 A Cultura da Cevada	18
3.2.1 Aspectos gerais da cultura da cevada.....	19
3.2.2 Produção de cevada.....	19
3.3 Características do cultivos de trigo e de cevada	20
3.3.1 Arranjo de plantas	20
3.3.2 Acamamento	22
3.3.3 Densidade de plantas.....	23
4 MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 Localização dos experimentos	26
4.2 Delineamento experimental.....	26
4.3 Tratamentos	26
4.4 Descrição das cultivares	27
4.4.1 Trigo	27
4.3.2 Cevada	27
4.4 Tratos culturais	28
4.4.1 Trigo	28
4.4.2 Cevada	29
4.6 Avaliações	29
4.7 Análise estatística.....	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 Cultura do Trigo.....	31
5.2 Cultura da Cevada.....	50
CONCLUSÕES	66
REFERÊNCIAS	67

INTRODUÇÃO

O interesse em maximizar a produtividade das culturas agrícolas tem estimulado o uso de um manejo intensivo, que integra a adoção de práticas como semeadura na época recomendada, dose de fertilizante e momento de aplicações adequadas, controle de doenças, de pragas, diminuição do acamamento de plantas, arranjo e população de plantas (RODRIGUES et al., 2003).

O arranjo de plantas pode ser modificado pela variação da densidade de plantas e pelo espaçamento entre fileiras e entre as plantas dentro da fileira, alterando a área e a forma da área disponível para cada planta, o que se reflete numa competição intra-específica diferenciada por nutrientes, radiação solar e água.

A interceptação da radiação solar fotossinteticamente ativa exerce grande influência na produtividade das culturas, quando outros fatores ambientais são favoráveis (BRACHTVOGEL, 2008). Uma das formas de se aumentar a interceptação de radiação e, conseqüentemente, a produtividade de grãos é através da escolha adequada do arranjo de plantas.

Teoricamente, o melhor arranjo de plantas é aquele que proporciona distribuição mais uniforme de plantas por área, possibilitando melhor utilização de luz, água e nutrientes (ARGENTA et al., 2001). Há diminuição do alongamento do colmo quando ocorre aumento da disponibilidade de luz no interior do dossel de plantas o que resulta em menor acamamento nos cereais de inverno com cevada e trigo (CARVALHO, 1982). O acamamento pode causar a ruptura dos tecidos, o que interrompe a vascularização do colmo e impede a recuperação da planta, diminuindo assim a produtividade e a qualidade dos grãos (GOMES et al., 2010; ZANATTA; OERLECKE, 1991).

O espaçamento pareado é uma modificação no arranjo de plantas convencional. Nessa configuração, a cada três fileiras plantadas deixa uma sem plantar, totalizando em uma redução de 33% no número de linhas. Essa modificação pode permitir uma melhor utilização da água pelas plantas, devido à menor competição interespecífica e conseqüentemente uma maior reserva de água para períodos críticos. Permite também maior penetração de radiação solar no interior do dossel, uma maior circulação de ar e também melhora a qualidade da aplicação de defensivos, principalmente os fungicidas (MOHLER 2001; WEINER ET AL. 2001; KORRES E FROUD-WILLIAMS, 2002).

Na cultura da cevada foi observado que o espaçamento pareado causa uma redução da estatura de plantas, aumento do rendimento e do peso de grãos (TEIXEIRA; RODRIGUES,

2003), mas não foi estudada a resposta em diferentes populações. Já para o trigo não há estudos da viabilidade desse arranjo de plantas. Existem algumas pesquisas na literatura com o espaçamento pareado para culturas como algodão, sorgo e milho, sendo necessário estudar o efeito desse arranjo em diferentes populações nas características agronômicas e na produtividade das culturas de trigo e cevada.

Tanto para trigo como para a cevada há uma densidade de plantas ideal definida pela pesquisa, mesmo tendo essas culturas a capacidade perfilhar e assim de ajustar o número de colmos viáveis à densidade utilizada. No entanto, no espaçamento pareado não há uma recomendação de aumento ou redução da densidade, mas há redução do número de sementes por área, sendo necessária a verificação se há necessidade de ajuste da densidade de sementes na linha quando do seu uso.

2 OBJETIVO

Determinar se o arranjo de plantas em fileiras pareadas afeta o desenvolvimento, características agronômicas, componentes de produção e produtividade de cultivares de trigo e cevada em comparação ao arranjo de fileiras simples;

Determinar se diferentes densidades de plantas afetam o desenvolvimento, características agronômicas, componentes de produção e produtividade de cultivares de trigo e cevada semeadas em fileiras simples e pareadas;

Verificar se há uma combinação adequada dos arranjos de plantas e das diferentes populações nas características agronômicas e na produtividade de cultivares de trigo e de cevada.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A cultura do trigo

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é um cereal amplamente cultivado em países de clima temperado e em regiões frias de países tropicais, sendo fonte fundamental de alimento para bilhões de indivíduos em todo o mundo (FAO, 2007).

3.1.1 Aspectos gerais da cultura de trigo

O trigo é um cereal pertencente à ordem das Poales, família Poaceae e ao gênero *Triticum*, o qual compreende aproximadamente 24 espécies (*T. monococcum*, *T. dicoccum*, *T. durum*, *T. aestivum*, etc.) que são provenientes de diferentes genitores, com diferentes números de cromossomos, das quais as mais extensivamente cultivadas são *Triticum aestivum* e *Triticum durum* (CAMARGO et al., 1995).

O trigo comum utilizado para panificação, pertencente à espécie *Triticum aestivum* L., apresenta um alotetraplóide com três genomas básicos, A, B e D, cada um deles representado por sete pares de cromossomos. Os fatores genéticos responsáveis pela qualidade de panificação estão nos cromossomos do genoma D. O *Triticum durum* L., denominado de trigo macarroneiro, apresenta apenas os genomas A e B, não possuindo qualidades para a panificação (CARVALHO, 1982).

O clima tem profundo impacto na produção de trigo e ajuda a explicar porque diferentes partes do mundo produzem trigos com melhor qualidade. Na região sul do Brasil, os principais problemas são o excesso de umidade relativa do ar em setembro-outubro, as temperaturas elevadas na fase de enchimento de grãos, o granizo, a ocorrência de geadas na fase de espigamento e as chuvas na colheita (FRANCESCHI et al., 2009).

A elevada precipitação pluvial no final do ciclo do trigo promove decréscimo no enchimento do grão, diminuindo o peso de mil grãos, aumento da intensidade de doenças da atividade enzimática, a qual é apontada como a principal causa da redução das características qualitativas da farinha devido às alterações que causa no amido e nas proteínas (HIRANO, 1976).

3.1.2 Produção de trigo

No Brasil, o trigo é de grande importância, havendo uma demanda crescente da população brasileira por derivados desse cereal como pão, cereal e biscoitos. Dentre os cereais é o segundo em área cultivada no mundo, além de ser uma das principais bases da alimentação de humanos e de animais (SEAB, 2013). No entanto, a falta de incentivo à produção, as baixas produtividades e a qualidade inferior são fatores que estão diretamente relacionados ao déficit anual na produção brasileira (CARNEIRO, 2005), sendo o grande desafio para a cultura no Brasil e sair da condição de importador e levá-lo a auto-suficiência (SMANHOTTO et al., 2006).

A produção mundial de trigo é estimada em aproximadamente 696,433 milhões de toneladas, sendo os maiores produtores mundiais a China, a Índia, os EUA, a Rússia e a França. A área cultivada no Brasil é de aproximadamente 2.166,2 mil hectares. (CONAB, 2012).

O Brasil tem em torno de 47 milhões de hectares destinados à agricultura, dos quais cerca de 4% são utilizados para a cultura do trigo (SOBER, 2010). Essa área é insuficiente para suprir a demanda interna, isso explica porque metade do consumo interno deste grão é importado.

O cultivo do trigo, por ser realizado durante os meses de inverno representa uma oportunidade aos agricultores do sul do Brasil de diluir os custos fixos do seu sistema produtivo na propriedade, por auxiliar no controle da erosão e favorecer o plantio direto, devido à quantidade de palha que fica no solo após a colheita (SCHUCH et al., 2000). Por isso existe o interesse em maximizar a produtividade de trigo, estimulando o uso de um manejo intensivo nessa cultura. O manejo integra a adoção de determinadas práticas visto que a produção final da cultura do trigo é definida em função da cultivar, da quantidade de insumos utilizada e das técnicas de manejo empregadas (ZAGONEL et al., 2002).

3.2 A Cultura da Cevada

A cevada é um cereal de inverno que ocupa a quinta posição em ordem de importância econômica no mundo. O grão é utilizado principalmente na industrialização de bebidas

(cerveja e destilados). A cevada é ainda empregada em alimentação animal como forragem verde e na fabricação de ração. No Brasil, a malteação é o principal uso econômico da cevada, já que o país produz apenas 30% da demanda da indústria cervejeira. A produção brasileira de cevada está concentrada na Região Sul, com registros de cultivo também nos estados de Goiás, Minas Gerais e São Paulo (EMBRAPA, 2012).

A evolução verificada na produção nacional através dos anos pode ser atribuída a vários fatores, entre os quais o uso de cultivares mais produtivas e a adoção do plantio direto. As cultivares indicadas para o mercado são mais produtivas, com melhor qualidade de grãos, maior resistência a doenças e em qualidade de malte.

3.2.1 Aspectos gerais da cultura da cevada

O gênero *Hordeum* L. pertence à família das poaceas que, por sua vez, compreende 32 espécies das quais a *Hordeum vulgare* L. é a mais importante economicamente (SILVA et al., 2007).

As exigências da cevada em relação ao clima são bastante semelhantes às do trigo, embora ela seja mais resistente às doenças, principalmente na fase de florescimento à maturação. O melhor crescimento para a cevada é obtido com temperaturas em torno de 20°C, havendo decréscimo a temperaturas superiores

3.2.2 Produção de cevada

A área colhida de cevada no mundo variou, nas últimas quatro décadas, de 84,0 (safra 1979/1980) a 50,4 (safra 2011/2012) milhões de hectares.

O comércio internacional de cevada é de aproximadamente 16,0 milhões de toneladas e os principais países exportadores são Ucrânia (26,3% do mercado de exportação), Austrália (22,0%), União Européia (17,7%), Rússia (11,1%) e Argentina (7,1%), os quais detêm aproximadamente 70% do mercado mundial de cevada. Por sua vez, os maiores importadores mundiais são Arábia Saudita (42,6%), China (9,9%), Japão (8,0%), Irã (4,7%) e Síria (3,4%) (EMBRAPA, 2012).

A área cultivada no Brasil fica em torno de 84,4 mil hectares. Os estados no sul apresentam uma área de 51,2; 34,0; e 3,0 mil hectares no Paraná, Rio Grande do Sul e Santa

Catarina respectivamente, com uma produção em média de 305,1 mil toneladas e uma produtividade de 3.451 kg/ha (CONAB, 2012).

3.3 Características dos cultivos de trigo e de cevada

3.3.1 Arranjo de plantas

A manipulação do arranjo de plantas, pela alteração no espaçamento entre linhas, densidade de plantas ou distribuição na linha é uma das práticas de manejo mais importantes para otimizar a produtividade das culturas (SILVA et al., 2006), afetando a radiação fotossinteticamente ativa interceptada sendo um dos principais determinantes da produtividade (OTTMAN ; WELCH, 1989). O espaçamento ideal de uma cultura depende da disponibilidade de água no solo, da produtividade esperada, da fertilidade do solo entre outros fatores (PORTER et al., 1960; THOMAS et al., 1981; COLLINS et al., 2006).

O crescimento e desenvolvimento das culturas são modulados por fatores como radiação, água e temperatura (SINCLAIR, 1994). Eventuais benefícios na produtividade dependem da melhor distribuição da radiação solar no dossel e da sua eficiência de uso e de conversão em biomassa (ARGENTA et al., 2001).

De acordo com a prática convencional, o trigo e a cevada são semeados em linha contínua; um elevado grau de uniformidade espacial que existe, possivelmente faz sombreamento e sobreposição mútua de copas e restringe as plantas de alcançar maior eficiência fotossintética e produtividade (DAS, 2002). Além disso, quando se apresenta uma alta densidade de plantas, aumenta a incidência de doenças e insetos.

3.3.1.1 Espaçamento Pareado

A adoção de fileiras pareadas é uma modificação de linha contínua de plantas, onde a cada duas fileiras com espaçamento de 0,17 cm, se tem um espaçamento de 0,34 cm, devido a uma fileira sem plantas, o que pode ser útil para melhorar o aproveitamento dos recursos do meio e aumentar a produtividade. Isto também tem efeito na ocorrência das plantas daninhas, que devido ao maior espaço entre as fileiras terão maior incidência de radiação solar e disponibilidade de água com provável maior crescimento (MOHLER 2001; WEINER ET AL. 2001; KORRES E FROUD-WILLIAMS, 2002). Olsen et al. (2005) relataram que um alto grau de uniformidade espacial pode não ser necessária para alcançar um grande aumento na

supressão de plantas daninhas pelos cereais. Portanto, é preciso encontrar uma taxa adequada de “falta de linha” de plantas que não reduza a quantidade de semente significativamente, mas ofereça melhor supressão de plantas daninhas e maior produtividade. Estudos sobre a interação de “falta de linha” de plantas com outras práticas agronômicas também assumem importância.

Ao se deixar uma linha sem ser semeada pode ocorrer um melhor aproveitamento da água pelas plantas, devido a menor disputa interespecífica, principalmente durante períodos de chuvas escassas (MILROY et al. 2004). Pode permitir também um maior crescimento radicular, melhor penetração da luz sub-dossel e melhor circulação de ar.

Abunyewa (2008) comenta que onde se tem quantidade de água adequada, o espaçamento convencional irá apresentar maior produtividade de grãos quando comparado ao espaçamento pareado. Mas em um ambiente com déficit hídrico, o espaçamento pareado apresenta uma vantagem sobre o espaçamento convencional, isto porque no início do ciclo da cultura o espaçamento pareado apresenta menor número de plantas por área e com isso uma menor utilização/absorção de água do solo. Com a menor utilização é possível armazenar uma maior quantidade de água que pode ser aproveitada em outras fases das plantas.

O espaçamento pareado foi usado historicamente em várias regiões e em algumas culturas, como o algodão no Texas, EUA. Parajulee et al. (2011) estudaram diferentes espaçamentos e época de plantio na incidência de pragas no desenvolvimento e produtividade das plantas de algodão e observaram que o espaçamento pareado não afeta a produtividade, pois se tem apenas uma redução de 33% no número de plantas e resulta em melhoria da qualidade da fibra devido à maior fotossíntese. Collins et al. (2006) relataram que com a falha de uma linha de plantio a produtividade foi igual ou superior à de plantio convencional em plantas de algodão.

Em um estudo avaliando o espaçamento pareado e densidades de plantas sobre a disponibilidade de água, uso e eficiência de água pela cultura do sorgo foi observado que o padrão de distribuição de precipitação e a umidade do solo no ciclo da cultura afetam a eficiência do uso da água. Onde ocorreu pouco ou nenhum déficit hídrico a produção de grãos e eficiência no uso da água foram menores no espaçamento pareado em comparação ao convencional. A produtividade de grãos e a eficiência do uso da água foram semelhantes com o espaçamento convencional e no espaçamento pareado em um ambiente onde ocorreu chuva moderada e no ambiente com déficit hídrico severo, a produtividade de grãos e a eficiência na utilização da água foram maiores no espaçamento pareado quando comparado ao convencional (ABUNYEWA, 2008).

Routley et al. (2003) observaram que o espaçamento pareado no sorgo pode resultar em aumentos de produtividade em comparação com as configurações convencionais, e que este efeito é devido à conservação de água do solo na falha de linha para usada plantana fase de enchimento de grãos.

No caso do milho é necessário que se tenha uma boa quantidade de palhada da cultura antecessora, pois a água perdida para a atmosfera a partir da superfície do solo desempenha um papel importante nas práticas em que se utiliza o espaçamento pareado. Segundo Klain (2009), a falha de uma linha de plantas a cada três pode aumentar a produtividade e aumentar a tolerância à seca, mas essa prática não funciona em todos os locais, sendo necessário um controle efetivo das plantas daninhas.

Teixeira e Rodrigues (2003) estudaram o efeito do arranjo de plantas em características de cevada e observaram que o arranjo de plantas em linhas pareadas proporcionou redução da estatura de plantas, aumento da produtividade e do peso de grãos.

Os resultados desses autores indicam que o arranjo de plantas constitui em um fator relevante na definição das relações de competição inter e intra-específicas entre as plantas, podendo causar um aumento ou decréscimo na produtividade de acordo com as condições do meio e da cultura (FISCHER; MILES, 1973; NORRIS et al., 2001).

3.3.2 Acamamento

Nas condições climáticas do Sul do Brasil o acamamento é um dos fatores que pode limitar a produtividade de grãos do trigo e da cevada de modo expressivo (CARVALHO, 1982), dependendo da intensidade e do estágio de desenvolvimento da planta em que ocorre. O acamamento acontece devido à curvatura dos caules em direção ao solo, causada pelo peso da água acumulada nas espigas maduras (TAIZ; ZEIGER, 2004) causando uma ruptura de tecidos, desconectando a vascularização do colmo e, portanto, dificultando a recuperação da planta (ROCHA, 1996).

As limitações de produtividade por acamamento podem ser devido à elevada competição por luz pelas plantas, desbalanço de nutrientes, decréscimo da fotossíntese, redução na assimilação de carboidratos e minerais, de aumento da intensidade de doenças e de redução na eficiência da colheita (RODRIGUES et al., 2003). Na colheita, as plantas acamadas estão mais suscetíveis a doenças e germinação dos grãos da espiga, têm qualidade dos grãos diminuída, além de as espigas não serem alcançadas pela barra de corte das

colhedoras, resultando em perdas de produtividade e qualidade do produto colhido (RODRIGUES et al., 2003; ZAGONEL; FERNANDES, 2007).

A maior altura das plantas é uma característica que pode causar acamamento, principalmente com adubação nitrogenada excessiva. Altas doses de nitrogênio e elevadas populações de plantas são técnicas muito utilizadas em diversas culturas visando à obtenção de altas produtividades. Porém, estes fatores podem promover o acamamento das plantas, especialmente para as cultivares de porte médio ou alto (ZAGONEL et. al., 2002), sendo desejável a redução da altura, o que pode ser obtida pelo uso de reguladores de crescimento, principalmente os inibidores da síntese das giberélicas (TAIZ; ZEIGER, 2004). Segundo Camargo ET al. (1999), plantas que medem até 90 cm são classificadas de porte baixo; de 91 a 120 cm, de porte intermediário e, com mais de 121 cm, de porte alto.

O uso de baixas populações pode reduzir o acamamento. Em geral, a quantidade de sementes a ser utilizada, visa a obtenção de densidades de 300 a 400 plantas/m² (IAPAR, 1999; SEGANFREDO, 1999), sendo as menores quantidades recomendadas para solos de alta fertilidade, justamente para reduzir o acamamento. Em cereais de inverno, Teixeira e Rodrigues (2003) não observaram diferenças significativas entre o espaçamento simples e o pareado em relação ao acamamento.

3.3.3 Densidade de plantas

Dentre as técnicas de manejo que podem ser utilizadas para a obtenção de altas produtividades, a densidade de plantas é um fator de importância, pois influencia a produtividade de grãos e seus componentes. A maximização da produção de grãos em relação à densidade de plantas está fortemente relacionada ao potencial do genótipo em produzir perfilhos férteis, influenciando de forma direta o número de espigas produzidas por unidade de área e também podendo permitir melhor utilização da luz, água e nutrientes quando as plantas estão espaçadas adequadamente(OZTURK; CAGLAR; BULUT, 2006).

Segundo a Reunião da Comissão Centro Brasileira de Pesquisa de Trigo (2005), a recomendação adequada da quantidade de sementes por hectare varia com os critérios intrínsecos à semente, como massa de mil sementes, vigor e/ou poder germinativo; e extrínsecos, como: sistema de cultivo, número de sementes por metro quadrado a ser atingido, espaçamento, fertilidade do solo, necessidade hídrica e elementos climáticos na região de cultivo.

Pela capacidade de emissão de perfilhos com espigas férteis, o trigo apresenta a propriedade de preencher os espaços vazios na lavoura, compensando possíveis falhas ou excesso na plantas (ZAGONEL; VANÂNCIO E KUNZ, 2002; HOLEN et al., 2001). Outra característica da cultura é a capacidade de aumentar ou diminuir o número de espiguetas por inflorescência, de acordo com a densidade de plantas (MUNDSTOCK, 1999).

Para culturas que apresentam uma grande capacidade para produzir perfilhos, diferentes populações podem não apresentar diferenças significativas no rendimento, mas devem ser orientadas pelo estado da água do subsolo e a capacidade da cultivar em formar perfilhos. As populações baixas são compensadas em cultivares que apresentam alta capacidade de perfilhar, apresentando uma grande importância na produtividade do trigo e da cevada, devido o número de espiga por metro e os componentes de produção que são afetados indiretamente (DAVIDSON; CHEVALIER, 1990).

A densidade de plantas adotada deve variar em função da cultivar utilizada. Segundo Scheeren; Carvalho e Federizzi (1995) e Motzo; Giunta e Deidda (2004), genótipos de trigo com menor capacidade de perfilhamento são dependentes de elevada densidade, já que possuem menor efeito compensatório do número de espigas por unidade de área, apesar de apresentarem maior fertilidade de espiguetas e maior massa de grãos por planta. Além disso, genótipos com elevado potencial de perfilhamento apresentam maior incidência de perfilhos inférteis, e são, portanto, dependentes do ajuste adequado da densidade de plantas (RICHARDS, 1988).

Estudos indicaram que um maior espaçamento entre linhas, com baixa densidade na plantas aumenta o perfilhamento, produção de matéria seca e reduz o uso da água no início com o benefício da economia de água no solo para uso pela planta durante a floração e fase de enchimento de grãos (BLUM; NAVEH, 1976; THOMAS et al, 1980).

Zagonel, Venâncio e Kunz (2002) avaliaram densidades de trigo e verificaram que o aumento da densidade ocasionou menor massa seca e diâmetro de caule, apresentando maior tendência ao acamamento. Concluíram também que com o aumento da densidade o número de grãos por espiga diminuiu, o número de espigas por metro e a massa de mil grãos aumentaram, mas sem afetar a produtividade.

Valério; Carvalho e Oliveira (2008), estudando o desenvolvimento de perfilhos e componentes de produtividade em genótipos de trigo sob diferentes densidades de plantas, observaram que genótipos que apresentam baixo potencial de perfilhamento são mais dependentes da densidade de plantas para um alto rendimento e que a senescência de perfilhos

é relacionada diretamente ao potencial de perfilhamento dos genótipos, principalmente com densidade de plantas elevada.

O arranjo de plantas e a densidade de plantas também podem constituir em estratégia para que não haja grandes perdas de água em períodos de seca, visto que a água disponível é muitas vezes o fator mais limitante ao crescimento e produtividade das culturas (NOGUEIRA et al.,2001) e o déficit hídrico nas fases reprodutiva e de enchimento de grão é uma causa comum de baixa produtividade de grãos em cereais de inverno (CASTRO;KLUGE, 1999).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização dos experimentos

Os experimentos foram instalados no ano de 2012, no município de Ponta Grossa - PR, região Campos Gerais, localizada a 25°5'49'' de latitude sul, 50°3'11' de longitude leste e altitude de 1.025 m.

4.1.1 Caracterização do clima e solo

O clima no local, segundo Köppen é classificado como Cfb, clima temperado, com verões frescos, sem estação seca definida e temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C e no mais quente abaixo de 22°C (IAPAR, 2010a). A precipitação média anual é de 1.600mm a 1.800mm(IAPAR, 2010b). O solo é do tipo Cambisol Háptico Tb distrófico típico (EMBRAPA, 2006), de textura argilosa. As condições climáticas no decorrer do experimento são apresentadas no Apêndice A.

4.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado nos quatro experimentos, que diferiram pela cultivar e cultura, foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial (2 x 4), dois espaçamentos entre fileiras (simples e pareado) e 4 populações de plantas (45, 60, 75 e 90 plantas/m), com 4 repetições. As parcelas apresentaram 5,0 m de comprimento por 3,0 m de largura e área útil de 4,0 x 2,0 m.

4.3 Tratamentos

Os tratamentos constaram de espaçamentos simples (0,17m entre fileiras) e pareados (0,17 entre fileiras simples e 0,34m entre fileiras duplas) e das populações de plantas de 45,60, 75 e 90 por metro de fileira. Todos os tratamentos foram aplicados em duas cultivares de trigo (Marfim e BRS-Tangará) e duas de cevada (BRS-Cauê e MN-743).

Os espaçamentos entre fileiras utilizados foram de fileiras duplas (pareado) e fileiras simples (simples). As fileiras simples são obtidas pelo plantio convencional, onde cada linha está espaçada de 0,17 m uma da outra. O espaçamento pareado consiste de a cada três fileiras

espaçadas de 0,17 m uma não é semeada, dando um espaçamento de 0,34 m à próxima fileira dupla.

A semeadura foi realizada com uma semeadora da marca Semeato. Todas as fileiras foram semeadas em linhas simples com densidade de plantas de 90 sementes viáveis por metro de fileira. Após 17 dias da semeadura realizou-se o desbaste para que cada parcela ficasse com um número específico de plantas (45, 60, 75 e 90 plantas.m⁻¹) e com o espaçamento adequado (simples ou pareado). No espaçamento pareado foi desbastada toda a fileira.

4.4 Descrição das cultivares

4.4.1 Trigo

A cultivar Marfim é de ciclo precoce, apresenta espigamento em média de 68 dias e maturação com 122 dias após emergência. Possui hábito vegetativo semi-ereto. As plantas são de porte médio, com 75 cm. É considerada moderadamente suscetível ao acamamento. Os grãos são de cor vermelha, semi duros e média de peso de mil sementes de 37g. Quanto à classe comercial é classificada como trigo pão, com tendência a elevada estabilidade e farinha branqueadora (OR Sementes).

A cultivar de trigo BRS-Tangará foi obtida através do cruzamento entre BR 23*2/PF 940382. Apresenta altura média de 85 cm e ciclo precoce com 69 dias até espigamento e 123 para a maturação fisiológica, com média de produtividade em torno de 3.800 kg.ha⁻¹. Apresenta resistência à debulha natural, moderada resistência à germinação na espiga. O grão é do tipo extra-duro, valor médio de força de glúten (W) em torno de 312, classe comercial Pão/Melhorador e com densidade de plantas recomendada de 300 sementes.m⁻².

4.3.2 Cevada

A cultivar de cevada MN-743 apresenta hábito semi-ereto. É sensível à acidez/alumínio, moderadamente resistente ao acamamento. A altura média é de 86 cm e o ciclo em torno de 129 dias. O potencial de produtividade desta cultivar gira em torno de 4.000 kg.ha⁻¹.

A cultivar de cevada BRS-Cauê apresenta boa avaliação em termos de potencial produtivo, tipo agrônomico e qualidade de malte. Esta cultivar é resultado do cruzamento

entre as cultivares BRS-195 e BRS-Borema. Apresenta altura média de 70 cm e ciclo médio de 87 dias para a fase de espigamento e 128 dias para a maturação/colheita. Apresenta potencial produtivo superior a 5.000 kg.ha⁻¹, em condições adequadas de cultivo e em localidades recomendadas e a classificação de grãos de primeira (Classe1) costuma ser superior a 84%. Responde positivamente à adubação nitrogenada e ao plantio no espaçamento de 17 cm x 34 cm (espaçamento pareado), apresentando melhor desempenho agrônômico nas regiões produtoras dos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (Brasil). É resistente ao acamamento (EMBRAPA, 2012).

4.4 TRATOS CULTURAIS

4.4.1 Trigo

O sistema de cultivo utilizado foi o “plantio direto na palha”, sendo soja a cultura antecessora. A semeadura do trigo foi realizada no dia 06/07/12 e a emergência das plantas ocorreu no dia 16/07/12. A adubação se procedeu no momento da semeadura com a aplicação de 300 kg ha⁻¹ de adubo da formulação comercial de 14-34-00. A adubação de cobertura consistiu da aplicação de 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de uréia, no início do perfilhamento do trigo.

A densidade de semeadura utilizada foi de 90 sementes viáveis por metro para as duas cultivares, espaçamento de 0,17 m entre fileiras e profundidade de semeadura média de 4 cm. O tratamento de sementes foi realizado com imidacloprido + tiodicarbe e difenoconazol nas respectivas doses de rótulo (AGROFIT, 2012). O controle de doenças foi feito com três aplicações alternadas de trifloxistrobina + tebuconazol aos 30 dias após a emergência (DAE), azoxistrobina + ciproconazol aos 49 DAE e trifloxistrobina + prothioconazol aos 80 DAE. Todos os produtos foram aplicados nas respectivas doses de rótulo com seus respectivos adjuvantes (AGROFIT, 2012).

O controle de pragas foi realizado com duas aplicações de lambda-cialotrina + tiametoxam, na dose de rótulo (AGROFIT, 2012). Para o controle de plantas daninhas em pré-semeadura utilizou-se 720g.ha⁻¹ glifosato (AGROFIT, 2012). Em pós-emergência o controle das plantas daninhas foi realizado com iodosulfuron-metílico adicionado de óleo metilado de soja, nas doses recomendadas pelo fabricante e registradas para a cultura (AGROFIT, 2012).

4.4.2 Cevada

O sistema de cultivo utilizado foi o “plantio direto na palha”, sendo soja a cultura antecessora. A semeadura da cevada foi realizada no dia 06/07/12 e a emergência das plantas ocorreu no dia 18/07/12. A adubação se procedeu no momento da semeadura com a aplicação de 300 kg ha⁻¹ de adubo de formulação comercial de 14-34-00. A adubação de cobertura consistiu da aplicação de 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de uréia, no início do perfilhamento da cevada.

A densidade de semeadura foi de 90 sementes viáveis por metro para as duas cultivares, espaçamento de 0,17 m entre fileiras e profundidade de semeadura média de 4 cm.

O tratamento de sementes foi realizado com imidacloprido + tiodicarbe e difenoconazol nas respectivas doses de rótulo (AGROFIT, 2012). O controle de doenças foi feito com três aplicações alternadas de trifloxistrobina + tebuconazol aos 30 dias após a emergência (DAE), azoxistrobina + ciproconazol aos 49 DAE e trifloxistrobina + prothioconazol aos 80 DAE. Todos os produtos foram aplicados nas respectivas doses de rótulo com seus respectivos adjuvantes (AGROFIT, 2012).

O controle de pragas foi realizado com duas aplicações de lambda-cialotrina + tiametoxam, na dose de rótulo (AGROFIT, 2012). Para o controle de plantas daninhas em pré-semeadura utilizou-se 720g.ha⁻¹ glifosato (AGROFIT, 2012). Em pós-emergência o controle das plantas daninhas foi realizado com metsulfuron-metílico adicionado de óleo mineral, nas doses recomendadas pelo fabricante e registradas para a cultura (AGROFIT, 2012).

4.6 Avaliações

Na fase de antese das culturas foi avaliado o número de perfilhos por planta, de folhas por planta, a massa seca das folhas e dos colmos de 10 plantas por parcela, selecionadas aleatoriamente.

Foi avaliado o comprimento e a largura da folha bandeira e das duas folhas abaixo da folha bandeira, a altura das plantas mãe e o comprimento dos entrenós em 10 plantas por parcela coletadas aleatoriamente. Para medir a largura e comprimento das folhas, altura de plantas e o comprimento dos entrenós utilizou-se régua.

A porcentagem de acamamento foi determinada na fase de antese, considerando 0% como “sem acamamento” e 100% como “todas as plantas acamadas”. A planta considerada acamada é aquela que apresenta inclinação igual ou inferior a 45° em relação ao solo.

Quando os grãos atingiram o ponto de colheita, procedeu-se a colheita manual das plantas com o auxílio de foices e também a coleta das plantas de um metro de fileira para a avaliação dos componentes de produção. Das plantas coletadas em um metro de fileira por parcela avaliou-se o número de espigas; o número de espiguetas por espiga e de grãos por espiguetas; o diâmetro de dez colmos das plantas mãe coletados aleatoriamente através de um paquímetro digital e também o peso de mil grãos.

Dessas plantas coletadas em um metro de fileira foram selecionadas 10 plantas para determinar o índice de colheita aparente (IC), onde tanto os grãos, como os colmos, folhas e ráquis, foram colocados em estufa de ventilação forçada a uma temperatura de 65 °C por 48-72 horas. O IC foi determinado dividindo a massa de grãos pela produção da fitomassa total acima do solo (massa de grãos, massa seca de colmos, folhas e ráquis), de acordo com a fórmula:

$$\text{IC (\%)} = \frac{\text{produção de grãos (g)}}{\text{produção de fitomassa (g)}} \times 100$$

A colheita foi realizada nos dias 03/11, 05/11, 20/11 e 21/11 para as cultivares Marfim, BRS-Tangará, MN-743 e BRS-Cauê respectivamente. Para a colheita foram colhidas as plantas de 10,2 m² no centro de cada parcela através de ceifas. A produtividade foi determinada pela produção da área útil de cada parcela, tendo sua umidade corrigida para 13%, e o valor transformado em quilogramas por hectare.

4.7 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F e as diferenças entre as médias dos espaçamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As densidades de plantas foram analisadas por regressão polinomial.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Cultura do Trigo

A temperatura e a precipitação pluvial são fundamentais para o desenvolvimento e produção do trigo e influenciam todos os processos fisiometabólicos, direta ou indiretamente, sendo esse efeito variável entre as cultivares (CASTRO; KLUGE, 1999). Conforme os resultados da Tabela 1, as temperaturas no decorrer do experimento estiveram dentro da faixa adequada para o desenvolvimento do trigo, com uma média em todo o ciclo de 18°C e sem extremos de temperatura, visto que segundo Evans et al. (1975), Doorenbos e Kassam (1979) Mota (1989) e Manfron et al. (1993) a temperatura ideal para o crescimento do trigo está entre 15°C e 20°C para o perfilhamento e entre 20°C e 25°C para germinação e desenvolvimento foliar.

Durante o experimento a precipitação pluvial foi de 297 mm (Tabela1), ocorrendo um déficit hídrico pouco acentuado no mês de agosto, época em que as duas cultivares estavam na fase de perfilhamento. Segundo Castro e Kluge (1999), o estresse causado nessa época tem um efeito negativo na produção de perfilhos, na massa seca da parte aérea e no número de espigas por planta, mas não na estatura das plantas. No entanto, esse efeito ocorre somente em caso de períodos prolongados, pois breves períodos de suprimento inadequado de água podem ser compensados pelo desenvolvimento subsequente, em ocasiões mais favoráveis (LAZZAROTTO, 1992).

Tabela 1 - Temperaturas máximas e mínimas e precipitação pluvial durante o experimento com trigo e cevada. Ponta Grossa, PR, 2012.

Temperatura	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Mínima (°C)	9,2	12,5	11,6	15,2	15,1
Média (°C)	14,7	18,5	18,4	20,9	21,5
Máxima (°C)	20,3	24,5	25,3	26,7	27,9
Precipitação (mm)	74,8	5,0	67,3	150,0	167,7

*Dados adaptados dos anexos 1 e 2; Fonte: IAPAR

Para altura das plantas não ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades de plantas para as duas cultivares. Na cultivar BRS-Tangará a altura foi maior no espaçamento pareado em relação ao simples e na cultivar Marfim a altura de plantas não foi afetada pela variação dos espaçamentos (Tabela 2). A altura de plantas não foi afetada pela variação das densidades de plantas em ambas as cultivares (Tabela 3). A altura de plantas

pode ser afetada pela população de plantas, sendo em geral maior quando em maiores populações visto que a competição interespecífica causa estiolamento das plantas. No entanto, essa resposta é variável com a cultivar, como observaram Fernandes (2006) e Hilgemberg (2010) em trabalhos com várias cultivares de trigo em quatro anos de cultivo.

A altura de plantas é uma característica importante para a cultura do trigo, visto que está diretamente ligada com o acamamento (ZAGONEL; FERNANDES, 2007). No presente experimento não ocorreu acamamento das cultivares de trigo, visto que o clima foi ameno, sem ventos muito fortes e as cultivares são de média estatura, e assim, os efeitos da altura de plantas no acamamento não puderam ser avaliados.

Tabela 2 - Altura de plantas das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função de espaçamentos entre fileiras e na média de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Espaçamentos</u>	<u>Altura Marfim (cm)</u>	<u>Altura BRS-Tangará (cm)</u>
Simplex	64,0 a	64,0 b
Pareado	64,1 a	69,7 a
C.V.(%)	2,3	3,5

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

Tabela 3 - Altura de plantas das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função da densidade de plantas e na média dos dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Densidade (plantas/m)</u>	<u>Altura Marfim (cm)</u>	<u>Altura BRS-Tangará (cm)</u>
45	65,1	67,6
60	63,3	66,8
75	64,4	63,3
90	63,6	66,9
Regressão	Ns	Ns

Ns = não significativo.

Para o comprimento dos entrenós não ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades de plantas para as duas cultivares (Tabela 4). Na cultivar Marfim todos os comprimentos dos entrenós não foram influenciados pelas variações dos espaçamentos e densidades de plantas (Tabelas 4 e 5).

Para a cultivar BRS-Tangará a variação do espaçamento afetou o 2º ao 3º e 3º ao 4º entrenós, não causando efeito no 1º ao 2º entrenós. No 2º ao 3º e 3º ao 4º entrenós o espaçamento pareado causou um maior alongamento (Tabela 4).

A variação da densidade afetou o alongamento do 1º ao 2º e 3º ao 4º entrenós, não ocorrendo efeito para o 2º ao 3º. Para o 1º ao 2º entrenós a resposta foi linear e crescente com o aumento da densidade de plantas (Figura 1). No 3º ao 4º entrenós, a resposta foi quadrática, com menor alongamento nas densidades de 60 e 75 plantas por metro (Figura 2). Essa resposta pode estar relacionada com o estiolamento das plantas que ocorre devido à disputa

dessas plantas por radiação solar. Plantas cujos caules receberam maior quantidade de luz apresentam um menor alongamento (KENDRICK; KRONENBERG, 1986). Segundo Fernandes (2006), a altura das plantas depende da estratégia adotada, como modificações na densidade de plantas e uso ou não de reguladores de crescimento, mas principalmente à resposta de cada cultivar as técnicas de manejo utilizadas, resultados que vem de encontro com os obtidos no presente trabalho, onde houve variação de resposta entre as cultivares em função dos tratamentos utilizados.

Tabela 4 - Comprimento 1° ao 2°, 2° ao 3° e 3° ao 4° entrenós das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função de espaçamentos entre fileiras e na média de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Espaçamentos</u>	<u>Marfim (cm)</u>		
	<u>1° ao 2°</u>	<u>2°ao 3°</u>	<u>3°ao 4°</u>
Simplex	8,3 a	10,7 a	16,6 a
Pareado	8,7 a	11,0 a	16,8 a
C.V.(%)	6,9	17,0	3,8
<u>Espacamento</u>	<u>BRS-Tangará (cm)</u>		
	<u>1° ao 2°</u>	<u>2°ao 3°</u>	<u>3°ao 4°</u>
Simplex	8,8 a	10,4 b	15,7 b
Pareado	9,1 a	11,1 a	16,4 a
C.V.(%)	7,2	7,2	3,9

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

Tabela 5 - Comprimento do 1° ao 2°, 2° ao 3° e 3° ao 4° entrenós das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função da densidade de plantas na média dos dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Densidade (plantas/m)</u>	<u>Marfim (cm)</u>			<u>BRS-Tangará (cm)</u>
	<u>1° ao 2°</u>	<u>2°ao 3°</u>	<u>3°ao 4°</u>	<u>2°ao 3°</u>
45	8,3	10,9	16,9	10,9
60	8,5	10,2	16,3	10,2
75	8,5	10,6	16,6	10,6
90	8,6	11,1	16,9	11,1
Regressão	Ns	Ns	Ns	Ns

Ns = não significativo.

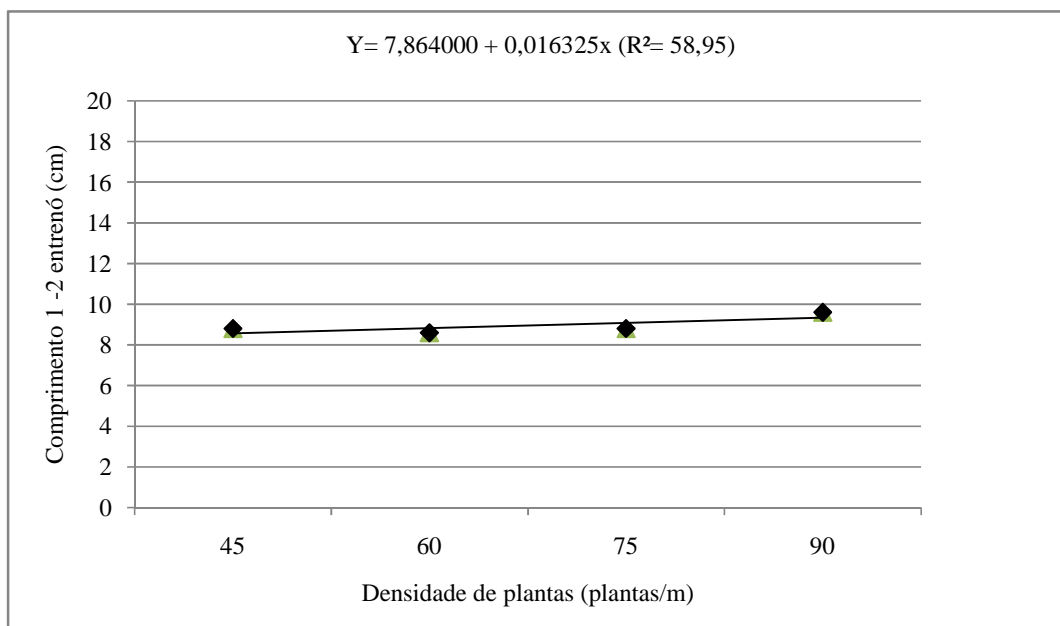


Figura 1 - Comprimento 1º ao 2º entrenós (cm) na cultivar de trigo Marfim em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

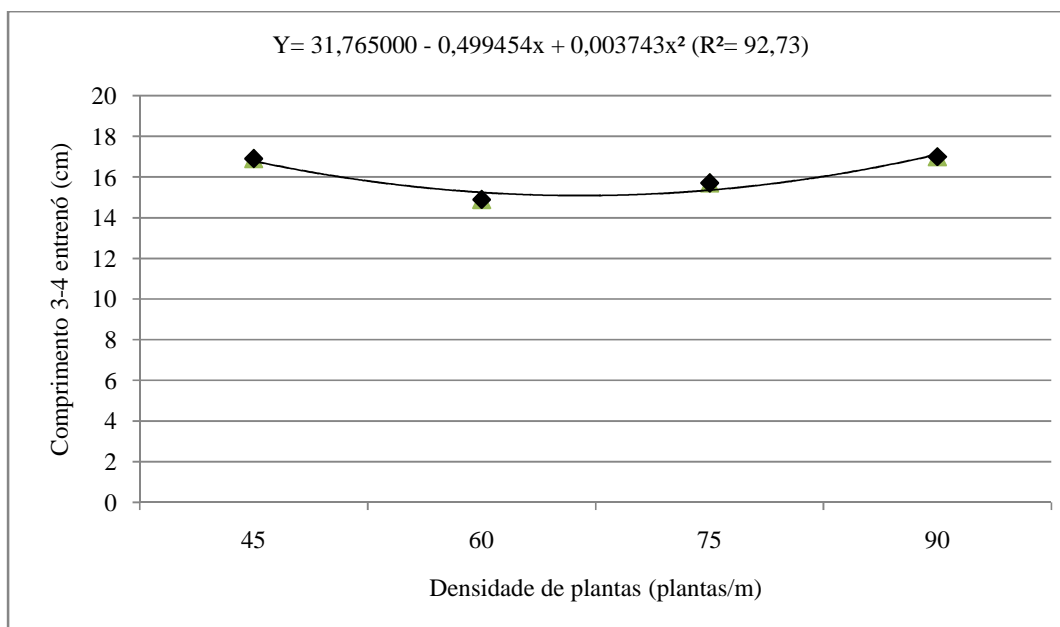


Figura 2- Comprimento 3º ao 4º entrenós (cm) na cultivar de trigo Marfim em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

Não ocorreram interações entre os espaçamentos e densidades de plantas em relação ao número de perfilhos para as duas cultivares.

Para a cultivar Marfim, o número de perfilhos não foi afetado pela variação do espaçamento (Tabela 6). Porém, quando se avaliou a influência do aumento da densidade de

plantas na produção de perfilhos, a resposta foi quadrática, com maior número de perfilhos nas densidades de 45 e 60 plantas por metro e uma diminuição mais acentuada nas densidades de 75 e 90 plantas/m (Figura 3).

Para a cultivar BRS-Tangará o número de perfilhos por planta foi maior no espaçamento pareado em relação ao simples (Tabela 6). Com o aumento da densidade de plantas, observou-se uma resposta linear decrescente do número de perfilhos (Figura 4). O maior número de perfilhos no espaçamento pareado pode ser explicado pela maior distância entre fileiras que apresentam 33% de linhas a menos em relação ao espaçamento simples e pela capacidade do trigo em compensar a falta de plantas vem a emitir um maior número de perfilhos. Valério et al. (2008), Hilgenberg (2010) e Zagonel et al. (2002) em trabalhos com várias cultivares e anos de cultivo observaram uma diminuição linear do número de perfilhos com o aumento da densidade de plantas. O menor número de perfilhos em altas densidades pode ser explicado devido à severa redução da intensidade de radiação fotossinteticamente ativa e pela competição por água entre as plantas (ALMEIDA; MUNDSTOCK, 2001; EVERS et al., 2006). Segundo Valerio et al. (2008), o perfilhamento está relacionado com o genótipo do trigo, não havendo clareza para a escolha da densidade de plantas mais adequada para as cultivares de um modo geral, fato observado no presente trabalho onde a resposta foi diferente entre as cultivares. No entanto, observou-se que há uma diminuição do número de perfilhos com o aumento da densidade de plantas, que somente a cultivar BRS-Tangará respondeu à variação do espaçamento, mas principalmente que não há uma relação direta entre a variação do espaçamento e a densidade de semeadura, sendo a resposta mais dependente da cultivar utilizada.

Tabela 6 - Número de perfilhos das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função de espaçamentos entre fileiras e na média de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.

Espaçamentos	Marfim	BRS-Tangará
Simple	1,9 a	2,3 b
Pareado	1,9 a	4,2 a
C.V.(%)	20,3	10,8

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

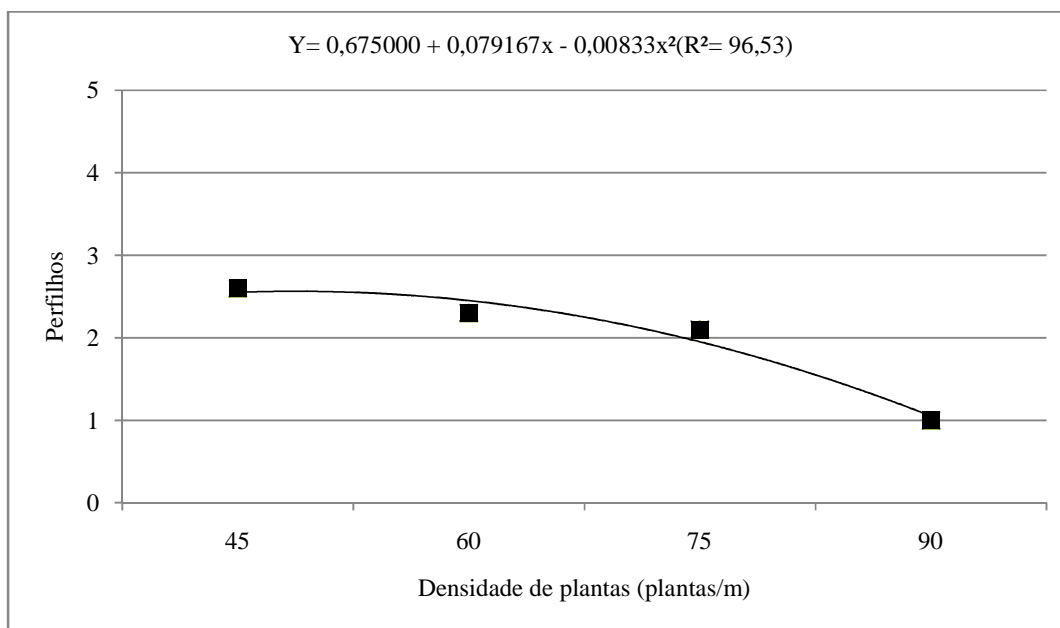


Figura 3 - Número de perfilhos na cultivar de trigo Marfim em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

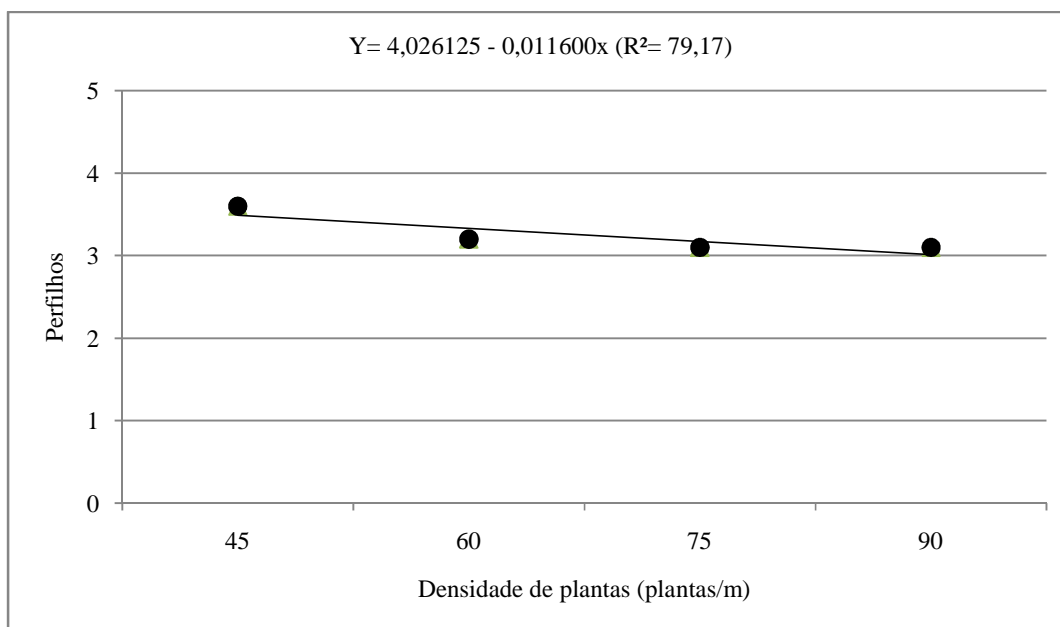


Figura 4 - Número de perfilhos na cultivar de trigo BRS-Tangará em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

Para o número de folhas por planta ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades de plantas para as duas cultivares. Para a cultivar Marfim, o número de folhas foi maior na densidade de 45 plantas por metro no espaçamento simples em relação ao espaçamento pareado (Tabela 7). O número de folhas por planta foi afetado com o aumento das densidades de forma quadrática no espaçamento pareado com maior número de

folhas por planta na densidade de 45 plantas por metro e não significativo para o espaçamento simples (Figura 5).

Na cultivar BRS-Tangará ocorreram diferenças pela variação de espaçamento. Na densidade de 75 plantas por metro o maior número de folhas ocorreu no espaçamento pareado em relação ao espaçamento simples (Tabela 7), possivelmente devido à menor competição entre as plantas no espaçamento pareado. Com o aumento da densidade de plantas a resposta foi uma equação quadrática para o espaçamento pareado, com menor número de folhas nas densidades de 45 e 90 plantas por metro e não significativo para o espaçamento simples (Figura 6). Segundo Slafer; Connor e Halloran (1994) o número final de folhas verdes no colmo principal é afetado pela população de plantas, genótipo e o ambiente, concordando com os resultados do presente trabalho, onde o número de folhas variou com o espaçamento, densidade de plantas e cultivares.

Tabela 7 - Número de folhas por planta das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função de espaçamentos entre fileiras e de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.

Marfim				
<u>Espaçamentos</u>	<u>45</u>	<u>60</u>	<u>75</u>	<u>90</u>
Simples	5,1a	4,7 a	4,3a	4,3 a
Pareado	4,3b	4,7 a	4,7a	4,4 a
C.V.(%)	8,0			
BRS-Tangará				
<u>Espaçamento</u>	<u>45</u>	<u>60</u>	<u>75</u>	<u>90</u>
Simples	4,7a	4,3 a	4,4 b	4,3 a
Pareado	4,3 a	4,7 a	5,7a	4,3 a
C.V.(%)	6,9			

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

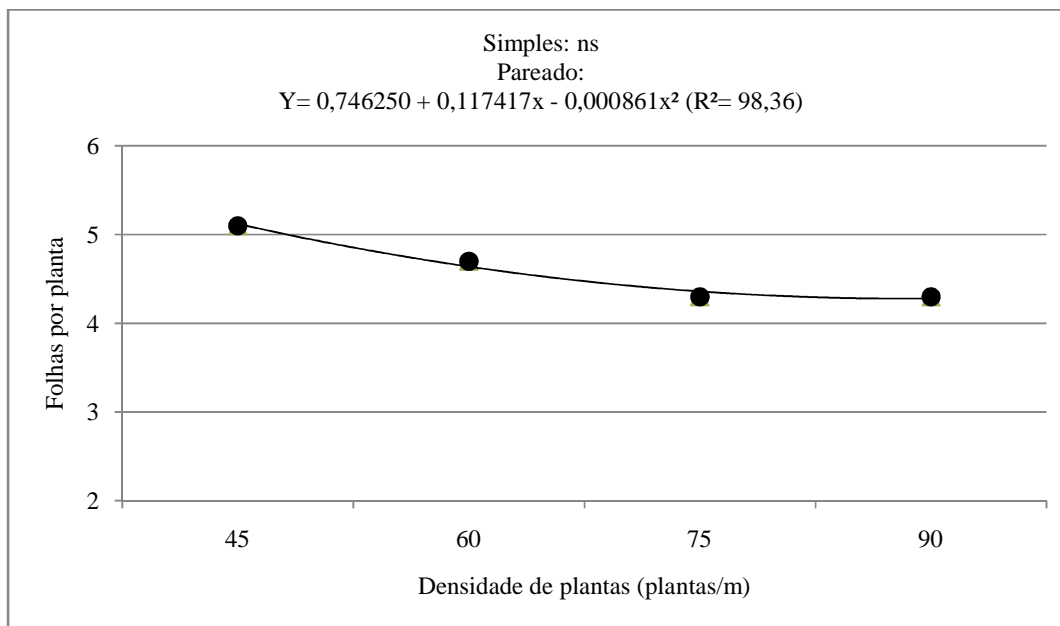


Figura 5 - Número de folhas por planta na cultivar de trigo Marfim em diferentes densidades de plantas para o espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

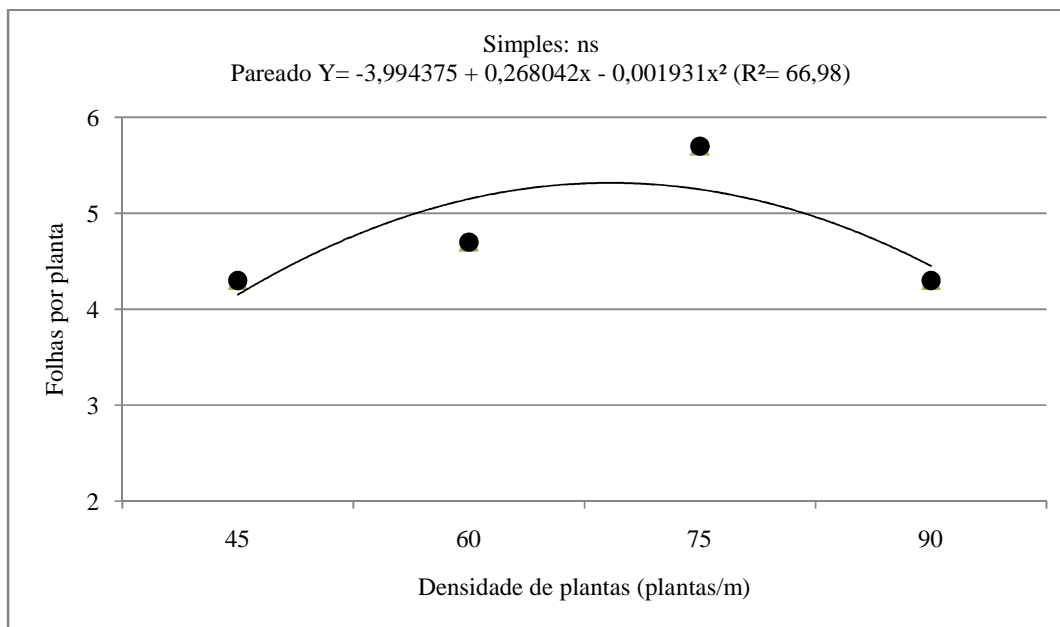


Figura 6 - Número de folhas por planta na cultivar de trigo BRS-Tangará em diferentes densidades de plantas para o espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

Para os comprimentos da folha bandeira, da folha bandeira -1 e da folha bandeira -2 não ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades de plantas para as duas cultivares. Na cultivar Marfim todos os comprimentos de folhas não foram afetados com a variação dos espaçamentos e das densidades de plantas (Tabela 8).

Para a cultivar BRS-Tangará, a variação do espaçamento afetou os comprimentos da folha bandeira e folha bandeira -1, os quais foram maiores no espaçamento pareado em relação ao simples. Os comprimentos da folha bandeira e folha bandeira -1 foram maiores no espaçamento pareado em relação ao simples (Tabela 8). Os comprimentos da folha bandeira, folha bandeira -1 e folha bandeira -2 não foram afetados pelas densidades de semeadura (Tabela 9).

Segundo Fernandes (2006) a variação do comprimento de folha pode estar relacionado com a competição por luz, onde o aumento da densidade de plantas promove o aumento da altura de plantas e provavelmente do comprimento das folhas. Esse resultado não foi observado no presente trabalho, onde o espaçamento simples deveria apresentar um maior comprimento de folha bandeira pela maior competição entre as plantas por luz, fato que não ocorreu.

Hilgenberg (2007) e Fernandes (2006) não observaram a variação do comprimento das folhas com a variação da densidade de plantas na cultivar Safira, porém para a cultivar OR-10 o aumento da população de plantas promoveu aumento linear no comprimento da folha-bandeira. A variação que ocorreu entre os resultados obtidos no presente trabalho e os resultados dos autores acima citados indicam que os comprimentos das folhas são características de cada cultivar, porém podem ser afetados devido às condições climáticas ou técnicas de manejo empregadas.

Tabela 8 - Comprimento da folha bandeira (FB), folha bandeira -1 (FB-1) e folha bandeira -2 (FB-2) das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função de espaçamentos entre fileiras e na média de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Espaçamentos</u>	<u>FB</u>	<u>Marfim (cm)</u>	
		<u>FB-1</u>	<u>FB-2</u>
Simple	17,2 a	20,7 a	20,7 a
Pareado	17,5 a	20,9 a	21,2 a
C.V.(%)	4,2	8,6	4,0
<u>Espaçamento</u>	<u>FB</u>	<u>BRS-Tangará</u>	
		<u>FB-1</u>	<u>FB-2</u>
Simple	15,7 b	19,5 b	20,3 a
Pareado	17,5 a	20,4 a	21,2 a
C.V.(%)	7,9	4,4	6,4

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

Tabela 9 - Comprimento da folha bandeira (FB), folha bandeira - 1 (FB-1) e folha bandeira - 2 (FB-2) das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função da densidade de plantas e na média de dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Densidade (plantas/m)</u>	<u>Marfim (cm)</u>		
	<u>FB</u>	<u>FB-1</u>	<u>FB-2</u>
	Média	Média	Média
45	17,3	19,4	20,3
60	16,9	21,9	20,5
75	18,3	20,7	20,9
90	16,8	21,1	21,2
Regressão	Ns	Ns	Ns

<u>Densidade (plantas/m)</u>	<u>BRS-Tangará (cm)</u>		
	<u>FB</u>	<u>FB-1</u>	<u>FB-2</u>
	Média	Média	Média
45	16,1	20,0	20,8
60	16,8	20,3	20,8
75	17,3	20,0	20,9
90	16,3	19,6	20,4
Regressão	Ns	Ns	Ns

Ns = não significativo.

Para o diâmetro do colmo ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades de plantas para as duas cultivares. Na cultivar Marfim o diâmetro foi maior no espaçamento simples em relação ao pareado nas densidades de 45, 60 e 90 plantas/m e menor na densidade de 75 plantas/m. Para o aumento de densidade de plantas, o diâmetro na cultivar Marfim respondeu de forma linear e quadrática nos espaçamentos simples e pareado, respectivamente com menor diâmetro na densidade de 90 plantas/m (Tabela 10 e Figura 7).

Na cultivar BRS-Tangará o maior diâmetro ocorreu no espaçamento pareado em relação ao espaçamento simples. Como aumento das densidades de plantas ocorreu resposta apenas no espaçamento pareado com tendência linear decrescente (Tabela 10 e Figura 8).

Fernandes (2006), Hilgemberg (2010) e Zagonel; Venâncio e Kunz (2002) observaram que com o aumento da densidade de plantas ocorre diminuição do diâmetro do caule. Esse resultado é atribuído à competição das plantas, as quais ficam mais altas e com colmos mais finos devido ao estiolamento. A diferença encontrada no diâmetro do colmo das cultivares avaliadas no presente trabalho pode ser atribuída à característica de cada cultivar, aliada a variação dos espaçamentos e densidades de plantas.

Tabela 10 - Diâmetro do colmo das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função de espaçamentos entre fileiras e de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Espaçamentos</u>	<u>Diâmetro Marfim</u>			
	<u>45</u>	<u>60</u>	<u>75</u>	<u>90</u>
Simple	3,0 a	3,0 a	2,9 b	2,7 a
Pareado	2,7 b	2,7 b	3,1 a	2,5 b
C.V.(%)	5,4			

<u>Espaçamento</u>	<u>Diâmetro BRS-Tangará</u>			
	<u>45</u>	<u>60</u>	<u>75</u>	<u>90</u>
Simple	2,6 b	2,9 a	2,6 b	2,6 a
Pareado	3,0 a	2,6 a	3,1 a	2,3 a
C.V.(%)	3,3			

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

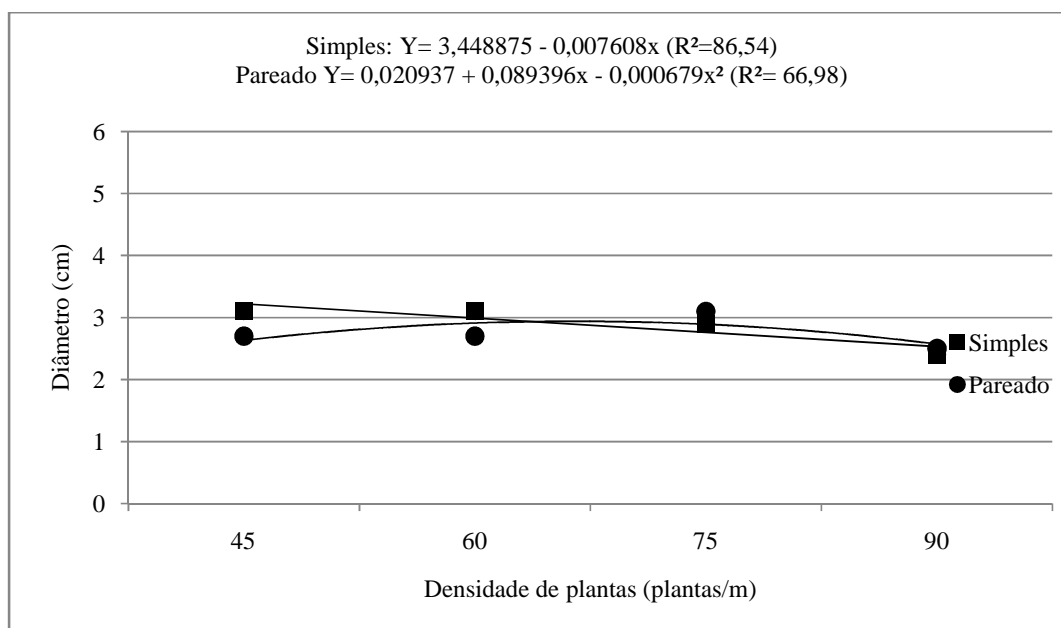


Figura 7 - Diâmetro do colmo da cultivar de trigo Marfim em diferentes densidades de plantas para o espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

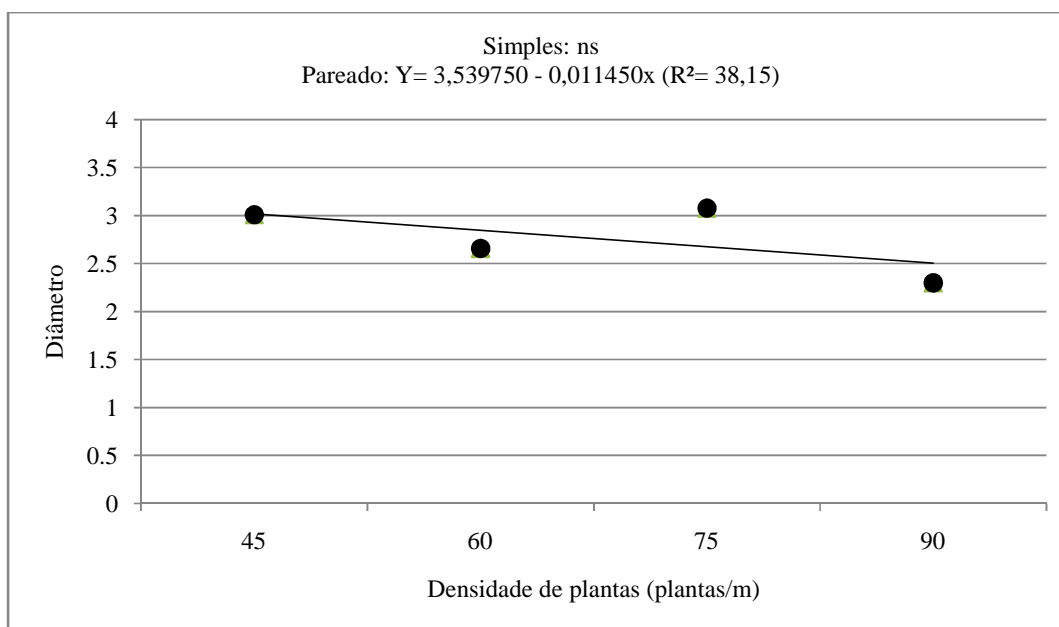


Figura 8 - Diâmetro do colmo da cultivar na cultivar de trigo BRS-Tangará em diferentes densidades de plantas para o espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

Para o número de espigas por metro quadrado ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades para as duas cultivares.

Para a cultivar Marfim (Tabela 11), nas densidades de 45, 60 e 75 plantas por metro o espaçamento pareado apresentou menor número de espigas por metro quadrado em relação ao espaçamento simples. Na densidade de 90 plantas por metro os resultados foram similares entre os espaçamentos. O número de espigas por metro quadrado respondeu de forma quadrática ao aumento da densidade no espaçamento simples e no pareado (Figura 9), ambos com tendência de maior número de espigas com o aumento da densidade de plantas.

Para a cultivar BRS-Tangará o número de espigas por metro quadrado no espaçamento pareado foi menor em relação ao espaçamento simples em todas as densidades de plantas (Tabela 11). O número de espigas por metro quadrado aumentou de forma linear e crescente com o aumento da densidade de plantas no espaçamento simples e no pareado (Figura 10).

Em experimento realizado por Zagonel; Venâncio e Kunz (2002) foi observado que com o aumento da densidade de semeadura o número de espigas por metro quadrado foi maior. Segundo os autores, o aumento da população está diretamente ligado ao maior número de espigas por metro, mas a produção dessas espigas é dependente das condições do meio, sendo que nem sempre um maior número de espigas proporciona uma maior produtividade.

No presente trabalho, no espaçamento pareado ocorreu um menor número de espigas por metro quadrado em relação ao espaçamento simples, pois possui 33% de linhas e o perfilhamento não foi suficiente para suprir as fileiras não semeadas. Para as cultivares Marfim e BRS-Tangará as diferenças no número de espigas por metro quadrado entre os espaçamentos foi respectivamente de 25e 26 %%, a menos no espaçamento pareado em relação ao simples. Teoricamente o trigo deveria apresentar uma diferença em torno de 33% de espigas por metro quadrado, porém como ocorreu maior perfilhamento no espaçamento pareado essa diferença foi menor.

Tabela 11 - Espigas por metro quadrado das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função de espaçamentos entre fileiras e de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.

Marfim				
Espaçamentos	45	60	75	90
Simple	361 a	421 a	406 a	406 a
Pareado	279 b	308 b	313 b	442 a
C.V.(%)	11,3			
BRS-Tangará				
Espaçamento	45	60	75	90
Simple	389 a	415 a	464 a	474 a
Pareado	261 b	319 b	323 b	403 b
C.V.(%)	9,3			

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

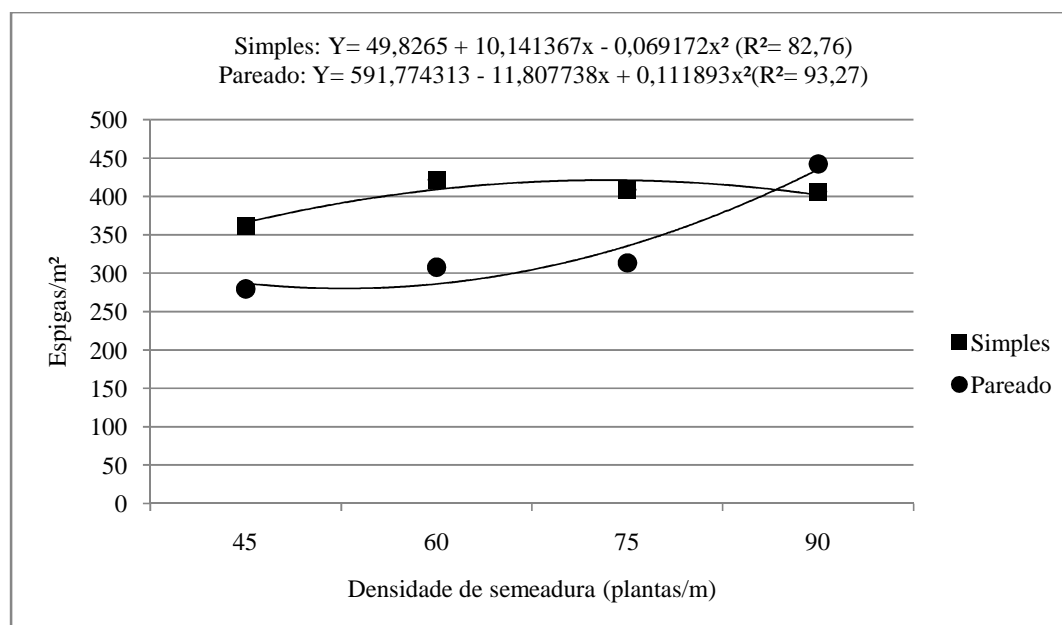


Figura 9 - Espigas/m² na cultivar de trigo Marfim em diferentes densidades de plantas para o espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

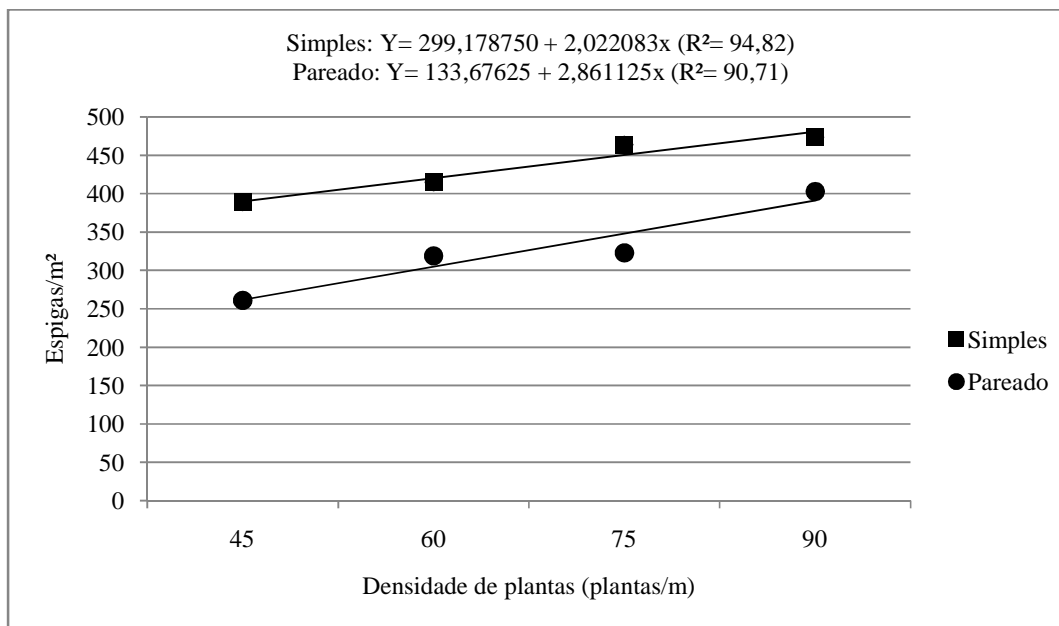


Figura 10 - Espigas/m² na cultivar de trigo BRS-Tangará em diferentes densidades de plantas para o espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

Para o número de grãos por espiguetas não ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades para as duas cultivares. O número de grãos por espiguetas não foi afetado pela variação do espaçamento na cultivar Marfim (Tabela 12). Porém, com o aumento da densidade de plantas, essa cultivar respondeu de forma quadrática, onde a maior quantidade de grãos por espiguetas ocorreu nas densidades de 45 e 60 plantas por metro (Figura 11). O número de grãos por espiguetas na cultivar BRS-Tangará não foi afetado pelos espaçamentos e densidades de plantas (Tabelas 12 e 13).

Para o número de espiguetas por espiga ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades de plantas apenas na cultivar Marfim, sendo observado um menor número de espiguetas por espiga no espaçamento simples e na densidade de 90 plantas por metro (Tabela 12). Em relação à variação da densidade de plantas, a cultivar respondeu de forma quadrática para o espaçamento simples com menor número de espiguetas por espiga nas densidades de 60 e 75 plantas/m e resposta linear decrescente para o espaçamento pareado (Figura 12). Na cultivar BRS-Tangará não ocorreram diferenças no número de grãos por espiguetas com a variação do espaçamento, porém nessa cultivar a resposta foi linear e decrescente para o número de espiguetas por espiga com o aumento da densidade de plantas (Tabelas 12 e 13).

O desenvolvimento das espiguetas é determinado pela radiação solar durante o período de alongamento do colmo (LAZZAROTTO, 1992). Assim, variações na densidade de plantas

poderiam modificar a morfologia do dossel e resultar em aumento ou uma diminuição do número de espiguetas. Em altas densidades de plantas, o número de espiguetas por espigas pode diminuir devido à competição entre plantas de trigo, entretanto, o aumento do número de grãos por espiguetas pode compensar esse fator (FERNANDES, 2006). Segundo Zagonel et al. (2002), quando as plantas de trigo são submetidas a variações na densidade de plantas há uma compensação entre os componentes de produção, podendo um ou outro aumentar, mas isso é dependente do clima e da cultivar. Resultados obtidos por Penkowski (2006) também mostram que os componentes da produção, entre os quais o número grãos por espiga tende a se compensar por variações principalmente de clima, mas a resposta também varia com a cultivar.

Tabela 12 - Número de grãos por espiguetas e de espiguetas por espiga das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função de espaçamentos entre fileiras e na média de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Espaçamentos</u>	<u>Grãos/Espiguetas</u>	<u>Marfim</u>			
		<u>45</u>	<u>60</u>	<u>75</u>	<u>90</u>
Simplex	2,2a	16,9 a	14,5 a	14,1 a	12,7 b
Pareado	2,2a	16,5 a	14,7 a	15,1 a	15,5 a
C.V.(%)	7,3			8,1	

<u>Espaçamento</u>	<u>Grãos/Espiguetas</u>	<u>BRS-Tangará</u>	
		<u>Média</u>	<u>Espiguetas/Espiga</u>
Simplex	2,2 a		14,5 a
Pareado	2,3 a		14,6 a
C.V.(%)	8,7		6,3

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

Tabela 13 – Grãos por espiguetas para cultivar de trigo BRS-Tangará em função da densidade de plantas e na média de dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Densidade (plantas/m)</u>	<u>BRS-Tangará</u> <u>Grãos/Espiguetas</u>
45	2,3
60	2,2
75	2,2
90	2,1
Regressão	Ns

ns: não significativo

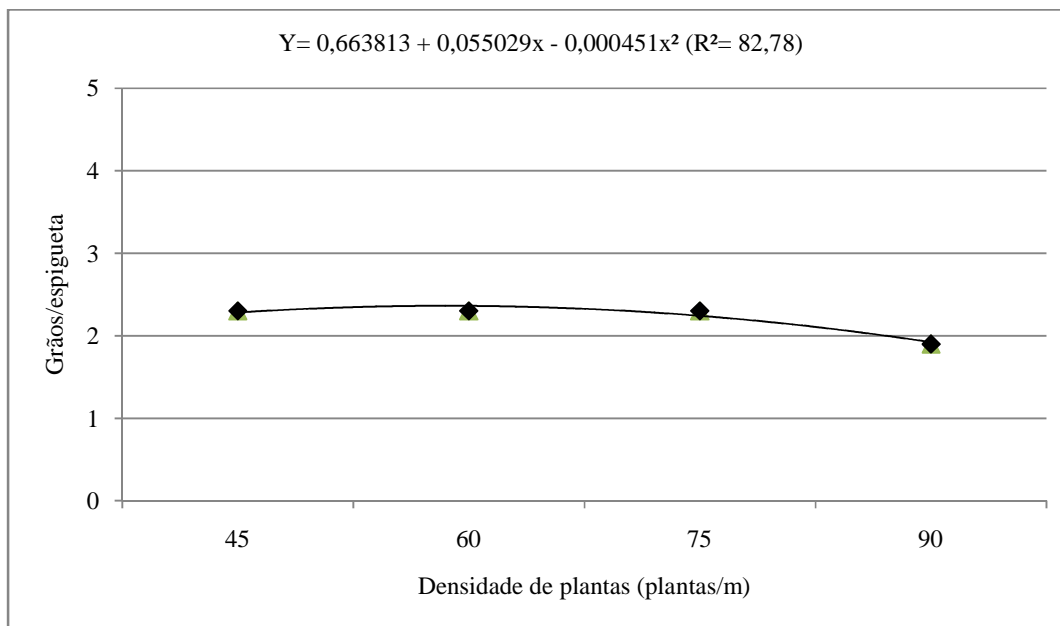


Figura 11 - Grãos por espiguetas na cultivar de trigo Marfim em diferentes densidades de plantas (média do espaçamento simples e pareado). Ponta Grossa, PR, 2012.

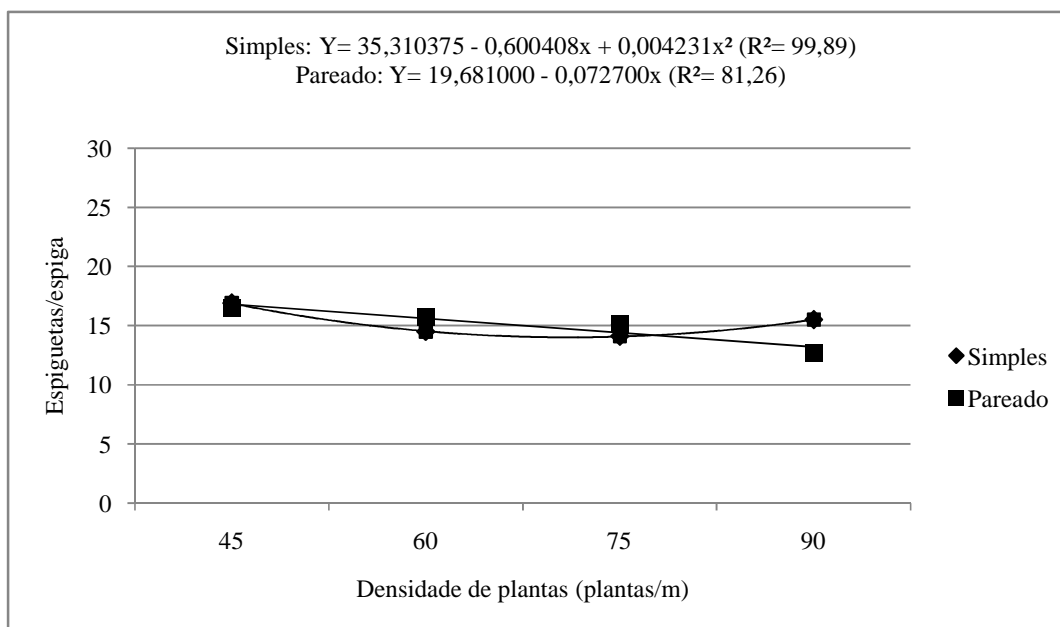


Figura 12 - Espiguetas/espiga na cultivar de trigo Marfim em diferentes densidades de plantas pra o espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

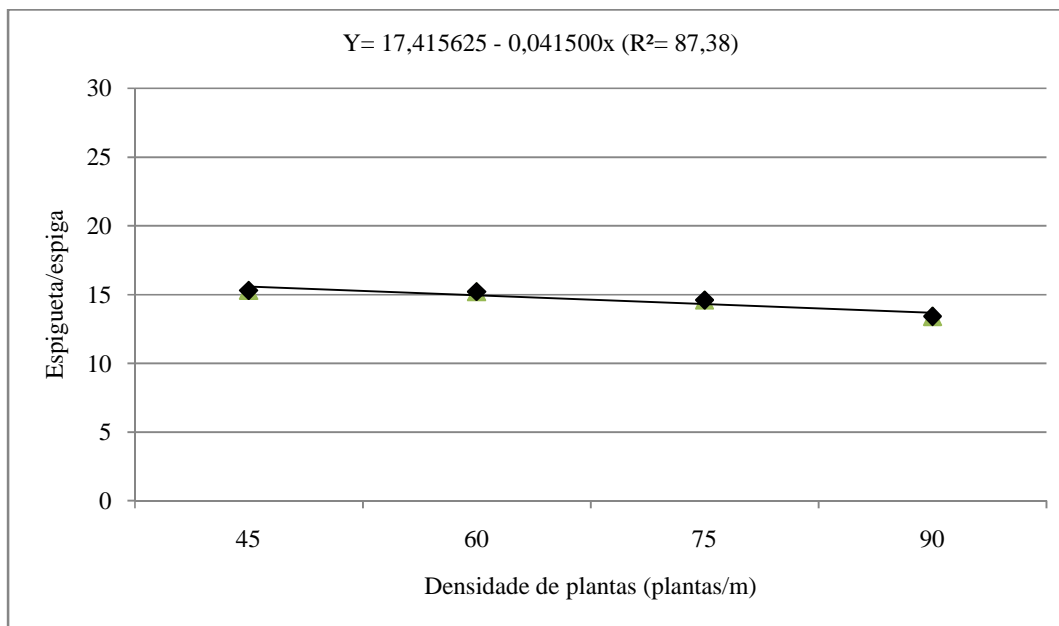


Figura 13 - Espiguetas/espiga na cultivar de trigo BRS-Tangará em diferentes densidades de plantas na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

Para massa de mil grãos, produtividade e índice de colheita não ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades de plantas para as duas cultivares.

Com a variação do espaçamento, a massa de mil grãos (MMG) foi maior para o espaçamento pareado nas duas cultivares (Tabela 14). Como aumento da densidade de plantas, a resposta da MMG foi quadrática e linear decrescente nas cultivares Marfim e BRS-Tangará respectivamente, com tendência de diminuição da MMG com o aumento da densidade. Para as duas cultivares a maior MMG ocorreu na densidade de 45 plantas por metro (Figura 12 e 13). Alguns autores comentam que em condições normais de clima, a MMG é mais afetada pelo número de grãos por área, tendendo a aumentar ou diminuir com a diminuição ou aumento do número de grãos, sendo a resposta dependente da cultivar (BERTI, 2006; FERNANDES, 2006; PENCKOWSKI, 2006; HILGEMBERG, 2010; ZAGONEL, 2010; ZAGONEL; VENÂNCIO; KNUNZ, 2002 e VALÉRIO et al. 2008). Esses resultados corroboram com os do presente trabalho, onde as cultivares responderam de forma similar à variação da densidade de plantas, com diminuição da MMG com o aumento da densidade e menor MMG no espaçamento simples, quando a densidade de plantas é maior.

Para produtividade, nas duas cultivares observou-se uma menor produção no espaçamento pareado (Tabela 15). Abunyewa (2008) trabalhando com espaçamentos simples e pareado na cultura do sorgo observou respostas diferentes com a variação do espaçamento em função ambiente. Quando não ocorreu déficit hídrico a produção de grãos foi menor no

espaçamento pareado, mas com um déficit hídrico severo a produtividade foi maior no espaçamento pareado comparado com o simples. Como pode se observar na Tabela 1, não ocorreu déficit hídrico nos períodos críticos da cultura, como o florescimento e enchimento de grãos, resultados que demonstram que o espaçamento pareado para o trigo pode não ser viável nas condições em que ocorreu o experimento, ou seja, sem deficiência hídrica acentuada.

A produtividade não foi afetada pelo aumento da densidade de plantas nas duas cultivares (Tabela 15). Diversos autores têm observado a não resposta da produtividade do trigo com a variação da densidade de plantas (DIDONET; COSTA, 2004; ZAGONEL et al., 2002), um resultado que pode estar relacionado com a capacidade do trigo em perfilhar, compensando a falta de plantas e também a compensação entre os componentes de produção, o que resulta na manutenção da produtividade (HOLEN et al, 2001). No presente trabalho, um dos componentes da produção que interferiu positivamente na manutenção da produtividade foi a massa de mil grãos (Tabelas 14 e 15) que foi maior no espaçamento pareado e nas baixas densidades de plantas.

Tabela 14 - Massa de mil grãos (MMG), produtividade e índice de colheita (IC) das cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função de espaçamentos entre fileiras e na média de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.

Marfim			
Espaçamentos	MMG (g)	Produtividade (Kg/ha)	IC (%)
Simple	39,6b	3.674a	50,5 a
Pareado	43,0a	3.458 b	51,5 a
C.V.(%)	2,4	6,6	13,4
BRS-Tangará			
Espaçamento	MMG(g)	Produtividade (Kg/ha)	IC (%)
Simple	42,2 b	3.810 a	48,5 a
Pareado	43,8 a	2.959 b	49,9 a
C.V.(%)	2,2	10,4	9,6

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<5%); C.V.= coeficiente de variação.

Tabela 15 - Massa de mil grãos, produtividade e índice de colheita nas cultivares de trigo Marfim e BRS-Tangará em função da densidade de plantas e na média de dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.

Marfim		
<u>Densidade (plantas/m)</u>	<u>Produtividade (kg/ha)</u>	<u>Índice de colheita (%)</u>
45	3.555	54,5
60	3.586	51,6
75	3.680	49,2
90	3.442	48,7
Regressão	Ns	Ns

BRS-Tangará		
<u>Densidade (plantas/m)</u>	<u>Produtividade (kg/ha)</u>	<u>Índice de colheita (%)</u>
45	3.265	49,3
60	3.312	50,5
75	3.454	49,1
90	3.505	47,8
Regressão	Ns	Ns

ns: não significativo; L: linear.

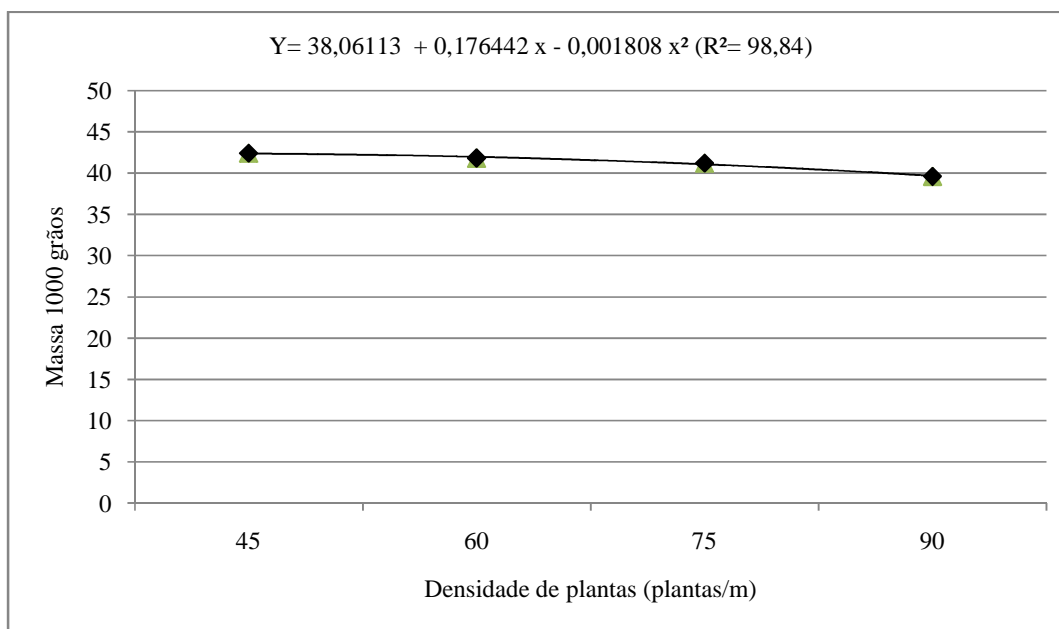


Figura 14 - Massa de mil grãos na cultivar de trigo Marfim em diferentes densidades de plantas na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

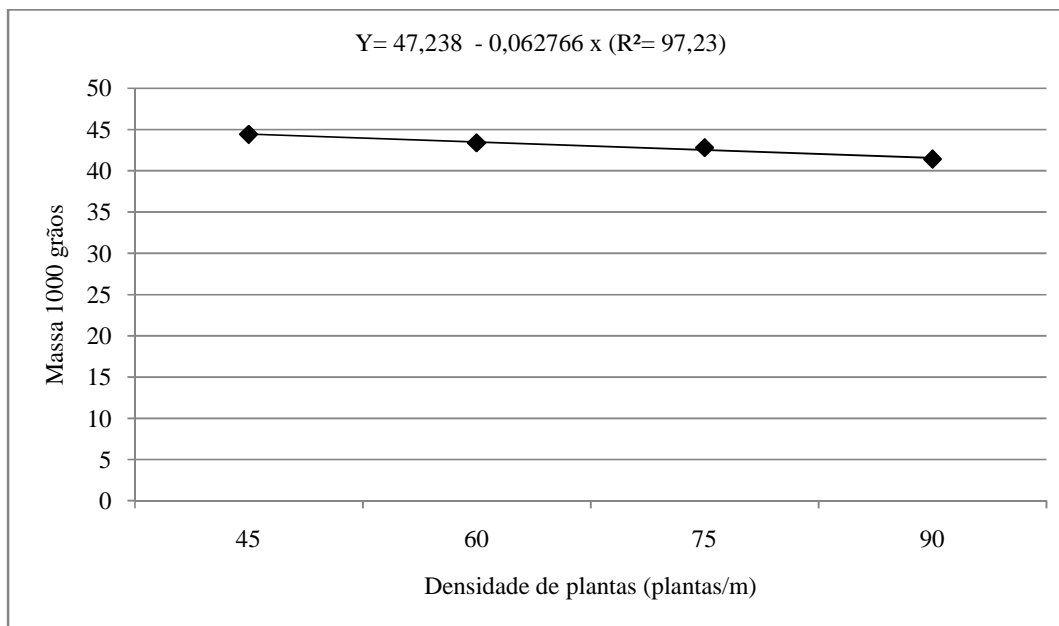


Figura 15 - Massa de 1000 grãos na cultivar de trigo BRS-Tangará em diferentes densidades de plantas na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

Não ocorreu resposta para o índice de colheita (IC) com a variação dos espaçamentos e das densidades de plantas nas duas cultivares de trigo (Tabelas 14 e 15). Fernandes (2006) trabalhando com três cultivares de trigo observou resposta quadrática do IC com o aumento da densidade de semeadura na cultivar BRS- 208, mas não nas cultivares Safira e OR-1. Peltonen e Peltonen-Sainio (1997) também não observaram repostas do IC com a variação da densidade de semeadura. Segundo resultados de Ahmad; Hassan; Jabran (2007), os valores do IC observados no presente trabalho estão entre a faixa aceitável, que é de 0,40 a 0,55 para a cultura do trigo. Valores baixos indicam que a cultivar em conjunto com as técnicas de manejo utilizadas, não estão promovendo o máximo de aproveitamento dos fotoassimilados na produção de grãos (FERNANDES, 2006).

5.2 Cultura da Cevada

Entre os principais componentes ambientais que afetam o desenvolvimento da cevada estão a temperatura e a precipitação. As temperaturas e as precipitações enquadraram-se na faixa adequada para o desenvolvimento da cevada (Tabela 1), que segundo Floss (2004) está entre 10° a 30° C. Durante o mês de agosto ocorreu déficit hídrico pouco acentuado, época em

que as duas cultivares estavam na fase de perfilhamento. No entanto, provavelmente esse déficit não prejudicou a cultura, pois breves períodos de suprimento inadequado de água podem ser compensados pelo desenvolvimento subsequente, em ocasiões mais favoráveis (LAZZAROTTO, 1992).

Para altura das plantas não ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades de plantas para as duas cultivares (Tabelas 16 e 17). Na cultivar BRS-Cauê a altura de plantas não foi afetada pela variação do espaçamento (Tabela 16). Porém, com a variação da densidade de plantas observou-se uma resposta quadrática com o maiores alturas nas densidades acima de 75 plantas por metro (Figura 17). Na cultivar MN-743, a variação do espaçamento e o aumento da densidade de plantas não afetaram a altura das plantas (Tabela 16). Teixeira e Rodrigues (2003) observaram resposta diferencial da cevada em comparação com os obtidos no presente trabalho. As cultivares avaliadas pelos autores demonstraram uma redução significativa da estatura de plantas no espaçamento pareado em relação ao simples, fato que não ocorreu para as cultivares BRS-Cauê e MN-743, provavelmente em razão da altura ser a média de diferentes densidades de plantas, ao contrário do experimento realizado pelos autores onde a densidade de plantas foi única.

No presente trabalho não ocorreu acamamento das cultivares de cevada, visto que o clima foi ameno, sem ventos muito fortes e as cultivares são resistentes ao acamamento. Portanto, os efeitos da altura de plantas no acamamento não puderam ser avaliados.

Tabela 16 - Altura de plantas (cm) das cultivares de cevada MN-743 e BRS-Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e na média de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.

Espaçamentos	MN-743	BRS-Cauê
Simple	62,5 a	58,6 a
Pareado	62,7 a	59,2 a
C.V.(%)	3,2	2,5

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

Tabela 17- Altura de plantas das cultivares de cevada MN-743 e BRS-Cauê em função da densidade de plantas e da média dos dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.

Densidade (plantas/m)	Altura MN-743
45	63,6
60	60,9
75	61,8
90	64,1
Regressão	Ns

ns = não significativo.

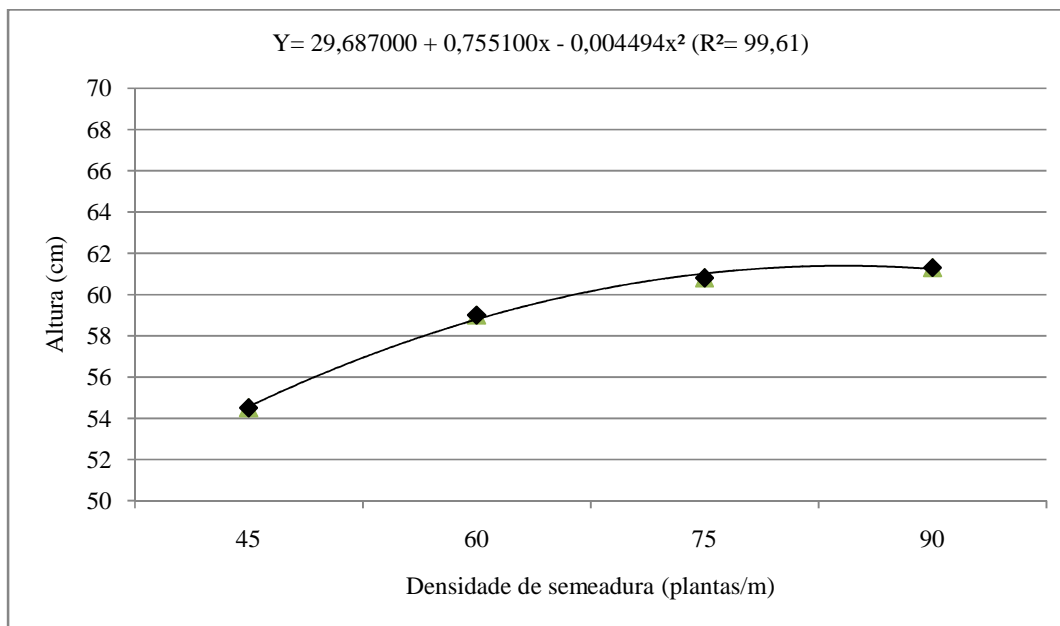


Figura 16 – Altura de plantas (cm) da cultivar de cevada BRS-Cauê em função de diferentes densidades de plantas e na média dos espaçamentos simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

Para o comprimento dos entrenós não ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades para as duas cultivares.

O comprimento do 1º ao 2º entrenós não foi afetado pela variação do espaçamento e da densidade de plantas nas cultivares MN-743 e BRS-Câue (Tabelas 18e 19).

Para a cultivar MN-743 a variação do espaçamento afetou o comprimento do 2º ao 3º entrenós, não ocorrendo efeito do 3º ao 4º entrenós. Para o 2º ao 3º entrenós o espaçamento simples apresentou um maior comprimento. A variação da densidade de plantas não causou efeitos no 1º ao 2º, 2º ao 3º e 3º ao 4º entrenós avaliados para a cultivar MN-743 (Tabelas 16 e 17). Na cultivar BRS-Cauê a variação do espaçamento não afetou o comprimento do 2º ao 3º entrenós, porém no 3º ao 4º entrenós o espaçamento pareado apresentou um maior comprimento (Tabela 18). Não ocorreram diferenças significativas nos comprimentos com o aumento das densidades de plantas no 1º ao 2º, 2º ao 3º e 3º ao 4º entrenós avaliados para a cultivar BRS-Câue (Tabela 19). Portanto o comprimento dos entrenós é uma variável que depende da estratégia adotada, mas principalmente à resposta de cada cultivar.

Tabela 18 - Comprimentos do 1º ao 2º, 2º ao 3º e 3º ao 4º entrenós das cultivares de cevada MN-743 e BRS-Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e na média de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Espaçamentos</u>	<u>MN-743 (cm)</u>		
	<u>1º ao 2º</u>	<u>2º ao 3º</u>	<u>3º ao 4º</u>
Simple	9,0 a	10,0 a	9,8 a
Pareado	8,8 a	9,4 b	10,1 a
C.V.(%)	7,0	4,8	6,7

<u>Espaçamento</u>	<u>BRS-Cauê (cm)</u>		
	<u>1º ao 2º</u>	<u>2º ao 3º</u>	<u>3º ao 4º</u>
Simple	8,1 a	8,9 a	10,7 b
Pareado	7,6 a	8,8 a	12,0 a
C.V.(%)	8,9	6,5	7,9

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<5%); C.V.= coeficiente de variação.

Tabela 19 - Comprimentos do 1º ao 2º, 2º ao 3º e 3º ao 4º entrenós das cultivares de cevada MN-743 e BRS-Cauê em função da densidade de plantas e na média de dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Densidade (plantas/m)</u>	<u>MN-743(cm)</u>		
	<u>1º ao 2º</u>	<u>2º ao 3º</u>	<u>3º ao 4º</u>
45	8,9	9,6	9,9
60	9,2	9,8	10,2
75	8,9	9,6	9,9
90	8,6	9,7	9,6
Regressão	Ns	Ns	Ns

<u>Densidade (plantas/m)</u>	<u>BRS-Cauê (cm)</u>		
	<u>1º ao 2º</u>	<u>2º ao 3º</u>	<u>3º ao 4º</u>
45	7,8	8,9	11,4
60	7,7	8,7	11,4
75	7,9	8,8	11,3
90	7,9	9,0	10,3
Regressão	Ns	Ns	Ns

ns = não significativo.

Não ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades de plantas em relação ao número de perfilhos para as duas cultivares. O número de perfilhos foi maior no espaçamento pareado em relação ao simples nas duas cultivares de cevada (Tabela 20). O maior número de perfilhos no espaçamento pareado pode ser explicado pela maior incidência de radiação solar no dossel, pois em espaçamentos mais estreitos a competição entre plantas inicia muito cedo, afetando a dominância apical e inibindo o crescimento de órgãos laterais (BALLARÉ et al., 1992; SCHMITT ; WULFF, 1993).

O aumento da densidade de plantas afetou o número de perfilhos das cultivares de forma linear decrescente (Tabela 20e Figura 18). Valério (2008) avaliou diferentes densidades de semeadura na cultura do trigo e concluiu que a expressão do potencial de perfilhamento foi dependente da densidade de semeadura. Zagonel, Venâncio e Kunz (2002) estudaram diferentes densidades de plantas de trigo por metro quadrado e observaram que nas maiores densidades ocorreu um menor número de perfilhos. Destro et al. (2001) comentam que plantas

em baixas densidades produzem mais perfilhos do que em condições de alta densidade apresentando ao final do ciclo, números similares de espigas por metro quadrado. O efeito da competição é determinante na produção de perfilhos, com implicações diretas no rendimento de grãos e nos demais componentes (OZTURK et al., 2006). Portanto, a redução do número de perfilhos com o aumento da densidade de semeadura é uma resposta frequente e foi observada por diversos autores e também no presente trabalho, independente do espaçamento entre fileiras.

Tabela 20 - Número de perfilhos das cultivares de cevada MN-743 e BRS-Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e na média de densidades de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Espaçamentos</u>	<u>Número de perfilhos</u>	
	<u>MN-743</u>	<u>BRS-Cauê</u>
Simplex	2,8b	2,6b
Pareado	3,4a	3,1 a
C.V.(%)	12,9	18,0

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

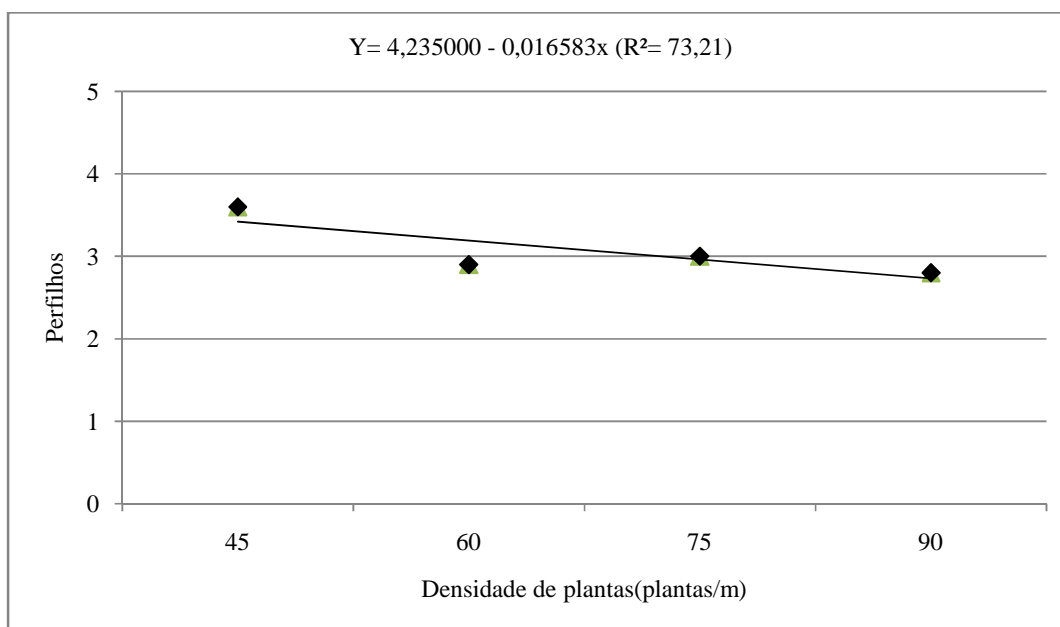


Figura 17 – Número de perfilhos por planta na cultivar de cevada MN-743 em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simplex e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

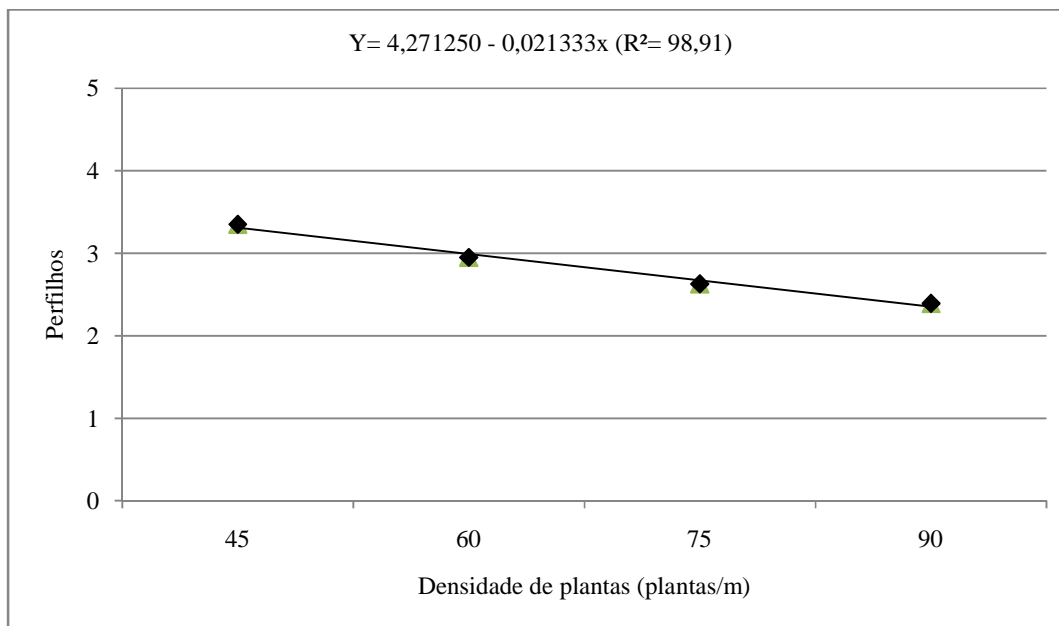


Figura 18 - Número de perfilhos por planta na cultivar de cevada BRS-Cauê em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

Para o número de folhas por planta não ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades de plantas para as duas cultivares. As cultivares não foram alteradas com a variação do espaçamento e da densidade de plantas (Tabelas 21 e 22). O número final de folhas pode ser afetado pelo genótipo e técnicas de manejo, como a variação de densidade de plantas (SLAFER; CONNOR E HALLORAN, 1994), fato que não foi observado no presente trabalho. As duas cultivares provavelmente não são responsivas para o número de folhas em função das técnicas de manejo que foram utilizadas.

Tabela 21 - Número de folhas por planta das cultivares de cevada MN-743 e BRS-Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e na média de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Espaçamentos</u>	<u>MN-743</u>	<u>BRS-Cauê</u>
Simple	5,0 a	4,7 a
Pareado	5,3 a	4,7 a
C.V.(%)	12,0	9,9

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

Tabela 22 - Número de folhas por planta das cultivares de cevada MN-743 e BRS-Cauê em função da densidade de plantas e da média dos dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Densidade (plantas/m)</u>	<u>MN-743</u>	<u>BRS-Cauê</u>
45	5,3	4,5
60	5,0	4,8
75	5,2	4,4
90	5,0	5,0
Regressão	Ns	Ns

ns = não significativo.

Para os comprimentos da folha bandeira, da folha bandeira -1 e da folha bandeira - 2 não ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades de plantas para as duas cultivares (Tabela 23).

Para a cultivar MN-743 a variação do espaçamento não afetou os comprimentos da folha bandeira e da folha bandeira -1. O comprimento da folha bandeira -2 diferiu significativamente com a variação do espaçamento, onde o maior comprimento foi no espaçamento pareado (Tabela 23). Os comprimentos da folha bandeira, da folha bandeira -1 e da folha bandeira - 2 não foram afetados pelas densidades de sementeira (Tabela 24).

Para a BRS-Cauê os comprimentos da folha bandeira, da folha bandeira -1 e da folha bandeira - 2 apresentaram respostas significativas para os espaçamentos com o maior comprimento no espaçamento pareado (Tabela 23). Os comprimentos das folhas avaliadas não foram afetados pelas densidades de plantas na cultivar BRS-Câue (Tabela 24). Os comprimentos das folhas são resultados de cada cultivar e podem ser modificados pelas técnicas de manejo utilizadas, como a utilização de espaçamento e densidades de plantas, afetando a competição entre as plantas por radiação solar (FERNANDES, 2006). No presente trabalho não ocorreram diferenças com as variações de densidades de plantas, porém ocorreram para o espaçamento, devido ao maior espaço entre fileira que permite maior radiação, mas também tem efeito compensatório pela falta da linha semeada e assim as plantas tendem crescer mais no espaçamento pareado em comparação ao simples.

Tabela 23 - Comprimento da folha bandeira (FB), folha bandeira -1 (FB-1) e folha bandeira -2 (FB-2) das cultivares de cevada MN-743 e BRS-Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e na média de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.

Espaçamentos	FB	MN-743 (cm)	
		FB-1	FB-2
Simple	16,3a	20,1 a	21,8b
Pareado	17,2a	20,3 a	23,5a
C.V.(%)	7,7	8,4	7,5
Espaçamento	FB	BRS-Cauê	
		FB-1	FB-2
Simple	13,1 b	17,2 b	19,7 b
Pareado	14,3 a	18,1 a	20,4 a
C.V.(%)	8,1	7,2	6,5

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<5%); C.V.= coeficiente de variação.

Tabela 24 - Comprimento da folha bandeira (FB), folha bandeira - 1 (FB-1) e folha bandeira - 2 (FB-2) das cultivares de cevada MN-743 e BRS-Cauê em função da densidade de plantas na média de dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Densidade (plantas/m)</u>	<u>MN-743 (cm)</u>		
	<u>FB</u>	<u>FB-1</u>	<u>FB-2</u>
45	16,4	19,6	21,8
60	16,9	21,0	23,8
75	17,6	20,9	23,1
90	16,2	19,4	22,0
Regressão	Ns	Ns	Ns

<u>Densidade (plantas/m)</u>	<u>BRS-Cauê (cm)</u>		
	<u>FB</u>	<u>FB-1</u>	<u>FB-2</u>
45	13,8	17,2	19,9
60	13,8	17,8	20,3
75	13,2	17,1	20,0
90	13,9	18,1	20,0
Regressão	Ns	Ns	Ns

ns = não significativo.

Para o diâmetro do colmo não ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades de plantas para as duas cultivares (Tabela 25).

Na cultivar MN-743 o diâmetro do colmo foi maior no espaçamento pareado em relação ao simples e a variação da densidade de plantas não afetou o diâmetro do colmo (Tabelas 25 e 26).

Na cultivar BRS-Cauê não foram observadas respostas significativas do diâmetro do colmo com a variação do espaçamento. Para o aumento da densidade de plantas a cultivar BRS-Cauê respondeu de forma linear decrescente (Figura 19). No menor espaçamento e maior densidade de semeadura, as plantas alocam seus recursos para um crescimento mais rápido a fim de evitar o sombreamento, aumentando suas chances de crescer acima do dossel, porém diminuindo o diâmetro do colmo e área foliar, fato que pode ter ocorrido no presente trabalho (TAIZ; ZEIGER, 2004). O efeito do estiolamento também foi visto por Ballaré e Cassal (2000) e Rajcan e Swanton (2001), devido às alterações na quantidade e qualidade da radiação incidente em ambientes de alta competição intra-específica, que resultam em plantas com menor diâmetro.

Tabela 25 - Diâmetro do colmo das cultivares de cevada MN-743 e BRS-Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e na média de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Espaçamentos</u>	<u>Diâmetro MN-743</u>	<u>Diâmetro BRS-Cauê</u>
Simples	2,4 b	2,6 a
Pareado	2,7 a	2,7 a
C.V.(%)	11,1	9,3

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

Tabela 26 - Diâmetro da cultivar de cevada MN-743 em função da densidade de plantas na média de dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Densidade (plantas/m)</u>	<u>MN-743</u>
45	2,7
60	2,6
75	2,6
90	2,5
Regressão	Ns

ns = não significativo.

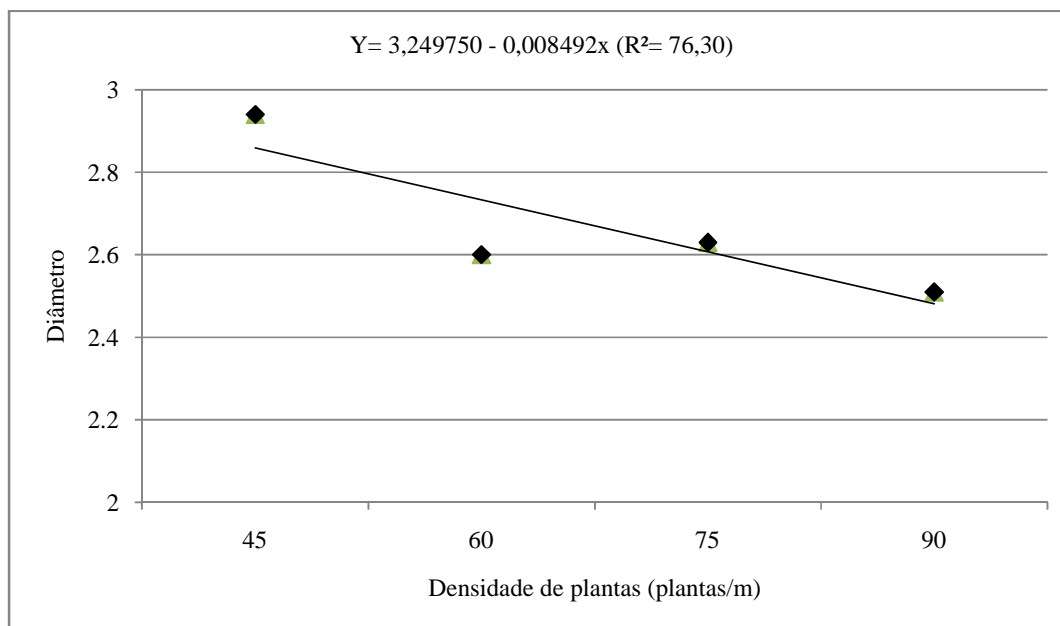


Figura 19 - Diâmetro do colmo da cultivar de cevada BRS-Cauê em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

Para o número de espigas por metro quadrado não ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades de plantas para as duas cultivares (Tabela 27).

A variação do espaçamento afetou as duas cultivares e o menor número de espigas por metro quadrado ocorreu no espaçamento pareado (Tabela 27), o que pode ser explicado devido à redução de 33% no número de fileiras neste espaçamento em relação ao espaçamento simples e embora as plantas apresentem a tendência de compensar o menor número de plantas na semeadura com maior número de perfilhos, essa compensação não foi suficiente para a emissão do mesmo número de espigas do espaçamento simples.

Na cultivar MN-73 com a variação da densidade de plantas a resposta do número de espigas por metro quadrado foi linear e crescente (Figura 20). Na cultivar BRS-Cauê a resposta foi quadrática para o número de espigas por metro quadrado com maiores números nas densidades de 60 e 75 plantas/m (Figura 21). Esse resultado pode ser explicado devido a densidade de plantas estar diretamente ligada ao número de espigas por metro, que segundo resultados de Zagonel; Venâncio e Kunz (2002), a redução do número de plantas em relação à

densidade ideal recomendada para cada cultivar resulta em aumento do número de espigas por metro até um certo limite. Nas menores densidades ambas cultivares apresentaram um maior número de perfilhos (Figuras 17 e 18), porém, não o suficiente para aumentar o número de espigas por metro quadrado. Ozturk, Caglar e Bulut (2006) comentam que genótipos com menor potencial de perfilhamento são mais afetados pela densidade de semeadura. Nestes casos é mais importante utilizar densidades adequadas visando obter uma maior contribuição do número de espigas por unidade de área.

Tabela 27 - Espigas por metro quadrado das cultivares de cevada MN-743 e BRS-Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e na média de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Espaçamentos</u>	<u>MN-743</u>	<u>BRS-Cauê</u>
Simple	490 a	611 a
Pareado	449 b	519 b
C.V.(%)	14,0	11,8

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

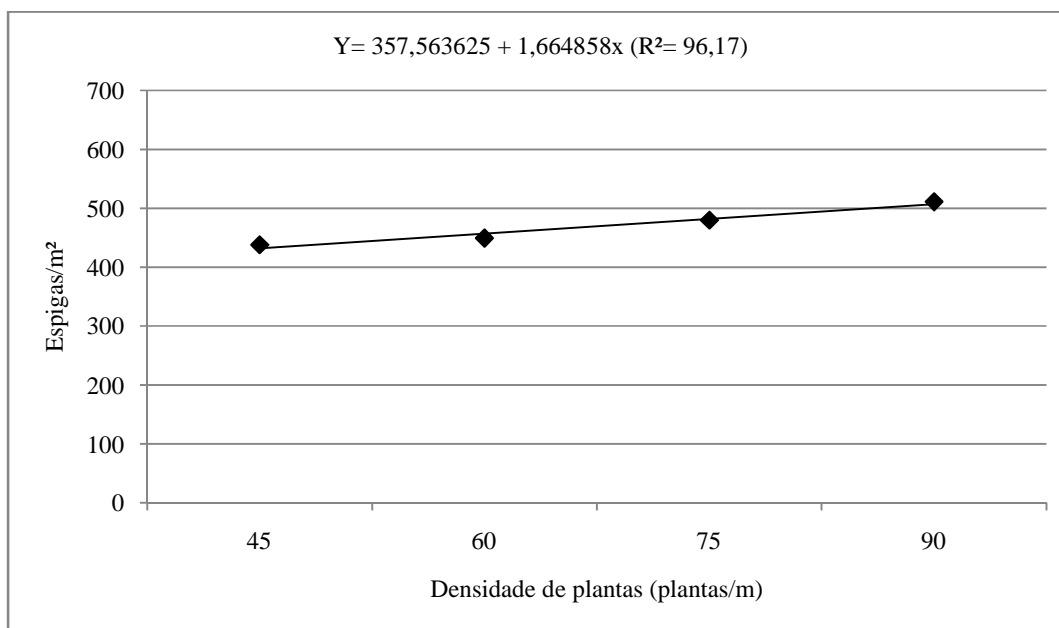


Figura 20 – Espigas por metro quadrado na cultivar de cevada MN-743 em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

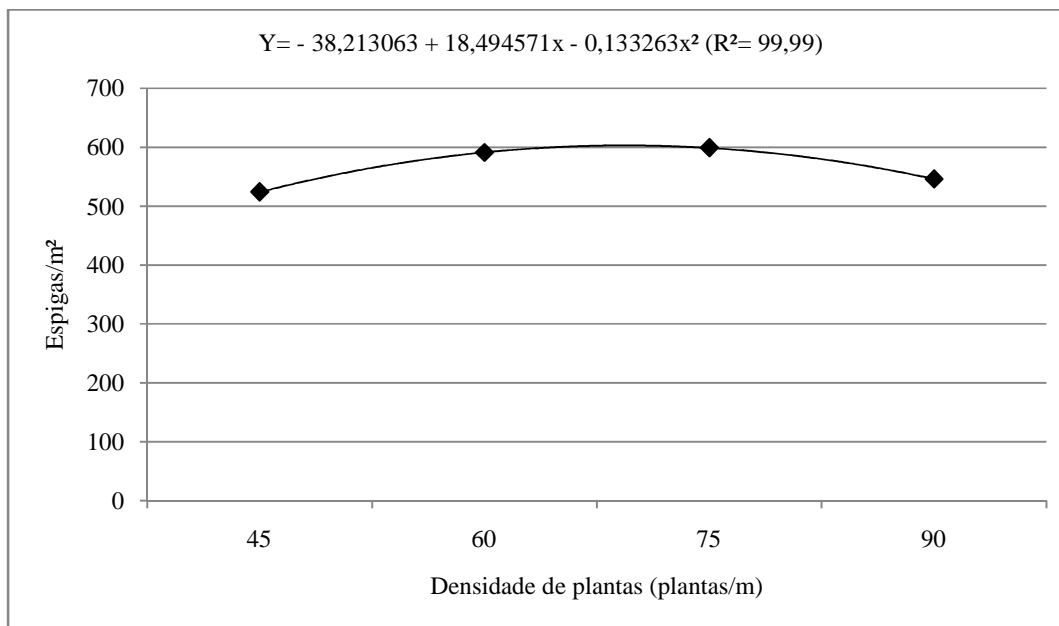


Figura 21 - Espigas por metro quadrado na cultivar de cevada BRS-Cauê em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

A produtividade de grãos é resultante da expressão e associação de diferentes componentes (CARVALHO et al., 2002). Entre esses componentes estão o número de espigas por planta, número de espiguetas por espiga e peso dos grãos, os quais dependem dos fatores de origem genética e de ambiente (CRUZ et al., 2003).

Para o número de espiguetas por espiga não ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades de plantas para as duas cultivares.

Na cultivar MN-743 ocorreram diferenças significativas com a variação dos espaçamentos para o número de espiguetas por espiga, com o maior valor para o espaçamento pareado (Tabela 28). A cultivar MN-743 respondeu de forma quadrática para as densidades de semeadura, onde o maior número de espiguetas por espiga foi na densidade de 45 plantas por metro (Figura 22).

Para cultivar BRS-Cauê a variação do espaçamento não afetou o número de espiguetas por espiga (Tabela 28). Porém, com o aumento da densidade de semeadura, a cultivar respondeu de forma linear decrescente (Figura 23). Teixeira e Rodrigues (2003) obtiveram respostas diferentes às deste trabalho, pois não observaram diferenças para o número de espiguetas por espiga entre o espaçamento simples e pareado em duas cultivares de cevada. Essa diferença pode estar relacionada com o genótipo avaliado.

Tabela 28- Espiguetas por espiga das cultivares de cevada MN-743 e BRS-Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e na média de populações de plantas. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Espacamento</u>	<u>MN-743</u>
Simple	21,9 b
Pareado	23,4 a
C.V.(%)	4,6
<u>Espacamento</u>	<u>BRS-Cauê</u>
Simple	19,3 a
Pareado	20,6 a
C.V.(%)	9,9

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

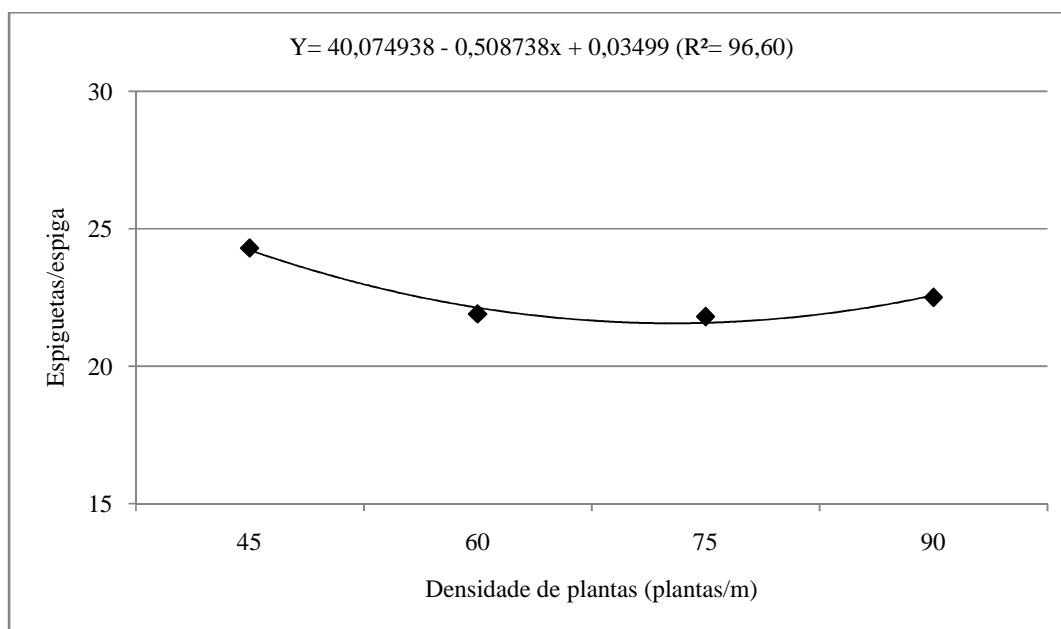


Figura 22 – Espiguetas por espiga na cultivar de cevada MN-743 em diferentes densidades de plantas (média do espaçamento simples e pareado). Ponta Grossa, PR, 2012.

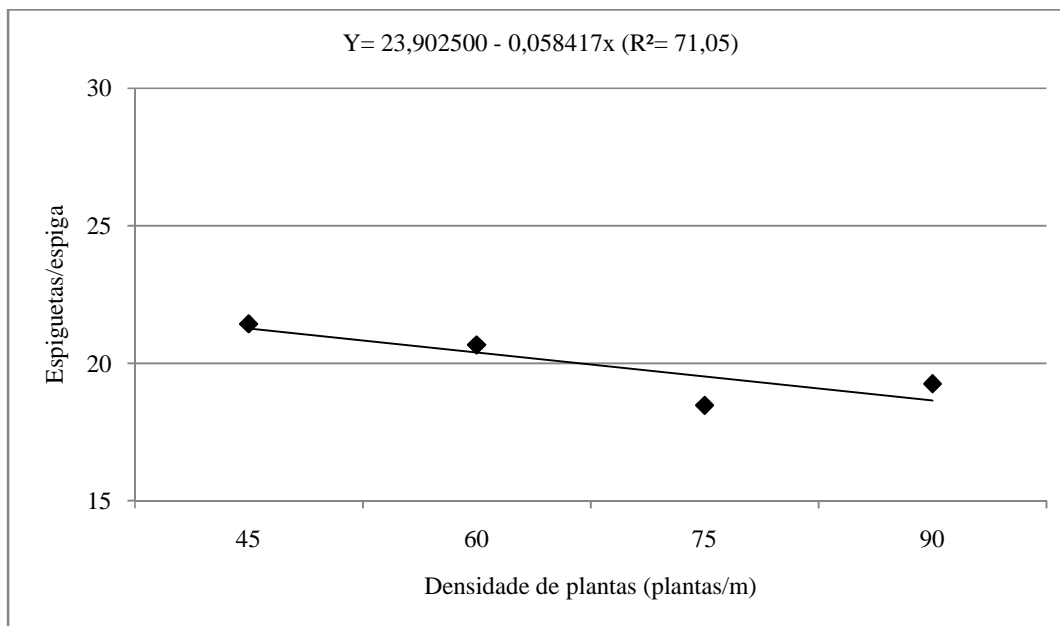


Figura 23 - Espiguetas por espiga na cultivar de cevada BRS-Cauê em diferentes densidades de plantas e na média do espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

Para a massa de mil grãos (MMG) não ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades para as duas cultivares. Para a MMG não ocorreram diferenças significativas entre os espaçamentos e resposta à variação da densidade de plantas (Tabela 29). A MMG é afetada pelo genótipo, mas principalmente pelo número de grãos por área, tendendo a aumentar ou diminuir com a diminuição ou aumento do número de grãos (BERTI, 2006; FERNANDES, 2006; PENCKOWSKI, 2006; HILGEMBERG, 2010; ZAGONEL, 2010; ZAGONEL; VENÂNCIO; KNUNZ, 2002 e VALÉRIO et al. 2008), fato que não ocorreu no presente trabalho, onde tanto a diminuição do número de fileiras ou de plantas na fileira não afetaram a MMG.

Para a produtividade ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades de plantas para as duas cultivares (Tabela 29), na cultivar MN-743 ocorreu maior produção no espaçamento simples na densidade de semeadura de 75 plantas por metro e no espaçamento pareado na densidade de 90 plantas por metro. A resposta dessa cultivar à variação da densidade de plantas, foi quadrática, tanto espaçamento simples como no pareado (Figura 24). No espaçamento simples ocorreu uma tendência de diminuição da produtividade com o aumento da densidade de plantas, com uma produção máxima na densidade de 60 plantas por metro. No espaçamento pareado a tendência foi inversa, com maior produção nas densidades mais altas, com ponto mínimo na densidade de 59 plantas por metro.

Na cultivar BRS-Cauê a variação do espaçamento causou efeito na produtividade, onde a maior produção ocorreu no espaçamento pareado em todas as densidades de plantas (Tabela 29). A variação da densidade de plantas afetou a produtividade, que respondeu de forma quadrática para o espaçamento simples e pareado, com uma tendência de incremento da produtividade com o aumento da densidade de plantas. O ponto máximo da função é encontrado na densidade de 78 e 103 plantas por metro, respectivamente, no espaçamento simples e pareado (Figura 25).

Teixeira e Rodrigues (2003) observaram que a cevada em arranjo de linhas pareadas obteve rendimento de grãos 16,8% superior ao de linhas simples. Os autores explicam que a maior produtividade em linhas pareadas pode ser, possivelmente, pelo aumento da radiação luminosa no interior do dossel da cultura durante a fase de enchimento de grãos, podendo assim melhorar as condições para realização de fotossíntese nas folhas inferiores e de perfilhos férteis e, dessa forma, incrementar o peso de grãos de forma geral, fato que pode ter ocorrido no presente trabalho na cultivar BRS-Cauê em todas as densidades de plantas e na MN-743 na densidade de 90 plantas/m.

O índice de colheita (IC) expressa a eficiência da alocação dos produtos da fotossíntese para as partes economicamente importantes da planta. Os principais fatores que afetam a expressão deste índice em cereais são a densidade de plantas, adubação nitrogenada e disponibilidade de água (DONALD; HAMBLIN, 1976; SCHUCH, et al., 2000). No presente trabalho, não ocorreram interações significativas entre os espaçamentos e as densidades para as duas cultivares e não houve respostas à variação do espaçamento entre fileiras e da densidade de plantas.

Tabela 29 - Massa de mil grãos (MMG), produtividade e índice de colheita (IC) nas cultivares de cevada MN-743 e BRS-Cauê em função de espaçamentos entre fileiras e das quatro populações. Ponta Grossa, PR, 2012.

<u>Espaçamentos</u>	<u>MMG (g)</u>	<u>MN-743</u>				<u>IC (%)</u>
		<u>Produtividade (Kg/ha)</u>				
		<u>45</u>	<u>60</u>	<u>75</u>	<u>90</u>	
Simple	44,6 a	2.337 a	2.563 a	2.580 a	2.271 b	53,5 a
Pareado	45,6 a	2.608 a	2.870 a	2.099 b	3.624 a	54,8 a
C.V.(%)	19,0			12,0		9,9
<u>Espaçamentos</u>	<u>MMG (g)</u>	<u>BRS-Cauê</u>				<u>IC (%)</u>
		<u>Produtividade (Kg/ha)</u>				
		<u>45</u>	<u>60</u>	<u>75</u>	<u>90</u>	
Simple	43,8 a	2.394 b	2.762 b	2.834 b	2.825 b	56,3 a
Pareado	44,8 a	2.735 a	2.821 a	3.119 a	3.090 a	57,3 a
C.V.(%)	4,2			2,1		9,6

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 5\%$); C.V.= coeficiente de variação.

Tabela 30 - Massa de mil grãos, produtividade e índice de colheita nas cultivares de cevada MN-743 e BRS-Cauê em função da densidade de plantas na média de dois espaçamentos entre fileiras. Ponta Grossa, PR, 2012.

MN-743		
Densidade (plantas/m)	Massa de mil grãos (g)	Índice de colheita (%)
45	47,2	54,3
60	46,8	54,3
75	46,0	54,2
90	40,4	53,9
Regressão	Ns	Ns

BRS-Cauê		
Densidade (plantas/m)	Massa de mil grãos (g)	Índice de colheita (%)
45	45,0	55,7
60	44,4	58,2
75	45,0	56,5
90	43,0	56,6
Regressão	Ns	Ns

ns: não significativo;

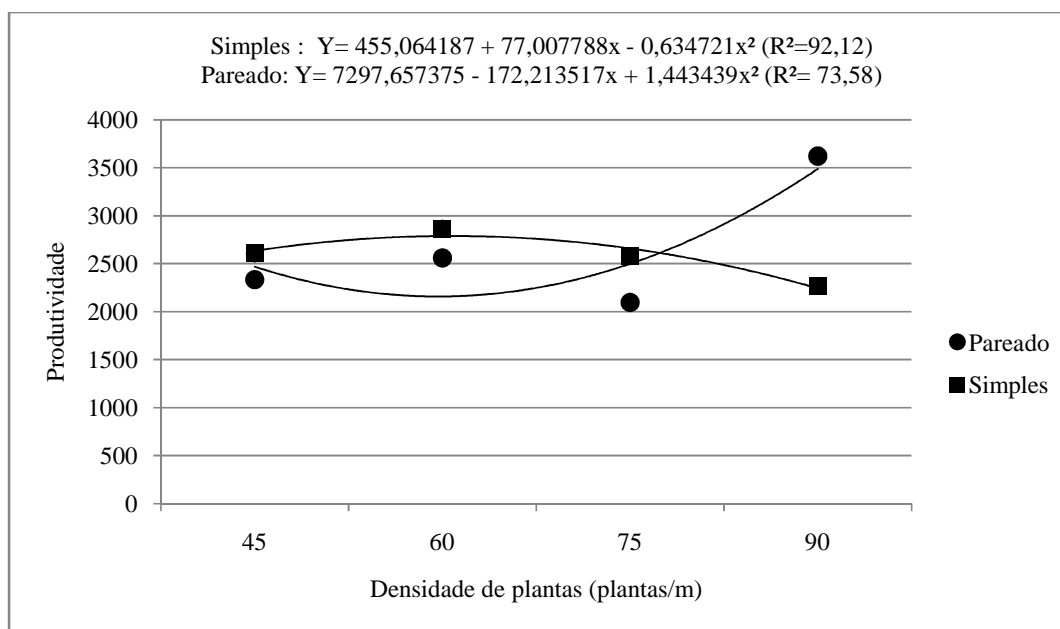


Figura 24 - Produtividade para a cultivar de cevada MN-743 em diferentes densidades de plantas no espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

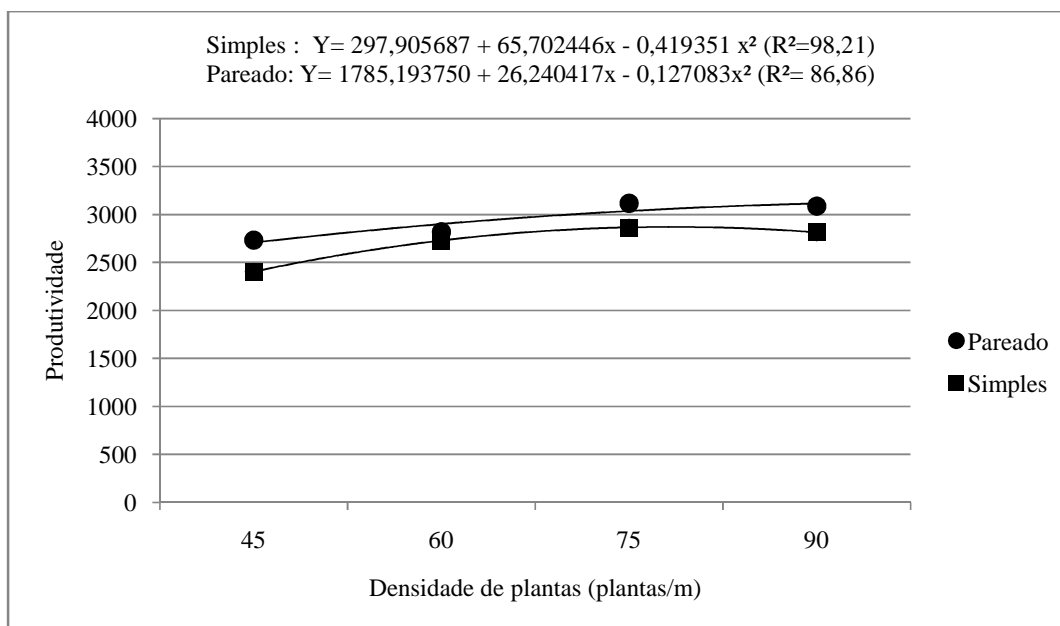


Figura 25 - Produtividade para a cultivar de cevada BRS-Cauê em diferentes densidades de plantas no espaçamento simples e pareado. Ponta Grossa, PR, 2012.

CONCLUSÕES

Para as cultivares de trigo o aumento da densidade de plantas reduziu o número de perfilhos, o diâmetro do caule e o número de espiguetas por espiga e causou uma menor massa de mil grãos, mas sem efeitos na produtividade. No espaçamento pareado o número de espigas por metro quadrado e a produtividade foram menores em relação ao espaçamento simples, mesmo com maior peso de grãos em ambas as cultivares de trigo.

Para as cultivares de cevada o aumento da densidade de plantas resultou em redução do número de perfilhos, do diâmetro do caule e do número de espiguetas por espiga, com aumento da produtividade na cultivar BRS-Cauê. Na cultivar MN-743 a produtividade foi maior na densidade de 90 plantas/m no espaçamento pareado e nas densidades de 45, 60 e 75 plantas/m no espaçamento simples.

A cultivar BRS-Câue respondeu ao espaçamento pareado com maior produtividade em relação ao espaçamento simples em todas as densidades de plantas. Na cultivar MN-743 essa maior produtividade ocorreu apenas na densidade de 90 plantas por metro e para as densidades de 45 e 60 plantas por metro não ocorreram diferenças significativas entre os espaçamentos.

A utilização do espaçamento pareado visando uma maior produtividade depende da cultura, da cultivar e da densidade de plantas, mas as condições do ambiente provavelmente têm efeito substancial nessa resposta.

REFERÊNCIAS

ABUNYEWA, A. A. **Efficient Utilization of Water and Nitrogen Resources for Grain Sorghum under Rainfed Conditions**. Theses, Dissertations, and Student Research in Agronomy and Horticulture. Agronomy and Horticulture Department. University of Nebraska – Lincoln. 2008.

AGROFIT - **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível :<http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Visualizado em 13 jun. 2012.

AHMAD, R.; HASSAN, B.; JABRAN, K. Improving crop harvest index. **Down Group of newspapers**, Ramazan, v.18, 2007.

ALMEIDA, M.L.; MUNDSTOCK, C.M. O afilamento da aveia afetado pela qualidade da luz em plantas sob competição. **Ciência Rural**, v.31, n.3, p.393º ao 4º 00, 2001.

ARGENTA, Gilber; SILVA, Paulo Regis Ferreira da and SANGOI, Luís. **Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte**. *Cienc. Rural* [online]., vol.31, n.6, pp. 1075-1084. ISSN 0103-8478, 2001.

BALLARÉ, C. L.; CASSAL, J. J. Light signals perceived by crop and weed plants. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 67, n. 1, p. 149-160, 2000.

BALLARÉ, C. L.; SCOPEL, A. L.; SANCHEZ, R. A.; et al. Photomorphogenic processes in the agricultural environment. **Photchem. Photobiol**, v. 56, p. 777-788, 1992.

BERTI, M. **Doses e épocas de aplicação de reguladores de crescimento e doses de nitrogênio afetando cultivares de trigo** Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Curso de Pós-Graduação em Agricultura, Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa. 79 f. Ponta Grossa: 2006.

BLUM, A. ; NAVEH. M. 1976. Improved water-use efficiency in dryland grain sorghum by promoted plant competition. **Agron. J.** 68: 111-116.

BRACHTVOGEL , E. L. **Densidades e arranjos populacionais de milho e componentes agrônômicos**. Botucatu: 2008. Dissertação (Mestre em Agronomia- Agricultura) – Curso de Pós-Graduação em Agricultura, UNESP.

CAMARGO, C. E.O., TULMANN NETO, A., FERREIRA FILHO, A.W.P. Evaluation of wheat genotypes rginated from interespecific crossings and gamma radiation. **Sci. Agric.** (Piracicaba, Brasil), vol. 52, n. 1, p.25-37, 1995.

CAMARGO, C. E. O.; FELICIO, J.C. ; FERREIRA FILHO, A. W. P.; FREITAS, J. G.; BARROS, B. C. ; ROCHA FILHO, L. S. linhagens diaploides de trigo: produção de grãos, características agrônômicas e tolerância à toxicidade de alumínio. **Bragantia**. V.58, n. 2, p. 235-246. 1999.

CARNEIRO, L. M. T. A. et al. Diferentes épocas de colheita, secagem e armazenamento na qualidade de grãos de trigo comum e duro. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p.127-137, 2005.

CARVALHO, F.I.F. de. Genética quantitativa. In: OSÓRIO,E.A. **Trigo no Brasil**. São Paulo: Fundação Cargill, 1982. v.1, cap.3, p.63-94.

CARVALHO, C.G.P. et al. Correlação e análise de trilha em linhagens de soja semeadas em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.311-320, 2002.

CASTRO, P. R. C.; KLUNGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca**. São Paulo: Nobel, 1999.

COLLINS, R., BUCK, S., D. REID, AND G. SPACKMAN. Manipulating row spacing to improve yield reliability of grain sorghum in central Queensland. In Proc. 13th **Agron. Conf.** 10-14 September 2006, Perth, Western Australia. 2006.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em <http://www.conab.gov.br>. Acessado em 01.05.2012

CRUZ, P. J. et al. Influência do acamamento sobre o rendimento de grãos e outros caracteres em trigo. **Revista Brasileira de Agrociências**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 05-08, 2003.

DAVIDSON, D.J.; CHEVALIER, P.M. Preanthesis tiller mortality in spring wheat. **Crop Science**, v.30, p.832-836, 1990.

DESTRO, D. et al. Main Stem and Tiller Contribution to Wheat Cultivars Yield Under Different Irrigation Regimes. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 44, n. 4, p. 325-330, 2001.

DIDONET, A.D.; COSTA, J. GOMES C. DA. Populações de plantas e rendimento de grãos em feijoeiro comum de ciclo precoce. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, n.2, p.105-109, 2004.

DONALD, C.M.; HAMBLIN, J. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. **Advances in Agronomy**, v.28, p.351-405, 1976.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Yield response to water. Rome: **FAO**, 306p. 1979.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 306 p. 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **BR Cauê**. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/cevada/cultivares/BRS-_Cauê.pdf. Acesso: 5fev. 2012.

EVANS, L. T.; WARDLAW, I. F.; FISCHER, R. A. Wheat. In: EVANS, L. T., **CROP PHYSIOLOGY-SOME CASE HISTORIES**. Cambridge: **Cambridge University Press**, p.101-149, 374 p. 1975.

EVERS, J.B.; VOS, J.; ANDRIEU, B.; STRUIK, P.C. Cessation of Tillering in Spring Wheat in Relation to Light Interception and Red: Far-red Ratio. **Annals of Botany**, v. 97, p. 649-658, 2006.

FAO. 2007. Food and Agriculture Organization of the united nation (**FAO**)

FERNANDES, E.C. **População de plantas e regulador de crescimento afetando a produtividade de cultivares de trigo**. Ponta Grossa: 2006. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Curso de Pós-Graduação em Agricultura, Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa.

FISCHER, R.A.; MILES, R.E. The role of spatial pattern in the competition between crop plants and weeds. A theoretical analysis. **Mathematical Biosciences**, New York, v.18, p.335-350, 1973.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. Passo Fundo: UPF, 2004.

FRANCESCHI, L. **Adaptabilidade e estabilidade e efeito de variáveis meteorológicas sobre a qualidade industrial de genótipos de trigo no estado do Paraná** / Lucia de Franceschi. Pato Branco. UTFPR, 2009.

GOMES, L. S.; BRANDÃO, A. M.; BRITO, C. H.; MORAES, D. F.; LOPES, M. T. Resistência ao acamamento de plantas e ao quebramento do colmo em milho tropical. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.45, n.2, p.140-145, fev. 2010.

HILGERMBERG, P. **Densidade de plantas e reguladores de crescimento afetando o trigo**. Ponta Grossa, PR. 2010. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Curso de Pós-Graduação em Agricultura, Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa.

HIRANO, J. Effects of rain in ripening period on the grain quality of wheat. **Japan Agricultural Research Quarterly**, Ibaraki, v.10, n.4, p.168-173, 1976.

HOLEN, D.L.; BRUCKNER, P.L.; MARTIN, J.M.; CARLSON, G.R.; WICHMAN, D.M.; BERG, J.E. Response of winter wheat to simulated stand reduction. **Agronomy Journal**, v.93, p.364-370, 2001.

IAPAR. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ . **Informações técnicas para a cultura de trigo no Paraná - 1999**. Londrina, 1999.148p. (IAPAR, Circular,106).

IAPAR. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Paraná – Mapa de precipitação**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 10 dez. 2012a.

IAPAR. INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Cartas climáticas do Paraná – Mapa de temperatura**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=856>>. Acesso em: 10 dez. 2012b.

KENDRICK, R. E.; KRONENBERG, G. H. M. **Photomorphogenesis in plants**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 580 p. 1986.

KLEIN R.N. Skip-row corn provides improved drought tolerance. **CropWatch**. Lincoln, NE: University of Nebraska-Lincoln. January 9, 2009.

KORRES N. E., FROUD-WILLIAMS R. J. Effects of winter wheat cultivars and seed rate on the biological characteristics of naturally occurring weed flora. **WeedResearch**, vol. 42, p. 417-428. 2002.

LAZZAROTTO, C. **Avaliação da produtividade da cultura do trigo (*Triticum aestivum* (L.) Thell), em função da época de plantas, na região de Dourados.** Piracicaba, 71 p., Dissertação (M.S.) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiros”, Universidade de São Paulo, 1992.

MANFRON, P. A.; LAZZAROTTO, C.; MEDEIROS, S. L. P. TRIGO- Aspectos agrometeorológicos. **Ciência Rural**, v.23, n.2, p.233-239, 1993.

MILROY, S. P.; BANGE, M. H., HEARN A. B. Row configuration in rainfed cotton systems: modification of the OZCOT simulation model. **Agricultural Systems**, 82, 1-16. 2004.

MOHLER C. L. Enhancing the competitive ability of crops. **Ecological Management of Agricultural Weeds**. – Cambridge, UK, 2001, p. 231° ao 2°69

MOTA, F. S. **Clima, tecnologia e produtividade do trigo no Brasil.** In: MOTA, F. S., Agrometeorologia do trigo no Brasil. Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, P.1-35.1989.

MOTZO, R.; GIUNTA, F.; DEIDDA, M. Expression of a tiller inhibitor gene in the progenies of interspecific crosses *Triticumaestivum*L. x *T. turgidum*subsp. *durum*. **Field CropsResearch**, v.85, p.15-20, 2004.

MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo.** Porto Alegre: Editora do Autor, 1999. 228p.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A.; BEZERRA NETO, E. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleiras submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Viçosa**, v. 13, n. 1, p. 75-87, 2001.

NORRIS, R.F. et al. Spatial arrangement, density, and competition between barnyardgrass and tomato: I. Crop growth and yield. **Weed Science**, Lawrence, v.49, n.1, p.61-68, 2001.

OLSEN, J.; KRISTENSEN, L.; WEINER, J. Effects of density and spatial pattern of winter wheat on suppression of different weed species. **WeedSci.**, v. 53, n. 5, p. 690-94, 2005.

OR Sementes. Cultivar **Marfim**. Disponível em: <http://www.orsementes.com.br/index.php?id_menu=ver_cultivar&id_cultivar=28&title=MARFIM> Acesso: 5 fev. 2012

OTTOMAN, M.J., WELCH, L.F. Planting patterns and radiation interception, plant nutrient concentration, and yield in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.81, n.2, p.167-174, 1989.

OZTURK, A.; CAGLAR, O.; BULUT, S. Growth and yield response of facultative wheat to winter sowing, freezing sowing and spring sowing at different seeding rates. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.192, p.10-16, 2006.

PARAJULEE, M. N., R. B. SHRESTHA, J. E. SLOSSER, AND D. G. BORDOVSKY. Effects of skip-row planting pattern and planting date on dryland cotton insect pest abundance and selected plant parameters. **Southwestern Entomologist** 36: 21-39. 2011

PELTONEN, J.; PELTONEN-SAINIO, P. Breaking Uniculm Growth Habito f Spring Cereals at High Latitudes by Crop Management. II. Tillering, Grain yield and Yield Components. **J. agronomy & Crop science**, v. 178, p. 87-95, 1997.

PENCKOWSKI, L. H. **Efeitos do trinexapac-ethyl e do nitrogênio na produtividade da cultura do trigo**. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) – Curso de Pós- graduação em Agricultura, Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa: 2006.

RAJCAN, I.; SWANTON, C. J. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. **Field Crop Reserarch**, Amsterdam, v. 71, n.1, p. 139-150, 2001.

REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 13., 2004, Goiânia. **Informações técnicas para a cultura de trigo na região do Brasil Central: safras 2005 e 2006**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão; Planaltina: Embrapa Cerrados; Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 82p. (Documentos, 173).

RICHARDS, R.A. A tiller inhibition gene in wheat and its effect on plant growth. **Australian Journal of Agricultural Science**, v.39, p.749-757, 1988.

ROCHA, A. B. **Características de genótipos de aveia e de trigo e suas relações com a quebra de colmos**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 126p. 1996.

RODRIGUES, O., DIDONET, A. D., TEIXEIRA, M. C. C., ROMAN, E. S. Reguladores de crescimento. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento** n. 14, ISSN 1518-6490- Passo Fundo –RGS, Dezembro, 2003.

ROUTLEY, R., I. BROAD, G. MCLEAN, J. WHISH, AND G. HAMMER. 2003. The effect of row configuration on yield reliability in grain sorghum: 1. Yield, water use efficiency and soil water extraction. In Proc. 11th Aust. **Agron. Conf., Geelong**, Victoria. 2–6 Feb. 2003.

SCHEEREN, P.L.; CARVALHO, F.I.F.; FEDERIZZI, L.C. Resposta do trigo aos estresses causados por baixa luminosidade e excesso de água no solo. Parte II: Teste no campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p.605-619, 1995.

SCHMITT, J.; WULFF, R. D. Light spectral quality phytochrome and plant competition. **Tree**, Victoria, v. 8, p. 47-51, 1993.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; MAIA, M.S. Emergência em campo e crescimento inicial de aveia preta em resposta ao vigor das sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.6, n.2, p. 97-101, 2000.

SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Trigo – **Análise da Conjuntura Agropecuária**. Responsável: C. Hugo W. Godinho. 2013.

SEGANFREDO, R. Seleção de variedade de trigo para o ano agrícola de 1999. **Informativo Fundação ABC**, v.1, n.2, p.16-17, 1999.

SILVA, P.R.F.; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M.L. Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho. Porto Alegre: **Evangraf**, 2006. 63p.

SILVA, d. b. d. ET AL. Intercâmbio e conservação de germoplasma de cevada a longo prazo no Brasil. **Magistra**, v. 19, n.4, p. 399-403, out/dez 2007.

SINCLAIR, T.R. Limits to crop yield? In: BOOTE, K.J. (Ed.). **Physiology and determination of crop yield**. Madison : American Society of Agronomy/Crop Science Society of America/Soil Science Society of America, p.509-532. 1994.

SLAFER GA, CONNOR DJ, HALLORAN GM. Rate of leaf appearance and number of leaves in wheat: effects of duration and rate of change of photoperiod. **Annals of Botany** 74. 1994.

SMANHOTTO, A. et al. Características físicas e fisiológicas na qualidade industrial de cultivares e linhagens de trigo e triticale. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.4, p.867-872, 2006.

SOBER. **Políticas governamentais e a coordenação da cadeia do trigo no Brasil**. Disponível em: <http://www.sober.org.br/palestra/15/952.pdf>. Acesso: 12, março, 2013

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TEIXEIRA, M. C. C.; RODRIGUES, O. Efeito da adubação nitrogenada, arranjo de plantas e redutor de crescimento no acamamento e em características de cevada. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 2003.

THOMAS, G. A., A. V. FRENCH, J. H. LADEWIG, AND C. J. LATHER. Row spacing and population density effects on yield of grain sorghum in Central Queensland. **Queensland J. Agric. Sci.**, 37: 66 – 67 1980.

THOMAS, G.A., R.J.K. MYERS, M. A. FOALE, A. V. FRENCH, B. HALL, J. H. LADEWIG, A. A. DOVE, G. K. TAYLOR, E. LEFROY, P. WYLIE, AND G. D. STIRLING. Evaluation of row spacing and population density effects on grain sorghum over a range of northern Australian environments. **Aust. J. Expt Agric. Husb.** 21: 210 – 217. 1981.

VALÉRIO, I.P.; CARVALHO, F.I.F.; OLIVEIRA, A.C. de et al. Desenvolvimento de afilhos e componentes do rendimento em genótipos de trigo sob diferentes densidades de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, p. 319-326, 2008.

WEINER, J., GRIEPENTROG, H.-W. & KRISTENSEN, L. Suppression of weeds by spring wheat *Triticum aestivum* increases with crop density and spatial uniformity. **Journal of Applied Ecology**, p. 784–790. 2001.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 331-339, 2007.

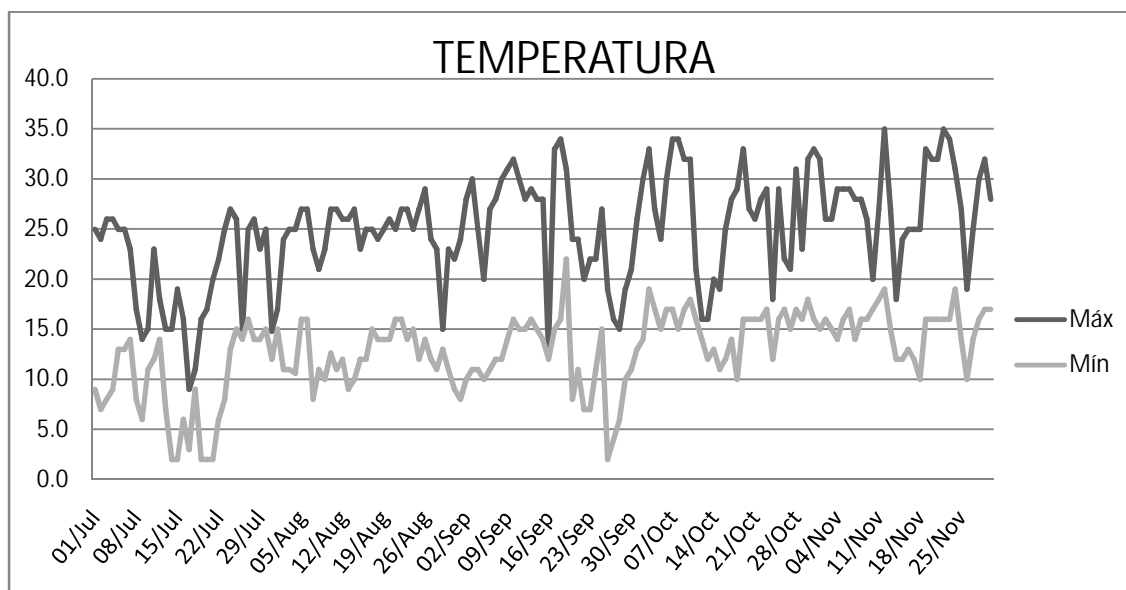
ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C.; KORELLO, S. Efeitos de regulador de crescimento (trinexapac-ethyl), da irrigação e da dose de nitrogênio na cultura do trigo. 34 In: REUNIAO DA COMISSAO CENTRO-SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 20. 2005, Londrina. **Resumos e Atas**. Londrina: Embrapa Soja, 2005, p. 130-134. 75.

ZAGONEL, J. et al. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, v.32, n.1, p.25-29, 2002.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W.S.; KUNZ, R.P. Efeito de regulador de crescimento na cultura do trigo submetido a diferentes doses de nitrogênio e densidades de plantas. **Planta Daninha, Viçosa, v.20, n.3, p.471-476, 2002.**

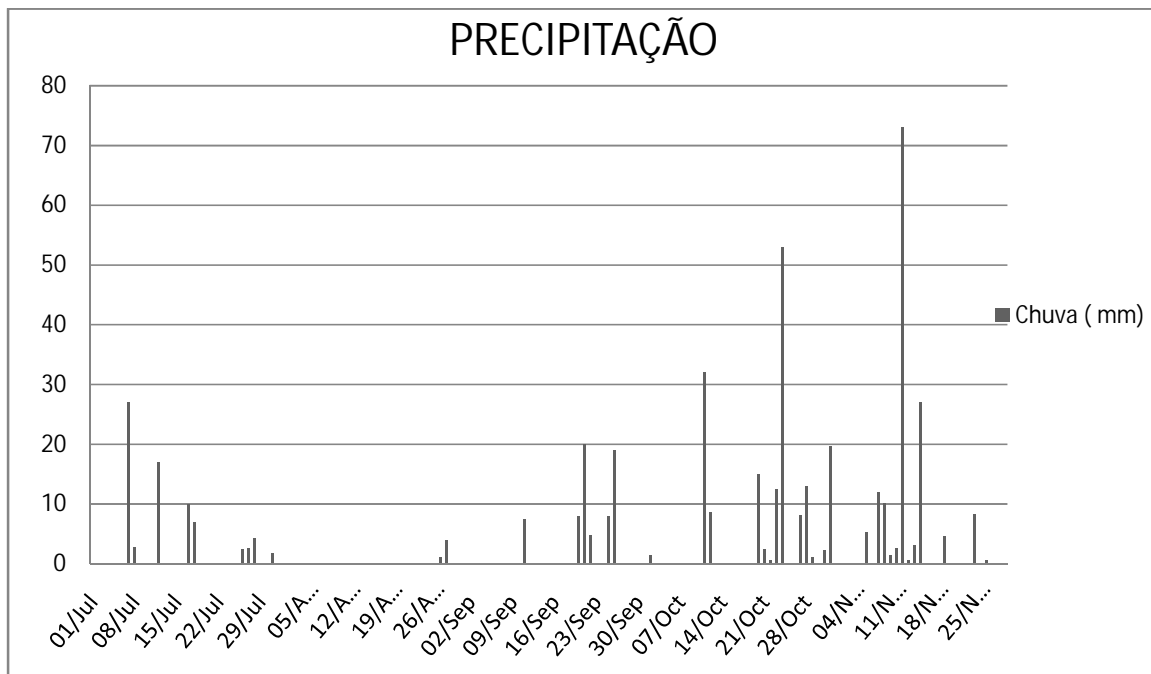
ZANATTA, Ana C. A; OERLECKE, Dênio. Efeito de genes de nanismo sobre alguns caracteres agronômicos e morfológicos de *Triticum aestivum* (L.) Thell. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 26 p. 1001-1016. 1991.**

ANEXO 1



Anexo 1 - Temperaturas máximas e mínimas ocorridas no decorrer do experimento com trigo e cevada. Ponta Grossa, PR. 2012. (Fonte: IAPAR)

ANEXO 2



Anexo 2 - Precipitação pluvial ocorridas no decorrer do experimento com trigo e cevada. Ponta Grossa, PR. 2012. (Fonte: IAPAR)