



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DO TRIGO DUPLO
PROPÓSITO NA REGIÃO DO DISTRITO FEDERAL**

FÁBIO PEDRO DA SILVA BATISTA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

BRASÍLIA/DF
JULHO/2011



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DO TRIGO DUPLO
PROPÓSITO NA REGIÃO DO DISTRITO FEDERAL

FÁBIO PEDRO DA SILVA BATISTA

ORIENTADORA: MARIA LUCRÉCIA GEROSA RAMOS
CO-ORIENTADOR: WALTER QUADROS RIBEIRO JÚNIOR

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
EM AGRONOMIA

PUBLICAÇÃO: 36/2011

BRASÍLIA/DF
JULHO/2011



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DO TRIGO DUPLO
PROPÓSITO NA REGIÃO DO DISTRITO FEDERAL**

FÁBIO PEDRO DA SILVA BATISTA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM AGRONOMIA.

APROVADA POR:

MARIA LUCRÉCIA GEROSA RAMOS, Ph.D. (ORIENTADORA)/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV - UnB)/CPF: 002.094.438-12. e-mail: lucrecia@unb.br

SÉRGIO LÚCIO SOLOMON CABRAL FILHO, Dr. (Examinador Interno não vinculado ao programa)/(Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV - UnB)/CPF 213.078.368-60. e-mail: slcabral@unb.unb.br

ROBÉLIO LEANDRO MARCHÃO, Dr. (Examinador externo)/(Embrapa Cerrados - CPAC)/CPF 861.160.701-59. e-mail: robelio.leandro@cpac.embrapa.br

BRASÍLIA/DF, 11 de JULHO de 2011.

FICHA CATALOGRÁFICA

Batista, Fábio Pedro da Silva.

Viabilidade da Implantação do Trigo Duplo Propósito na Região do Distrito Federal. / Fábio Pedro da Silva Batista; orientação de Maria Lucrecia Gerosa Ramos e co-orientação de Walter Quadros Ribeiro Júnior. – Brasília, 2011.

168 p. : il.

Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2011.

1. Trigo de Duplo Propósito (TDP). 2. Integração Lavoura Pecuária (ILP). 3. Valor Nutritivo do Trigo como Forragem. 4. Atributos Microbiológicos do Solo. I. Ramos, M. L. G. II Ph.D.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BATISTA, F. P. S. **Viabilidade da Implantação do Trigo Duplo Propósito na Região do Distrito**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2011, 168 p. Dissertação de Mestrado.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Fábio Pedro da Silva Batista.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Viabilidade da Implantação do Trigo Duplo Propósito na Região Distrito Federal.

GRAU: Mestre ANO: 2011

É concedida à Universidade de Brasília de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

Fábio Pedro da Silva Batista

CPF: 010.729.694 – 24

Quadra 09, Casa 04, Etapa “D”, Valparaíso I.

7287 – 6445 – Valparaíso/GO – Brasil.

Tel. (061) 8129 – 2932

Email: pedro.fabio@gmail.com

Dedico este trabalho aos meus amados pais:

Maria Antônia da Silva Batista e José Pedro Batista Sobrinho

In memorium: Cassimiro Pedro Batista e Maria Benedita Fidelis de Moura.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus e ao Meu Senhor Salvador Jesus Cristo que mediante ação do Espírito Santo tem sido autor e consumidor da minha fé e cujas mãos abençoaram esse projeto.

Em segundo lugar agradeço a todos que contribuíram intelectualmente para a realização desse projeto:

Aos meus orientadores, Dra. Maria Lucrécia Gerosa Ramos e o Dr. Walter Quadros Ribeiro Júnior, os quais me conduziram com excelência e sabedoria.

Ao Dr. Professor Lúcio Vivaldi por sua ilustre contribuição e sapiência na análise dos dados estatísticos.

Ao Dr. Lourival Vilela pelos seus conselhos os quais permitiram uma condução mais racional do experimento.

À Auri Fernandes, pela sua experiência e essencial contribuição para o andamento das atividades no campo.

Ao Franz, Sr. Edson, Sr. Domingos e outros tantos que em muitas situações me auxiliaram nos manejos e tratos culturais do experimento.

Ao Manoel Lacerda (Neto), Ana Paula, Ricardo, Darlan, Chico, Delvico e Vilderete, pessoas que não mediram esforços em me ajudar nas análises laboratoriais.

À Universidade de Brasília (UnB) e a Embrapa - CPAC, instituições que apoiaram e financiaram esse projeto.

Agradeço aqueles que contribuíram imensamente para o meu desenvolvimento pessoal e profissional:

À Dra. Vivian Loges (UFRPE), Dra. Izabel Galdino (UFRPE), Mary e Jandelson Gouveia.

Agradeço àqueles os quais tenho orgulho de chamar de família e cujas palavras, ações ou lembranças me fortaleceram dia após dia para encarar os desafios desse projeto:

À minhas tias-mães: Maria José (Mezé), Severina Batista (Naza) e Ladjane (Dí).

À minhas tias Socorro (de tio Marinho), Beronice (Teteia), Beronete (Tetinha) e Jozinete (Zinete); aos meus tios Amaro Pedro (Marinho) e Antônio (Tonho); às minhas avós Severina e Jocelina.

À Meus primos-irmãos: Beroaldo Jr., Verdiana Freitas, João Neto, Beronete (Neta), Poliana, Hellen, Roberta e Marcos; ao Rômulo César e Werdiana Batista; à Maria Anunciada (Nanci), Francisco (Chico de Mada), Flávio, Gustavo e Antônio Batista; à Givaldo, Eduardo e Pedro; ao Wesley, Eduardo (Husk), Maurício, Loraine, Martha (martinha).

Agradeço aqueles cujos exemplos, ações e caráter me firmaram nos caminhos da fé, aos meus pastores:

Willian e Inara; Gladson e Alessandra; Marcelo e Sidneia; Isaque e Rosana; e ao Joel (Irmão Joel - Amaraaji).

Finalmente, agradeço aos meus amigos (irmãos), aqueles sem os quais a vida não teria sentido algum, e cujos valiosos momentos vivenciados me proporcionaram ânimo para vencer a rotina:

Ao Sr. Benjamin Soares, Rafael Phedhues, Urubatan, Wallison e Dyorgge; ao Bruno Rafael, Alexandre Silveira, Orlando de Andrade, Bárbara Passos, Adja Maria, Kelly de França, Fábio Henrique, Félix Iroshi (Júnior) e Wilks Henrique; à irmã Vera, Wilks e Wilka; ao Báu Cícero e Mariquinha; à Geovana, Martha (Nina), Moisés (Bosa), Josias (Doda), Marcos e Marcelo.

*“Em verdade, em verdade vos digo: Se o grão de trigo caindo na terra não morrer, fica ele só;
mas se morrer, dá muito fruto”. João 12.24.*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. OBJETIVOS	7
2.1. OBJETIVOS GERAIS	7
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
3.1. HISTÓRICO DO TRIGO NO BRASIL	8
3.2. CENÁRIO DO TRIGO NA ECONOMIA MUNDIAL E BRASILEIRA	9
3.3. ADAPTABILIDADE DO TRIGO AO SISTEMA DE DUPLO PROPÓSITO NO BRASIL CENTRAL	13
3.3.1. Adaptabilidade Genética	13
3.3.2. Adaptabilidade Climática	15
3.4. O ESTABELECIMENTO DO TRIGO DE DUPLO PROPÓSITO NO BRASIL CENTRAL	20
3.4.1. O Trigo de Duplo Propósito e a Estacionalidade das Forrageiras Tropicais	20
3.4.2. O Trigo de Duplo Propósito e a integração Lavoura-Pecuária	21
3.4.3. Características do Sistema de Trigo de Duplo Propósito	24
3.5. O TRIGO DE DUPLO PROPÓSITO E OS ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO	35
3.5.1. A Matéria Orgânica e os Atributos Microbiológicos do Solo	36
3.5.2. Indicadores Microbiológicos do Solo	38
3.5.3. A Rizosfera do Trigo e os Microrganismos do Solo	43
3.5.4. Efeito da Rizosfera nas Propriedades Físico-Químicas do Solo	46
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
CAPÍTULO I – AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO E VALOR NUTRITIVO DA BIOMASSA DO TRIGO DE DUPLO PROPÓSITO CULTIVADO NO DISTRITO FEDERAL	66
1. INTRODUÇÃO	68
2. MATERIAL E MÉTODOS	70
2.1. CARACTERIZAÇÃO EDAFO-CLIMÁTICA	70
2.2. HISTÓRICO E DIMENSIONAMENTO DA ÁREA EXPERIMENTAL	70
2.3. PREPARO DO SOLO	71
2.4. IRRIGAÇÃO	72
2.5. ESTABELECIMENTO DOS CORTES	72
2.6. COLHEITA DO TRIGO	72
2.7. ANÁLISES DE CUSTOS DE PRODUÇÃO	73
2.8. METODOLOGIA DAS ANÁLISES LABORATORIAIS	73
2.8.1. Fibra em Detergente Neutro (FDN)	74
2.8.2. Fibra em Detergente Ácido (FDA)	74
2.8.3. Digestibilidade in vitro da Matéria Seca (DIVMS)	75
2.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA	76

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
3.1. FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO (FDN)	77
3.2. FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO (FDA)	79
3.3. DIGESTIBILIDADE <i>IN VITRO</i> DA MATÉRIA SECA (DIVMS)	80
3.4. PRODUÇÃO DE GRÃO E FORRAGEM PARA FENO	82
3.5. RENDIMENTO ECONÔMICO DO TRIGO DE DUPLO PROPÓSITO	84
4. CONCLUSÕES	87
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
CAPÍTULO II – EFEITOS DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NO TRIGO DE DUPLO PROPÓSITO CULTIVADO NO DISTRITO FEDERAL	92
1. INTRODUÇÃO	94
2. MATERIAL E MÉTODOS	96
2.1. CARACTERIZAÇÃO EDAFO-CLIMÁTICA	96
2.2. HISTÓRICO E DIMENSIONAMENTO DA ÁREA EXPERIMENTAL	96
2.3. ESTRATÉGIA DA ADUBAÇÃO	97
2.4. IRRIGAÇÃO	98
2.5. ESTABELECIMENTO DOS CORTES	98
2.6. COLHEITA DO TRIGO	98
2.7. ANÁLISES DE CUSTOS DE PRODUÇÃO	98
2.8. METODOLOGIA DAS ANÁLISES LABORATORIAIS	99
2.8.1. Fibra em Detergente Neutro (FDN)	99
2.8.2. Fibra em Detergente Ácido (FDA)	100
2.8.3. Digestibilidade in vitro da Matéria Seca (DIVMS)	100
2.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA	102
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	103
3.1. FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO (FDN)	103
3.2. FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO (FDA)	105
3.3. DIGESTIBILIDADE <i>IN VITRO</i> DA MATÉRIA SECA (DIVMS)	106
3.4. PRODUÇÃO DE FORRAGEM PARA FENO	107
3.5. PRODUÇÃO DE GRÃO	110
3.6. RENDIMENTO ECONÔMICO DO TRIGO DE DUPLO PROPÓSITO	112
4. CONCLUSÕES	116
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
CAPÍTULO III – EFEITOS DO SISTEMA DE TRIGO DE DUPLO PROPÓSITO NOS ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO NO DISTRITO FEDERAL	121
1. INTRODUÇÃO	123
2. MATERIAL E MÉTODOS	125
2.1. CARACTERIZAÇÃO EDAFO-CLIMÁTICA	125

2.2. HISTÓRICO E DIMENSIONAMENTO DA ÁREA EXPERIMENTAL	125
2.3 PREPARO DO SOLO	126
2.4. IRRIGAÇÃO	127
2.5. ESTABELECIMENTO DOS CORTES	127
2.6. COLHEITA DO TRIGO	127
2.7. ANÁLISES DE CUSTOS DE PRODUÇÃO	127
2.8. METODOLOGIAS DAS ANÁLISES DO SOLO	128
2.8.1. Coleta do Solo	128
2.8.2. Carbono Orgânico Total	129
2.8.3. Nitrogênio Total	129
2.8.4. Respiração Basal	130
2.8.5 Carbono da Biomassa Microbiana do Solo	130
2.8.6 Nitrogênio da Biomassa Microbiana do Solo	131
2.8.7. Quociente Metabólico (qCO₂), Quociente Microbiano (qMIC) e Relação N_{BMS}:N_{total}	132
2.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA	134
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	135
3.1. CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT) E NITROGÊNIO TOTAL (N _{TOTAL})	135
3.2. RESPIRAÇÃO BASAL	137
3.3. CARBONO DA BIOMASSA MICROBIANA DO SOLO (BMS-C) E NITROGÊNIO DA BIOMASSA MICROBIANA DO SOLO (BMS-N)	138
3.4. QUOCIENTE METABÓLICO (QCO ₂), QUOCIENTE MICROBIANO (QMIC) E RELAÇÃO NITROGÊNIO DA BIOMASSA MICROBIANA/NITROGÊNIO TOTAL (BMS-N/N _{TOTAL})	139
3.5. PRODUÇÃO DE GRÃO E FORRAGEM PARA FENO	142
3.6. RENDIMENTO ECONÔMICO	144
4. CONCLUSÕES	148
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	149
CONSIDERAÇÕES FINAS	154
ANEXOS	155
FIGURAS	155
TABELAS	163

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. 1 Série histórica das precipitações, temperaturas máximas e mínimas, e da radiação solar de 1974 a 2010 e dos anos de condução do experimento (2009 e 2010).	70
Tabela 1. 2 Valores do teste F para a Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Digestibilidade <i>in vitro</i> da Matéria Seca (DIVMS), Produção de Biomassa Acumulada (PBA) e Produção de Grãos (PG) relacionados ao efeito dos cortes, das espécies e da interação entre os mesmos.	77
Tabela 1. 3 Efeito do corte sobre a Fibra em Detergente Neutro (FDN) das forragens obtidas de cultivares de trigo selecionado para cultivo em Duplo Propósito na região do Distrito Federal.	78
Tabela 1. 4 Efeito do corte sobre a Fibra em Detergente Ácido (FDA) das forragens obtidas de cultivares de trigo selecionado para cultivo em Duplo Propósito na região do Distrito Federal.	80
Tabela 1. 5 Efeito do corte sobre a Digestibilidade <i>in vitro</i> da Matéria Seca (DIVMS) das forragens de cultivares de trigo selecionado para cultivo em Duplo Propósito no Distrito Federal.	81
Tabela 1. 6 Rendimento médio da produção biomassa acumula (feno com 15% de umidade) e da produção de grãos nas cultivares de trigo selecionado para cultivo em Duplo Propósito no Distrito Federal.	83
Tabela 2. 1 Série histórica das precipitações, temperaturas máximas e mínimas, e da radiação solar de 1974 a 2010 e dos anos de condução do experimento (2009 e 2010).	96
Tabela 2. 2 Valores do teste de F para Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Neutro Ácido (FDA), Digestibilidade <i>in vitro</i> da Matéria Seca (DIVMS), Produção de Biomassa Acumulada (PBA) e Produção de Grãos (PG) relacionados aos efeitos do cortes, das doses de N e da interação entre os mesmos.	103
Tabela 2. 3 Efeito da adubação nitrogenada e dos cortes sobre a Fibra em Detergente Neutro (FDN) da forragem do trigo Frontana utilizada no sistema integrado de Duplo Propósito na região do Distrito Federal.	104
Tabela 2. 4 Efeito da adubação nitrogenada e dos cortes a Fibra em Detergente Ácido (FDA) da forragem do trigo Frontana utilizada no sistema integrado de Duplo Propósito na região do Distrito Federal.	105
Tabela 2. 5 Efeito da adubação nitrogenada e dos cortes sobre a Digestibilidade <i>in vitro</i> da Matéria Seca (DIVMS) da forragem do trigo Frontana utilizada no sistema integrado de Duplo Propósito na região do Distrito Federal.	107
Tabela 2. 6 Rendimento médio da produção biomassa acumula (feno com 15% de umidade) na cultivar de Trigo de Duplo Propósito Frontana submetida a doses de N e números de cortes no Distrito Federal.	108
Tabela 2. 7 Regressão da produtividade de biomassa acumulada (feno com 15% de umidade) em função da adubação nitrogenada realizada em cada corte do trigo Frontana no sistema TDP.	109
Tabela 2. 8 Rendimento médio da produção de grãos na cultivar de Trigo de Duplo Propósito Frontana submetida a doses de N e número de cortes no Distrito Federal.	110
Tabela 2. 9 Regressão da produtividade de grãos em função da adubação nitrogenada em cada corte realizado do trigo Frontana no sistema TDP.	111

Tabela 3. 1 Série histórica das precipitações, temperaturas máximas e mínimas, e da radiação solar de 1974 a 2010 e dos anos de condução do experimento (2009 e 2010).	125
Tabela 3. 2 Valores do teste F para o Carbono Orgânico Total (COT), Nitrogênio Total (N_{Total}), Carbono da Biomassa Microbiana do Solo (BMS-C), Respiração Basal (RB), Nitrogênio da Biomassa Microbiana do Solo (BMS-N), Quociente Metabólico (qCO_2), Quociente Microbiano ($qMIC$), relação $BMS-N/N_{Total}$, Produção de Biomassa Acumulada (PBA) e Produção de Grãos (PG) relacionados ao efeito da Espécies, dos Cortes e da interação entre os mesmos.	135
Tabela 3. 3 Efeito do número de cortes, das espécies forrageiras e dos genótipos de Trigo de Duplo Propósito sobre o Carbono Orgânico Total (COT) do solo no Distrito Federal.	136
Tabela 3. 4 Efeito do número de cortes, das espécies forrageiras e dos genótipos de Trigo de Duplo Propósito sobre o Nitrogênio Total (N_{Total}) do solo no Distrito Federal.	136
Tabela 3. 5 Efeito do número de cortes, das espécies forrageiras e dos genótipos de Trigo de Duplo Propósito sobre a Respiração Basal (RB) do solo no Distrito Federal.	137
Tabela 3. 6 Efeito do número de cortes, das espécies forrageiras e dos genótipos de Trigo de Duplo Propósito sobre o Carbono da Biomassa Microbiana do Solo (BMS-C) no Distrito Federal.	138
Tabela 3. 7 Efeito do número de cortes, das espécies forrageiras e dos genótipos de Trigo de Duplo Propósito sobre o Nitrogênio da Biomassa Microbiana do Solo (BMS-N) no Distrito Federal.	139
Tabela 3. 8 Efeito do número de cortes, das espécies forrageiras e dos genótipos de Trigo de Duplo Propósito sobre o Quociente Metabólico do Solo (qCO_2) do solo no Distrito Federal.	140
Tabela 3. 9 Efeito do número de cortes, das espécies forrageiras e dos genótipos de Trigo de Duplo Propósito sobre o Quociente Microbiano ($qMIC$) do solo no Distrito Federal.	141
Tabela 3. 10 Efeito do número de cortes, das espécies forrageiras e dos genótipos de Trigo de Duplo Propósito sobre a Relação Nitrogênio da Biomassa Microbiana do Solo/Nitrogênio Total (Relação $BMS-N/N_{Total}$) no Distrito Federal.	142
Tabela 3. 11 Rendimento médio, em $Kg.ha^{-1}$, da produção de biomassa acumulada (feno com 15% de umidade) e da produção de grão nas cultivares utilizadas no sistema integrado de Duplo Propósito no Distrito Federal.	143
Tabela 1: Épocas de execução de manejo e duração do ciclo das forrageiras e do trigo utilizado para Duplo Propósito na Embrapa – CPAC em 2009.	163
Tabela 2: Épocas de execução de manejo e duração do ciclo das forrageiras e do trigo utilizado para Duplo Propósito na Embrapa – CPAC em 2010.	164
Tabela 3: Épocas de execução de manejo e duração do ciclo das cultivares de trigo utilizado para Duplo Propósito submetido a dosagens de adubação nitrogenada na Embrapa – CPAC em 2010.	164
Tabela 4: Estimativa para o custo para a produção de 1 ha de Trigo de Duplo Propósito.	165
Tabela 5: Estimativa do custo para a produção de 1 ha de Alfafa.	166
Tabela 6: Estimativa do custo para a produção de 1 ha de Capim Marandú.	167
Tabela 7: Estimativa do custo para a produção de 1 ha de Capim Tanzânia.	168

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Potencial forrageiro (produção de feno + grão) do trigo utilizado para cultivo em Duplo Propósito no Distrito Federal.....	84
Figura 1. 2 Rendimento médio em US\$/ha de biomassa acumulada (feno com 15% de umidade) e grão nas cultivares de trigo utilizado para cultivo em Duplo Propósito no Distrito Federal.	85
Figura 2. 1 Curva de produção de biomassa (feno com 15% de umidade) de cada corte do genótipo de trigo Frontana usado para Duplo Propósito em função das doses de nitrogênio.....	109
Figura 2. 2 Curva de produção de grãos de cada corte do genótipo de trigo Frontana usado para Duplo Propósito em função das doses de nitrogênio.....	112
Figura 2. 3 Rendimento médio em US\$/ha de biomassa acumulada (feno com 15% de umidade) e grão no genótipo de trigo Frontana utilizado para cultivo em Duplo Propósito e submetido a diferentes doses de nitrogênio no Distrito Federal em 2010.....	114
Figura 3. 1 Influência do Trigo Duplo Propósito no aumento do potencial vegetal da cultura.	144
Figura 3. 2 Receita líquida, em US\$/ha, da produção de grão e de Feno + Grão nas cultivares utilizadas no sistema integrado de Duplo Propósito no Distrito Federal em 2009.	146
Figura 1: Evolução do Cultivo do Trigo no Brasil.	155
Figura 2: Rendimento do trigo nas principais regiões produtoras.	155
Figura 3: Valor de Cultivo e Uso da Cultura do Trigo.	155
Figura 4: Ciclo de Calvin.	155
Figura 5: Propriedades físico-químicas do CO ₂	155
Figura 6: Fotorrespiração.	156
Figura 7: Ciclo C ₄	156
Figura 8: Eficiência Metabólica de Plantas C ₃ e C ₄	156
Figura 9: Resposta da fotossíntese do trigo e milho aos níveis de CO ₂	157
Figura 10: Transporte Cíclico e Pseudocíclico de elétrons (ou reação de Mehler).	157
Figura 11: Histórico de Precipitação no DF (1974 a 2010).	158
Figura 12: Histórico de T _{Mínimas} (°C) Noturna na região do DF (1974 a 2010).....	158
Figura 13: Histórico de T _{Máximas} (°C) Diurnas na região do DF (1974 a 2010).....	158
Figura 14: Histórico de Radiação Solar na região do DF (1974 a 2010).....	158
Figura 15: Distribuição de Grupos Microbiano na Rizosfera.....	158
Figura 16: Fração da área total irrigada.....	159
Figura 17: Distribuição da lâmina de irrigação	159
Figura 18: Croqui da área de TDP (EMBRAPA/CPAC – 2009).	159
Figura 19: Croqui da área de TDP (EMBRAPA/CPAC – 2010).	159
Figura 20: Croqui da área de TDP submetido à dose de N (EMBRAPA/CPAC – 2010).	160
Figura 21: Produção de matéria seca 50 dias após a germinação (Morais et al., 2009)	160
Figura 22: Retorno econômico do TDP (Morais et al., 2009)	160

Figura 23: Estabelecimento das cultivares de trigo e das espécies forrageiras.....	160
Figura 24: Estabelecimento de cortes executados nas cultivares de trigo.	161
Figura 25: Restabelecimento das cultivares de trigo após o segundo corte.....	161
Figura 26: Principais efeitos do corte.....	161
Figura 27: Efeito dos níveis de adubação nitrogenada na cultivar Frontana	161
Figura 28: Diferenças de ciclo na cultura.....	162
Figura 29: Ponto de colheita e secagem.	162
Figura 30: Particularidades de algumas cultivares de trigo.	162
Figura 31: Estabelecimento dos cortes executados nas forrageiras.	162
Figura 32: Incidência de pragas e doenças.	163

RESUMO

O sistema de cultivo de Trigo de Duplo Propósito (TDP) constitui uma das modalidades da integração Lavoura-Pecuária em que é utilizado cultivares destinadas à produção de forragem, para alimentação animal, e produção de grãos. O objetivo desse trabalho foi avaliar a viabilidade da implantação do TDP na região Distrito Federal. Para tanto foram avaliadas a influência do número com cortes na produção de biomassa e grão, no valor nutritivo da forragem e nos atributos microbiológicos do solo em quatro genótipos de trigo (Aliança, BH 1146, BRS 264 e Frontana). Também foram analisados os efeitos adubação nitrogenada e dos cortes na produção de biomassa e grão e sobre o valor nutritivo da forragem da cultivar de trigo Frontana. Ademais, foram realizadas análises de custo de produção do sistema TDP para averiguar a sua viabilidade econômica. O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Cerrados (Planaltina – DF); o delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições e parcelas subdivididas. A implantação do sistema integrado com TDP no Distrito Federal mostrou-se viável econômica e agronomicamente, os níveis de adubação nitrogenada que proporcionaram melhores rendimentos no TDP Frontana foi 60 Kg.ha⁻¹ efetuado no primeiro corte; o valor nutritivo foi influenciado pela intensificação dos números de corte e pela adubação nitrogenada. Os atributos microbiológicos do solo foram mais influenciados pelos genótipos utilizados e menos influenciados pela desfolha.

Palavra chave: Trigo de Duplo Propósito, integração Lavoura-Pecuária, forrageiras, Cerrado, atributos microbiológicos do solo.

ABSTRACT

Dual purpose wheat system (DPWS) consists in one of the modalities of integrated crop-livestock systems which production system are utilized cultivars for fodder production, animal feed and grain production. The aim of this work was to evaluate the viability of implantation of DPWS at Distrito Federal region. The influence of cut planting numbers on biomass and grain production, nutritive value content and soil microbiological attributes in four wheat genotypes (Aliança, BH 1146, BRS 264 e Frontana). Also, the effects of nitrogen fertilization and cuts on nutritive value and biomass and grain production of Fontana wheat cultivar were studied. Analysis of production costs was realized on DPWS to determine its economical viability. The experiment was carried out at experimental field in Embrapa Cerrados (Planaltina – DF); the experimental design was three randomized blocks in split plot design. The DPWS on Distrito Federal showed economical and agronomical viability and the dosis 60 Kg N.ha⁻¹ had the Best yield no DPWS with Frontana cultivar, with established of the first cut; the nutritive value was affected by intensification of numbers or cut and by nitrogen fertilization. Soil microbiological attributes were more influenced by wheat genotypes than cut.

Key words: Dual purpose wheat system, integrated crop-livestock systems, grasses, Cerrado, soil microbiological attributes.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma planta pertencente à família poaceae (gramínea), classe monocotiledônea, tribo triticeae e subtribo triticinae. Postula-se que essa planta tenha sido cultivada pela primeira vez, por volta de 6700 a.C., entre os rios Tigre e Eufrates, na antiga mesopotâmia, onde atualmente encontra-se o Iraque (FEDEREZZI et al., 1999).

A migração do cultivo desse cereal em direção os polos e ao Equador foi favorecida tanto pela seleção natural quanto pelo surgimento de cultivares mais adaptadas a cada região. O grande número de variedades existentes foi o que permitiu o estabelecimento da cultura em ambientes tão diversificados, e devido ao seu elevado poder adaptativo, o trigo pôde ser cultivado em uma larga faixa de latitude, desde áreas temperadas – do Trópico de Câncer ao paralelo 60° Norte (Europa, Ásia e América do Norte) e do Trópico de Capricórnio ao paralelo 40° Sul (Argentina e Austrália) – até áreas intertropicais, representadas por regiões como a Índia, África e América: México, Colômbia, Peru, Bolívia e parte do território brasileiro. O trigo, também se adaptou as regiões litorâneas (ao nível do mar) até regiões situadas a 3.000 m de altitude (CASTRO, 1999). O mesmo autor ainda atesta que o elevado grau de adaptabilidade da planta a essa diversidade de regiões é reflexo dos muitos genes envolvidos neste caráter.

Segundo NELSON & ZARROUGH (1981), esse elevado grau de adaptação está diretamente relacionado com o perfilhamento, que por sua vez está associado à elevada interação genótipo/ambiente que confere a cultura maior plasticidade às condições adversas, fato que pode justificar o estabelecimento de cultivares de trigo em diferentes sistemas de cultivo, como é o caso da sua utilização no sistema de integração Lavoura-Pecuária (ILP) com o Trigo de Duplo Propósito (TDP).

O Trigo de Duplo Propósito é um sistema de cultivo em que utiliza a planta na fase vegetativa para a alimentação animal, na forma de forragem verde (através do pastejo) ou feno, e subsequentemente a produção de grãos para alimentação humana (SCHEEREN, 1984).

Para este fim o trigo deve possuir algumas características peculiares como um rápido estabelecimento, alta capacidade de perfilhamento e hábito de crescimento ereto a

semi-ereto. Estas características favorecem a oferta de massa verde suficiente para diminuir o déficit de forragens em épocas frias (REBUFFO, 2001).

Diferentemente da região Sul, na região do Cerrado do Brasil Central o vazio forrageiro ocorre no inverno principalmente devido à quase ausência de precipitação.

Quatro são as razões que justificam o emprego do sistema integrado de Duplo Propósito como uma boa alternativa tecnológica para elevar os ganhos na triticultura no cerrado do Brasil Central: a) o aumento do rendimento líquido pela exploração de dois mercados (forragem mais grão; b) o aumento do potencial de produção vegetal; c) redução dos riscos de produção ocasionada pela diversificação das atividades produtivas e d) a necessidade de implantação de uma forrageira adaptada ao frio durante o inverno.

Para entender a conveniência dos aspectos supracitados, em relação à triticultura, é preciso ter em mente que a cadeia produtiva do trigo é considerada uma das mais importantes do setor alimentício, pois além de ser fonte geradora de empregos nas mais diversas etapas do seu processo produtivo; esse cereal é também ingrediente principal de vários alimentos importantes à dieta básica do brasileiro – pães, massas, biscoitos, entre outros (SILVA et al., 2004).

No entanto, paradoxalmente, o Brasil se destaca como um dos principais importadores de trigo do mundo; demanda em torno de 10,5 milhões de toneladas, mas produz aproximadamente metade desse valor (pouco mais de 5 milhões de toneladas), e apenas os Estados do Rio Grande do Sul e do Paraná são os que mais contribuem para essa produção, com aproximadamente 90% do volume total produzido no País (BRUM et al., 2005).

Quase todo o restante da demanda é importado de outros países como Argentina, Canadá e Estados Unidos (CONAB, 2009b). Sendo que cerca de 90% das importações brasileiras, em grão de trigo, é de origem argentina.

Essa elevada importação do trigo argentino tem sua origem nos problemas fitossanitários, de políticas públicas e de coordenação da cadeia produtiva brasileira que acabaram por desestimular muitos triticultores, principalmente a partir da década de 1990, quando a triticultura no Brasil deixou de ser subsidiada pelo governo e abriu-se ao mercado internacional, aliado ao fato do nosso trigo na época não ser competitivo com os países

produtores. Esse fato conduziu ao decréscimo gradual do cultivo e aumentou a dependência externa desse cereal (ROSSI & NEVES, 2004).

Por outro lado, a baixa produtividade brasileira é cotada como um dos principais fatores que, também, contribuíram para que o Brasil se tornasse esse grande importador. Em média o rendimento do trigo brasileiro é de no máximo 2500 Kg.ha⁻¹, o que leva o país à 32ª posição no *ranking* mundial, enquanto que outros países, frequentemente ultrapassam os rendimentos de 5000 Kg.ha⁻¹ (CONAB, 2009).

Entretanto, o Centro-Oeste brasileiro vem se destacando neste cenário econômico com a tecnologia do trigo irrigado durante o inverno¹, alcançando elevadas produtividades nesta época. No Distrito Federal, por exemplo, a cultura vem dando rentabilidades por volta de 5000 Kg.ha⁻¹, valor este, que está bem acima da média nacional e do Sul do País (CONAB, 2010). No entanto, nessa estação, a cultura tem maiores custos devido à tecnologia empregada na irrigação; já o plantio em safrinha (sequeiro) é considerado de alto risco devido aos veranicos (período de interrupção das chuvas) que pode ocorrer em qualquer fase do estabelecimento da cultura, sendo que adicionalmente, a alta umidade associada ao calor, no início dessa fase, também pode favorecer o aparecimento de doenças. Durante o verão, o cultivo do trigo não é realizado e nem recomendado, pois a elevada umidade associada a altas temperaturas poderiam provocar o aparecimento de doença, como a Brusone (*Magnaporthe grisea*), uma das mais limitantes à produtividade desse cereal; além outras complicações como, por exemplo, a germinação na espiga que podem ocorrer devido às chuvas durante a colheita.

Por tanto, levando em consideração esse contexto, há de se esperar que a associação dos produtos, biomassa e grãos produzidos durante o inverno no Brasil Central, com o sistema de Trigo de Duplo Propósito podem elevar a margem de lucros em relação às despesas com a irrigação, fertilizantes e defensivos agrícolas (que são os grandes responsáveis pelo aumento do custo de produção), tornando o produto mais competitivo

¹ A época de semeadura do trigo de *inverno* para os estados do Goiás e Minas Gerais devem ser realizadas da metade do mês de maio ao final do mês de abril, já para os estados do Mato Grosso e Distrito Federal, devem ser efetuadas da metade do mês de abril até o fim do mês de maio. Já o trigo *safrinha* para os estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso e Distrito Federal devem ser realizadas do início ao final do mês de fevereiro, maiores detalhes devem seguir as especificações do zoneamento agrícola do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (CCBPT, 2005).

com outras culturas produtoras de grãos e com trigo importado. Além disso, a exploração simultânea de dois nichos de mercado (carne ou leite, e grão) proporciona uma maior flexibilidade ao tricultor, que pode gerenciar a sua produção em função da melhor demanda, e conseqüentemente dos melhores preços. Assim, essa diversificação na atividade produtiva acaba minimizando os riscos gerados pela flutuação de preços do trigo mercado.

Quanto à necessidade de implantação de uma forrageira adaptada ao inverno na região do Brasil Central está relacionada ao fato das gramíneas tropicais, tradicionalmente utilizadas, terem problemas de estacionalidade nessa época do ano; esse fenômeno conhecido popularmente como “vazio forrageiro”, segundo ROLIM (1994), é um dos principais fatores responsáveis pela baixa produtividade da pecuária brasileira nessa estação. FERREIRA (1998) ratifica esse argumento e acrescenta que as baixas produtividades de plantas forrageiras tropicais no inverno podem ser atribuídas, à deficiência hídrica, ao fotoperíodo mais curto e às baixas temperaturas noturnas.

As espécies de clima tropical produzem muito pouco quando expostas às temperaturas muito baixas. Por esta razão, na época seca (inverno), é necessário que se adote estratégias diferenciadas para manter a produtividade obtida, semelhante à do período das águas (WHITHEMAN, 1980).

O trigo não sofre efeito de estacionalidade provocado pelo frio. Na verdade o efeito é inverso, pois segundo TAIZ & ZEIGER (2009) plantas que possuem o metabolismo C₃, como é caso desse cereal, têm maior eficiência fotossintética quando expostas às baixas temperaturas se comparadas às C₄ (gramíneas tropicais). Nesse sentido, essa maior eficiência fotossintética pode refletir num maior rendimento na produção de biomassa nessa cultura, o que justifica a sua utilização no sistema de Duplo Propósito, durante o inverno no Cerrado do Centro-Oeste brasileiro, e pode promover uma maior disponibilidade forragem numa época em que a maioria das pastagens tropicais encontra-se pouco desenvolvidas por causado efeito da estacionalidade.

Na Região Sul, pioneira na utilização desse sistema de cultivo no país, o vazio forrageiro que ocorre no outono, além de promover um decréscimo na produção animal, também é responsável pela exposição do solo à ação das chuvas, favorecendo assim ao processo erosivo neste ambiente. A utilização do sistema de produção com cereais de

inverno de Duplo Propósito, nessa região, também promove o benefício da cobertura do solo contra ação das chuvas (DEL DUCA et. al., 2000).

Na região Centro-Oeste esse efeito de proteção física também pode ser exercido, mais apenas ao final da safra com adição do resíduo cultural do trigo ao solo, tendo em vista que, segundo LYNCH (1986) a sua palhada tem elevada relação C/N (entorno de 80), portanto pode servir como cobertura morta para o solo, favorecendo o estabelecimento de outras culturas para período chuvoso (verão).

Durante o ciclo da cultura, o trigo pode, também, exercer efeito nos atributos microbiológicos do solo pela interação de sua rizosfera como a microbiota presente neste ambiente ou pela própria decomposição dessas raízes, na medida em que estas vão sofrendo senescência e morrendo (CHENG et al, 1993). Além disso, a manutenção da cobertura vegetal permite reduzir as oscilações térmicas e de umidade, criando condições que favorecem o desenvolvimento dos organismos do solo (ESPINDOLA et al., 1997).

Outro fator importante a se destacar é que a exploração de dupla aptidão (biomassa e grão), além de promover o aumento do potencial de uso área, minimiza a necessidade de utilização de uma nova área da propriedade para implantação de pasto, o que pode diminuir o avanço da fronteira agrícola sobre o Cerrado, promovendo, assim, uma melhor sustentabilidade ambiental nesse bioma.

O sistema de cultivo de Duplo Propósito foi adotado e obteve-se sucesso em diversos países como Argentina, Uruguai, EUA, e Austrália (SANTOS & FONTANELI, 2006).

No Uruguai, Cultivares de duplo propósito, mantiveram altos rendimentos nos anos de 1998 a 2004, com produtividade acima de 4500 Kg.ha⁻¹ de grãos após o pastejo com ovinos na fase vegetativa (BERGES, 2005).

Em Oklarroma, Estado Unidos, a análise de comparação de retorno líquido em trigo grão e em Trigo de Duplo Propósito, resultou na geração de maiores retorno em quatro safras, para o trigo grão, e em dezesseis para o Trigo de Duplo Propósito (EPPLIN et al, 2001). Ocorreram médias de retorno líquido de US\$ 148,26/ha para o cultivo em grãos e US\$ 175,44 em sistemas de Trigo de Duplo Propósito.

Trabalhos realizados por DEL DUCA *et al.* (2000), com o trigo BRS 176 em Carambeí (Paraná), mostraram nos tratamentos sem corte, produtividade de 3451 Kg de grãos/ha, nos tratamentos com um corte a produtividade foi de 3483 Kg.ha⁻¹ para o grão e 1470 Kg.ha⁻¹ de massa seca e no manjo com dois cortes obtiveram 2104 Kg.ha⁻¹ de grãos e 2506 Kg.ha⁻¹ de massa seca.

Assim, o Trigo de Duplo Propósito cultivado durante o inverno pode aumentar a rentabilidade deste cereal em regiões com as características edafo-climáticas semelhantes as do Distrito Federal, potencializando a sua competição com o próprio trigo de inverno, com outros grãos ou mesmo com o trigo importado nesse período.

No entanto, não se tem estudos concretos que revelem os efeitos intensificação do uso da terra (aumento atividade antrópica), provocados pelo sistema de Trigo de Duplo Propósito, sobre os tributos microbiológicos no solo. Daí a necessidade em se averiguar tais efeitos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho tem por objetivo avaliar a viabilidade agronômica e econômica da implantação do sistema de cultivo de Trigo de Duplo Propósito na região do Cerrado.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Selecionar as cultivares mais promissoras, agronômica e economicamente, para o sistema produção de Trigo de Duplo Propósito e comparar com outras opções de forrageiras.

Quantificar a dose mais eficiente de adubação nitrogenada a ser utilizada no sistema de Trigo de Duplo Propósito.

Diagnosticar os impactos do sistema de cultivo de Trigo de Duplo Propósito nos atributos microbiológicos do solo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. HISTÓRICO DO TRIGO NO BRASIL

A chegada do trigo no Brasil ocorreu ainda no período colonial, no século XVI, sendo cultivado pela primeira vez em 1532, por Martin Afonso de Souza, na capitania de São Vicente, onde hoje é encontra-se o atual Estado de São Paulo (ROSSI, 2004).

Na região Sul do país a triticultura encontrou ambiente, clima e solo mais adequados às suas exigências. Foram os açorianos, em meados do século XVIII, os principais personagens relatados pelos historiadores a difundirem o cultivo do trigo no Brasil. No entanto, em 1808, o aparecimento das epidemias de ferrugem, as guerras e a abertura dos portos brasileiros às nações amigas, proporcionou uma grande demanda de trigo vindo dos Estados Unidos, fazendo com que essa cultura quase desaparecesse do país (BACALTCHUK & ALBUQUERQUE, 2008).

Os alemães também mantiveram o trigo em colônias germânicas no Rio Grande do Sul, logo após a independência do Brasil e início da fase imperial em 1824. Mais tarde, foi a vez dos italianos que, a partir de 1875, impulsionaram a triticultura brasileira (BACALTCHUK & ALBUQUERQUE, 2008).

No início do século XX ocorreram diversos fracassos na tentativa de exploração da cultura no país, devido às dificuldades em se conseguir sementes adaptadas às condições de cultivo no Brasil e principalmente em função de doenças. Com isso, o Ministério da Agricultura procurou incentivar o plantio do cereal através a criação de duas Estações Experimentais, em 1919; a de Ponta Grossa, no Paraná, e a de Veranópolis, no Rio Grande do Sul (ROSSI, 2004).

Nas décadas de 1940 até 1950, a triticultura brasileira foi favorecida por alguns estímulos, como a criação de estações experimentais específicas para o trigo e o surgimento da cultivar Frontana; mas foi desfavorecida por algumas fraudes, como o acordo de compra de trigo americano (BACALTCHUK & ALBUQUERQUE, 2008).

Para PEROSA (2007) foi a partir do segundo pós-guerra que o Estado começou a estruturar um aparato de controle e atuação mais sistemática e contínua sobre o setor do trigo destacando como marco inicial a Criação do Serviço e Expansão do Trigo (CACEX)

em 1952, a partir da qual o Banco do Brasil seria o único comprador e vendedor de trigo importado do país.

Dez anos depois, em 1962, surgiu a Superintendência Nacional do Abastecimento (SUNAB), e com ela, a criação da Comissão de Compra de Trigo Nacional (COTRIN) subordinada ao Banco do Brasil, que tornou esta instituição a única compradora de trigo nacional. Além disso, em 1965, a criação do Departamento do Trigo (DTRIG) dentro do SUNAB e criação da Junta Deliberativa do Trigo no Brasil, marcou o ápice da regulamentação Estadual do trigo brasileiro (PEROSA, 2007).

No entanto, a partir de 1990, a abertura econômica e o acordo do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL), fizeram com que o trigo fosse usado como moeda de troca e, como consequência, a triticultura deixou de ser subsidiada, minimizando o controle estatal e permitindo que atores internacionais entrassem no mercado brasileiro desse cereal (PEROSA, 2009). Esta realidade fez parte do processo de globalização. Como consequência, a área plantada de trigo decresceu fortemente devido à baixa competitividade do nosso trigo com o trigo importado.

A cultura do trigo, atualmente, encontra-se difundida no País, o Brasil possui três regiões tritícolas distintas: **A Região Sul**, contendo os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná; **A Região Centro-Sul**; representadas pelos estados do São Paulo e Mato Grosso do Sul e a **Região do Brasil Central**; com áreas nos Estados de Mato Grosso, Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal e Bahia (BOMBARDIERI, 2001).

3.2. CENÁRIO DO TRIGO NA ECONOMIA MUNDIAL E BRASILEIRA

O trigo é considerado um produto de fundamental importância para a alimentação humana e um dos cereais mais consumidos no mundo representando cerca de 30 % da produção mundial de grãos (USDA, 2009).

Os maiores produtores mundiais de trigo são a União Europeia com 150,5 milhões de toneladas, seguida pela China com 113 milhões, Índia (78,4 milhões), USA (68,6 milhões) e a Rússia (63 milhões). O Brasil ocupa a 16ª posição na produção mundial desse cereal (USDA, 2008).

A produção mundial de trigo tem sido relativamente baixa se comparada ao volume consumido internamente pelos países. O principal efeito desse fenômeno econômico é redução mundial nos estoques que, por sua vez, influencia nas cotações internacionais, elevando, assim, o preço desse cereal para países importadores, como o Brasil (SEAB, 2009).

O Brasil tem aproximadamente 47 milhões de hectares destinados à agricultura, dos quais cerca de 4% são utilizados para o cultivo do trigo (SOBER, 2010). Essa área é insuficiente para suprir a demanda interna, ainda que o consumo percapta desse cereal seja relativamente baixo quando comparado a outros países²; por essa razão, praticamente metade do consumo interno deste grão é importado.

Segundo a SOBER (2010) 46% da demanda brasileira de trigo destinam-se à panificação, 26% ao uso doméstico, 14% a produção de massas, 8% biscoitos, 5% à indústria, 4% a confeitaria e, o restante (3%) a outros usos, como a ração animal.

O consumo total de trigo no Brasil é de aproximadamente, dez milhões de toneladas, sendo que algo em torno de 5,35 milhões é suprida através das importações, principalmente da Argentina que contribui com cerca de 90% do total de trigo importado para o País (SOBER, 2010); Conforme a mesma instituição, o clima desfavorável, exige elevados investimentos em agroquímicos, o que implica num aumento no seu custo de produção. Já o trigo Argentino, é favorecido pelo solo extremamente fértil que reduz a necessidade de fertilizantes dando ao cultivo uma maior estabilidade edafo-climática, fazendo com que custo unitário para se produzir trigo nesse país represente 40% dos custos obtidos no Brasil. Por essa razão, é que os investimentos em pesquisa e desenvolvimento de novas variedades, aprimoramento de técnicas de produção, como a do sistema de Trigo de Duplo Propósito, apresentam-se como a melhor estratégia para o Brasil tornar-se autossuficiente na produção dessa cultura.

² O consumo médio mundial está em torno de 85 kg/hab/ano. A Turquia é país que mais consome trigo 210 kg/hab/ano seguida da Argentina (136 kg/hab/ano), Ucrânia (122 kg/hab/ano), a França (100 kg/hab/ano), China (90 kg/hab/ano) e os Estados Unidos (72 kg/hab/ano). O Brasil consome 52 quilos de trigo percapta ao ano A região brasileira que mais consome trigo é o Sul (62 Kg/hab/ano) e a que menos consome é a Centro-Oeste, com 22 Kg/hab/ano (SOBER, 2010).

Outro fator que afetou a cadeia produtiva de muitos produtos brasileiros, incluindo o trigo, foi à estabilização dos blocos econômicos. Segundo WIAZOWSKI (2001) a consolidação do MERCOSUL, da União Europeia, entre outros, promoveram mudanças políticas, estruturais e tecnológicas no agronegócio mundial, que influenciaram na harmonização dos fluxos físicos, financeiros e de informações ao longo das cadeias agroindustriais.

Nesse sentido, as mudanças institucionais ocorridas a partir de 1990, devido à desregulamentação e corte nos subsídios a triticultura e a abertura da economia para o mercado internacional, foram cotadas como um dos primeiros fatores que contribuíram para que o Brasil se tornasse importador de trigo (PEROSA, 2007); em segundo lugar, estão aspectos climáticos, que elevam custos com agroquímicos repercutindo, assim, na baixa rentabilidade da cultura; e finalmente, em terceiro, a defasagem tecnológica do setor. Esses fatores reunidos contribuíram para um aumento dos riscos e conseqüente queda no interesse em investimento no agronegócio do trigo, e causaram também a diminuição do setor na produção nacional (SOBER, 2010).

No critério tecnológico, pode-se dizer que produtividade do trigo no país foi outro agravante dessa situação. Segundo USDA (2008), a média brasileira fica em torno de 2417 Kg.ha⁻¹ (32ª colocação no *ranking* mundial), um número três vezes inferior ao da nova Zelândia, (7694 Kg.ha⁻¹), um dos países que tem o maior rendimento, em produção por área, do mundo.

Se o rendimento nacional atingisse o nível da Nova Zelândia, mantendo a mesma área plantada em 2009 (2,4 milhões de hectares) a produção chegaria 18,4 milhões de toneladas, logo o país se tornaria autossuficiente, suprindo de longe a sua demanda interna que nesse mesmo ano foi de 10,8 milhões de toneladas (CONAB, 2009).

Em 2010, a produção brasileira, totalizou 5,39 milhões de toneladas em uma área de 2,15 milhões de hectares (rendimento de 2,51 Kg.ha⁻¹), sendo que as regiões do Paraná e no Rio Grande do Sul contribuíram, juntas, com 88,4% da produção nacional (CONAB, 2010).

No entanto, este cenário de baixo rendimento econômico começou a mudar na medida em que a triticultura iniciou o seu avanço pelo Centro-Oeste brasileiro, onde o

emprego de diversas tecnologias, entre elas a cultura irrigada durante o inverno, permitiram que essa região alcançasse elevados índices de produtividades superiores, inclusive, às registradas no Sul do país³.

Na região do Brasil Central a área tritícola tem um potencial de expansão de 2 milhões de hectares para cultivares em condições de sequeiro ou “safrinha” (com produtividade de 2 Kg.ha⁻¹), possuem 300 mil hectares de áreas cultivadas com pivô (produzindo 5 Kg.ha⁻¹), mas com potencial de expansão de 2 milhões de hectares no uso dessa tecnologia. Nesse sentido, o Brasil Central poderia suprir 60% da demanda do mercado do trigo brasileiro (ALBRECHT, 2007), ou seja, aproximadamente de 5,5 milhões de toneladas.

Entretanto fatores como a competitividade com outros grãos de inverno que são mais rentáveis e os baixos preços devido à concorrência com o trigo argentino que chega ao mercado brasileiro mais barato, tem esfriado o ânimo dos produtores pela triticultura, fazendo com que este setor no Brasil tenha certa instabilidade.

Com base nesse histórico econômico, pode-se compreender melhor como o emprego de tecnologias como o Trigo de Duplo Propósito poderia mudar esse quadro, através da exploração do potencial forrageiro dessa cultura numa época de elevada demanda, ocasionada pela estacionalidade nas gramíneas tropicais durante o frio hibernal.

O uso de cultivares de trigo para Duplo Propósito pode beneficiar a triticultura maximizando a margem de lucros com a produção de grãos e forragem, restabelecendo sua concorrência não somente com o trigo tradicional (produção exclusiva de grãos), mas também com outras culturas de inverno, como milho, feijão e hortaliças e ainda, poderia fornecer uma boa forragem de inverno, favorecendo a pecuária do Centro-Oeste brasileiro, que segundo o IBGE (2006), detém o maior rebanho bovino do país com 53,7 milhões de cabeças (aproximadamente 38% da produção nacional).

³ Em 2007, a área cultivada com trigo sequeiro foi em torno de 600 hectares em Goiás e Distrito Federal e a área com trigo o irrigado foi de aproximadamente 20.000 hectares. Na região do PADF (Plano de Assentamento Dirigido do Distrito Federal) triticultores tradicionais alcançaram uma média de 7.100 Kg.ha⁻¹ com a BRS 264. As condições climáticas, em 2007, foram boas para o desenvolvimento das plantas de trigo, para o sistema irrigado. As temperaturas médias das mínimas e máximas foram abaixo das normais, durante o ciclo da cultura, refletindo-se na baixa ocorrência de doenças fúngicas (ALBRECHT, 2007).

Além disso, para o agricultor que tem o sistema de produção mista, como por exemplo, a triticultura e a pecuária, o uso do Trigo de Duplo Propósito também poderia minimizar, ou até cessar, a necessidade de exploração de novas áreas para o pasto; neutralizando, assim, os custos com essa ampliação territorial, além de mitigar o avanço da pecuária extensiva sobre o bioma do Cerrado, já que nesse sistema de produção, a área utilizada para a produção de grão é a mesma que produz a forragem fornecida ao animal. Outra vantagem do Trigo de Duplo Propósito seria a possibilidade de se optar somente para a produção de grãos (não realizando cortes), ou de feno (aumentando o número de cortes) em função do que for mais rentável.

3.3. ADAPTABILIDADE DO TRIGO AO SISTEMA DE DUPLO PROPÓSITO NO BRASIL CENTRAL

A execução de cortes em forrageiras é realizada de acordo com a utilização de um conjunto de práticas baseados na morfologia e fisiologia da planta, em determinadas condições de ambiente, para que se obtenha e se mantenha uma elevada produtividade (RODRIGUES, 1993).

A execução de cortes ou pastejos nas plantas provocam modificações na parte aérea com reflexos no sistema radicular e nos mecanismos compensadores das plantas. Por essa razão torna-se necessário conhecer os mecanismos básicos da fisiologia e suas inter-relações com os fatores ambientais que atuam concomitantemente a essas práticas (SANTOS & FONTANELI, 2006).

3.3.1. Adaptabilidade Genética

O trigo, apesar ser uma espécie autógama com apenas 1% de alogamia, ao longo do seu processo evolutivo sofreu hibridações interespecíficas⁴ com posteriores duplicações cromossômicas por aloploidia (FERREIRA, 2006).

Com isso, a cultura adquiriu três níveis diferentes de ploidia, sendo as espécies mais primitivas diplóides (com um único genoma AA, $2n=2X=14$, sendo $n=7$ cromossomos), passando pelas espécies tetraplóides (com dois genomas distintos AABB, $2n=4X=28$) até chegar às mais evoluídas, hexaplóides (com três genomas distintos

⁴ O produto de uma hibridação interespecífica geralmente é estéril, no entanto a esterilidade pode ser restabelecida caso haja duplicação cromossômica (FERREIRA, 2006).

AABBCC, $2n=6X=42$), das quais o *Triticum aestivum* spp. é a mais cultivada (CASTRO 1999).

As variedades tetraplóides apresentavam boa adaptação a invernos amenos e verões secos, porém, a adição do genoma do *T. tauchii* (tetraploide) aumentou a adaptação do trigo e tornou essa nova espécie (*T. aestivum* - hexaplóide) uma das mais disseminadas pelo mundo (FEDERIZZI et al., 1999).

Essas características contribuíram muito para a grande diversidade de espécies e cultivares hoje encontradas nessa cultura (CASTRO, 1999), além de possibilitar a seleção de plantas que se adaptassem a sistemas diferenciados como é o caso do Trigo de Duplo Propósito (forragem + grão).

Além disso, comparações realizadas por TRINDADE (2006) revelaram que cultivares de trigo recomendadas para as regiões do Cerrado apresentaram modificações morfológicas geradas pelas condições de manejo a que eram expostas, tais adaptações foram atribuídas plasticidade fenotípica das cultivares.

A plasticidade fenotípica pode ser definida como uma mudança progressiva e reversível nas características morfológica de plantas individuais (LEMAIRE, 1999).

Essas características morfogênicas são geralmente determinadas pelo genótipo, mas também são fortemente influenciadas pelas variações ambientais, do manejo e da atividade de pastejo realizado pelos animais, que determinam mudanças na estrutura das plantas utilizadas como forrageiras (CHAPMAN & LEMIRE, 1993).

Uma vez submetido ao estresse (desfolha) a planta inicia seu processo adaptativo através de mudanças fisiológicas de curto prazo (mediante alterações no balanço de carbono e nitrogênio) para tentar manter seu equilíbrio dentro da comunidade de plantas. Com a persistência ou aumento de intensidade do estresse, as respostas fisiológicas deixam de ser efetivas e são combinadas com respostas morfológicas, caracterizando a natureza dinâmica das alterações (FISCHER & DA SILVA, 2001).

As taxas de aparecimento e alongamento de folha e a duração de vida das folhas constituem exemplos de fatores morfogênicos do perfilho que, sob a ação do ambiente, com luz, temperatura, água e nutrientes determinam as características estruturais do relvado

(GOMIDE, 1997). Muitos desses fatores morfogênicos são detectados na cultura do trigo, e são muito importantes para o restabelecimento da planta ser utilizada como forrageira.

3.3.2. Adaptabilidade Climática

As regiões onde o trigo é encontrado são dotadas de muitas características em comum, como a grande variação anual de temperaturas e baixas precipitações pluviométricas. Nas áreas mais afastadas da linha do Equador (Sul e Norte dos Trópicos), o cultivo do trigo é favorecido pelo aumento da duração do dia; já nas regiões situadas próximas à linha do equador, onde o comprimento do dia praticamente não varia, o cultivo é compensado pela altitude, que proporciona as variações térmicas tão exigentes pela cultura (CASTRO, 1999).

Segundo a CUNHA (2006) a ensaios de VCU (Valor de Cultivo Uso) para o trigo, tem demonstrado que as áreas de maior altitude (pelos reflexos no regime térmico, preferencialmente acima de 800 m) favorecem o cultivo de trigo no Centro-Oeste brasileiro. Embora, na prática, tenha se observado produtividades competitivas mesmo a 600 m. Em tais áreas, durante a época seca do ano (entre maio e setembro) e com o uso de irrigação, as condições do ambiente são favoráveis para obtenção de rendimento da cultura.

No entanto, é interessante observar que esses estudos de VCU foram dirigidos para espécies que se destinam a produção exclusiva de grãos, e segundo CUNHA (2003), a tática usada nos últimos 50 anos em considerável parte do mundo pelo melhoramento genético para atingir grandes saltos no rendimento na produção do trigo, foi reduzir o tamanho do colmo no intuito de minimizar a área disponível para respiração e reduzir a competição por assimilados durante a fase crítica de crescimento da espiga (da espiguetta terminal à antese) fazendo com que ocorresse um aumento no Índice de Colheita⁵.

Entretanto, ALMEIDA *et al.* (1998), comentam que os cereais de inverno adaptados ao sistema de Duplo Propósito devem possuir uma adequada área foliar para captação dos raios solares e grande capacidade de recuperação dessa folhagem o após o pastejo, pois o rendimento de grãos depende da eficiência fotossintética das plantas.

⁵ O Índice de Colheita é um quociente que mede a eficiência de conversão de produtos sintetizados em material de importância econômica, ou seja, numa cultura madura é a razão entre a massa da matéria seca e a fração econômica produzida (grão, raiz, fruto) e a fitomassa seca total colhida ($IC = MSFEP / FSTC$) (PREREIRA & MACHADO, 1987).

Portanto, o conhecimento gerado a partir de estudos de VCU está voltado mais para a produção de grãos em detrimento da fitomassa.

Por essa razão, para entender como as condições climáticas do Centro-Oeste brasileiro podem afetar a produção de forragem do trigo, é necessária a fixação de alguns princípios fisiológicos inerentes à produção de biomassa.

Assim, deve-se ter em mente, em primeiro lugar, que a produção de uma forrageira baseia-se na transformação de energia solar em compostos orgânicos pela fotossíntese, em que o dióxido de carbono (CO₂) atmosférico é combinado com água e convertido em carboidratos com a utilização da energia luminosa (RAVEN et al., 2001), essa fixação de carbono ocorre no ciclo de Calvin. Em segundo, que as condições climáticas podem influenciar diferentemente nas plantas forrageiras de acordo com a rota de absorção de carbono que estas apresentem. Em geral, gramíneas de clima temperado, juntamente com todas as leguminosas apresentam metabolismo C₃, já gramíneas de climas tropicais são do grupo C₄ (MAGALHAES, 1979).

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é uma planta que possui metabolismo C₃. Em tais vegetais, a enzima responsável pela fixação do CO₂ atmosférico é a *rubisco* (ribulose-1,5-bifosfato carboxilase/oxigenase) que tem caráter anfótero (pode interagir tanto com o CO₂ quanto com O₂). Devido às características inerentes às propriedades físico-químicas do CO₂ quando ocorre diminuição da temperatura ambiental há um aumento a relação CO₂/O₂⁶, com isso, a cinética da rubisco é afetada (tornando-se mais ativa); como as plantas C₃ em geral apresentam elevada condutância estomática, a eficiência fotossintética⁷ desses vegetais em tais condições atmosféricas torna-se mais elevada (TAIZ & ZEIGER 2009).

O trigo, como planta C₃, tem condutância estomática mais elevada para assimilar o máximo possível de CO₂ da atmosfera (KRAMER & BOYER, 1995). A principal consequência desses fenômenos em plantas C₃ é uma maior repercussão no ganho de biomassa em condições de baixas temperaturas.

⁶ Lei de Henry (1774-1836) [gás] μ M = P_{gas} x α x 10⁶/V₀, onde V₀ = 22,4 mol L⁻¹, P_{Gas} (μ M – Pressão parcial do gás); α – Coeficiente de Bunsen (relação vol. de gás absorvido/ vol. de água, à 1 atm).

⁷ Φ (produtividade quântica) = Números de produtos fotoquímicos (CO₂ ou O₂) / Número total de quanta absorvidos Oriundo da equação química: CO₂ + H₂O → (CH₂O) + O₂, na presença de luz (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Por outro lado, em temperaturas mais elevadas (ou estresse hídrico) atividade oxigenase da rubisco promove uma limitação significativa à eficiência da assimilação fotossintética do carbono, por isso, tais vegetais para corrigir esse efeito, desenvolveram um metabolismo fotossintético alternativo conhecido como ciclo fotossintético C₂, ou ciclo fotorrespiratório. Esse fenômeno caracteriza-se pela absorção de O₂ dependente de luz (no ciclo de Calvin) e liberação de CO₂ em folhas fotossinteticamente ativas (TAIZ & ZEIGER, 2009).

A fotorrespiração consome energia (ATP) do sistema de transporte de elétrons, e recupera 75% do carbono perdidos pela atividade oxigenase da rubisco no ciclo de Calvin (LORIMER, 1981; SHARKEY, 1988).

Segundo LAWLOR (1993) a taxa fotorrespiratória pode variar entre 15 a 45% da fotossíntese bruta. Além disso, as taxas de liberação de CO₂ ocorridas na fotorrespiração são de 3 a 8 vezes a taxa de respiração, e é aumentada pela luminosidade, temperatura e teores de O₂ (Ritcher, 1993 citado por PIMENTEL, 1998).

Portanto, nessas condições, a fotorrespiração de plantas C₃ é aumentada, e a taxa fotossintética e a produção de biomassa, diminuídas (MARSCHNER, 1995).

A fotorrespiração é um fenômeno muito frequente e pode comprometer até metade do carbono fixado na fotossíntese em algumas plantas C₃ (RAVEN et al., 2001).

As plantas de metabolismo C₄, como as gramíneas tropicais, não apresentam ciclo fotorrespiratório, primeiro porque a enzima que capta CO₂ atmosférico nesses vegetais, a PEPcase (Fosfenolpiruvato-carboxilase) não possui atividade oxigenase (como a rubisco), em segundo lugar, por que o CO₂ captado é transportado das células do mesófilo e concentrado nas células da bainha do feixe vascular, onde ocorre ciclo de Calvin. Tal estrutura dimórfica denominada anatomia Kranz⁸ promove uma maior adaptação às baixas concentrações desse gás (TAIZ & ZEIGER 2009).

⁸ Do alemão “coroa”, As *células da bainha do feixe vascular* são mais internas, com cloroplastos centrifugamente arranjados, com grandes grãos de amido, cujas enzimas envolvidas no seu metabolismo são a descarboxilase e as envolvidas no complexo do ciclo de Calvin (incluindo a rubisco), já as *células do mesófilo* são mais externas, com cloroplastos aleatoriamente arranjados, tilacóides empilhados e poucos ou nenhum grão de amido e as enzimas envolvidas no seu metabolismo são a PEPcase e a Piruvato-fosfato Diquinase (TAIZ & ZEIGER 2009).

Assim, as culturas de metabolismo C_4 são mais eficientes para os níveis baixos de CO_2 , mas são as plantas C_3 que respondem mais positivamente ao seu aumento (BRANDÃO, 2006), segundo o mesmo autor, a resposta da taxa fotossintética da planta de milho (planta C_4) a concentrações crescentes de CO_2 possui uma saturação a uma concentração de cerca de 450 ppm, enquanto a taxa fotossintética da planta de trigo (planta C_3) satura a uma concentração de 850 ppm e isso ocorre em temperaturas reduzidas.

Além disso, muitas forrageiras tropicais acabam sofrendo efeitos de estacionalidade em baixas temperaturas. Segundo ROLIM (1980), as plantas tropicais por serem do ciclo C_4 , apresentam redução acentuada na sua taxa fotossintética quando expostas a temperaturas inferiores a 15 °C.

Em geral, as elevadas temperaturas noturnas também afetam a produção de biomassa das plantas e em áreas tropicais essas perdas podem chegar de 70 a 80% dos ganhos fotossintéticos durante a respiração noturna (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Segundo CASTRO (1999), a fotossíntese líquida na cultura do trigo apresenta uma faixa ótima de temperatura, variando entre 10 e 25 °C; acima dessa faixa o índice de área foliar é insuficiente para interceptar toda radiação necessária para a planta crescer e frutificar de modo adequado.

A temperatura exerce papel importante na fase bioquímica de carboxilação e redução do CO_2 da fotossíntese, mas a radiação solar também tem sua importância como fonte primária de energia, regulando a fotossíntese e o desenvolvimento das plantas (GOMIDE, 2003).

As baixas intensidades luminosas favorecem as plantas de metabolismo C_3 fazendo com que as suas taxas fotossintéticas atinjam níveis superiores às das C_4 (HALL & RAO, 1994).

No entanto, quando submetidas a níveis muito elevados de luminosidade plantas de metabolismo C_3 podem sofrer fotoinibição que pode ser definida como um complexo conjunto de processos moleculares que promovem a inibição da fotossíntese, através do

excesso de luz, tendo como consequência a redução do crescimento e da produtividade vegetal⁹ (ALMENARA, 1998).

Os vegetais com metabolismo C₃, como o trigo, saturam-se a intensidades em torno de 600 a 800 mmol quanta. m⁻².s⁻¹. As plantas C₄ dificilmente apresentam saturação luminosa a nível inibitório, mesmo com intensidades máximas do meio dia no verão quando a radiação atinge níveis acima de 2000 mmol quanta. m⁻². s⁻¹ (HALL & RAO, 1994). Essa resposta das plantas C₄ permite um maior aproveitamento da energia disponível em zona tropical, onde existem altas intensidades luminosas durante quase todo o ano.

O Brasil Central apresenta condições climáticas favoráveis ao estabelecimento do trigo irrigado e a sua consequente utilização no sistema de Duplo Propósito durante o inverno devido aos baixos índices de precipitação pluviometria, às baixas temperaturas noturnas e diurnas e os reduzidos índices de radiação solar que ocorrem nessa estação. Esses fatores proporcionam um maior desempenho fotossintético dessas plantas, o que resulta numa maior produção de biomassa e grãos, quando comparada a outras épocas do ano.

Entretanto, a elevação desses índices climáticos, nessa estação, pode afetar a produção nesse sistema. Segundo FONTANELI & FONTANELI (2009) a temperatura, a disponibilidade de água, a fertilidade do solo e a quantidade de radiação solar são fatores mais importantes que determinam a quantidade e o valor nutritivo da forragem produzida.

Por isso, o conhecimento dos efeitos do ambiente no ganho fotossintético é muito importante para se estabelecer estratégias que possibilitem aperfeiçoar o cultivo do Trigo de Duplo Propósito na região do Cerrado do Brasil, através de uma irrigação eficiente, adubação adequada e um bom direcionamento da melhor época de plantio, possibilitando minimização dos efeitos de estresses que possam afetar a cultura e, consequentemente, proporcionando uma maior produção e qualidade do grão e da biomassa em cada corte.

⁹ A fotoinibição pode ser de dois tipos: *dinâmica*, em que a planta consegue dissipar a energia absorvida, nesse aspecto ocorre uma baixa eficiência quântica, mas não alteração da taxa fotossintética máxima; ou *crônica*, ocorre alteração da taxa fotossintética máxima devido ao dano provocado no PS II. Os vegetais possuem vias metabólicas, muito eficientes de defesa dos vegetais contra estresses que danifiquem a cadeia de transporte de elétrons na fase clara da fotossíntese. Em cada etapa uma parte do excesso de energia é dissipada, dificultando a chegada de danos em níveis que possam provocar danos crônicos a planta (TAIZ & ZEIGER 2009).

3.4. O ESTABELECIMENTO DO TRIGO DE DUPLO PROPÓSITO NO BRASIL CENTRAL

3.4.1. O Trigo de Duplo Propósito e a Estacionalidade das Forrageiras Tropicais

A baixa produtividade em áreas de pastagens no Brasil é uma das principais causas da baixa rentabilidade e competitividade dos sistemas de produção animal em relação a outros sistemas agrícolas. Isso parece ser um contrassenso quando se considera o fato de que no Brasil, principalmente nos cerrados, há o predomínio de utilização de espécies forrageiras de ciclo fotossintético C₄, caracterizadas por alta produção de matéria seca (WHITEMAN, 1980).

As regiões situadas mais próximas à linha do equador apresentam menores variações de temperatura durante o ano, e a principal causa da estacionalidade é a irregularidade na precipitação pluviométrica; já nas regiões de latitudes mais elevadas, o principal fator climático responsável pela estacionalidade na produção, é a baixa temperatura que praticamente paralisa o crescimento das forrageiras tropicais (ANDRADE, 2000).

A escassez de forragem nessa época prolonga o ciclo produtivo dos animais, retardando a idade de abate dos novilhos e a puberdade das novilhas. A falta de alimentação adequada no período seco também causa perda de peso de vacas em lactação, provocando anestro (ausência de cio), elevando o número de vacas com falhas de prenhez (MACEDO, 1995).

No estado de Goiás, por exemplo, mesmo nos sistemas intensivos de uso de pastagens, embora se consiga maior produção no período seco, em decorrência principalmente do efeito residual das adubações, a estacionalidade de produção de forragem, continua ocorrendo, a menos que seja corrigida, em parte, com o uso de irrigação (CORRÊA, 1999).

Segundo CORSI & MARTHA Jr. (1998), a melhor distribuição da produção de forragem durante o ano faz com que ocorram menores variações no desempenho e lotação animal em pastagens. Ademais, o maior potencial produtivo obtido pelo melhoramento

genético/seleção do rebanho está sempre associado à melhoria da qualidade alimentar ofertada aos animais (MARTHA Jr. & VILELA, 2007).

A estacionalidade da produção forrageira no Brasil Central é um fenômeno conhecido e estudado, e caracteriza-se pela baixa produção de forragem entre os meses de maio a outubro. Os principais fatores relacionados ao vazio forrageiro nessa região durante esse período são a redução da precipitação pluviométrica, da temperatura e da luminosidade; além de fatores relacionados a características fisiológicas das plantas, já que maioria das plantas tropicais apresenta uma fase reprodutiva que se inicia em resposta à redução no fotoperíodo, assim sendo, com florescimento, a planta reduz sua produção e perde qualidade, devido o aumento da relação haste/folha (SANTOS et al., 1999).

O trigo utilizado para Duplo Propósito (forragem e grão) pode ser uma alternativa para escapar dos efeitos do vazio forrageiro, pois ao contrário do que ocorre com a maioria das forrageiras tropicais, essa cultura é favorecida pelas baixas temperaturas que estimulam o enraizamento, antes da emissão do coleóptilo, promovendo, assim, uma maior resistência da planta ao arranquio durante o pastejo (OSÓRIO, 1992). Além disso, segundo o mesmo autor, as baixas temperaturas favorecem o perfilhamento na cultura; sendo prejudiciais apenas na época de floração (se menores que 10 °C), onde pode causar esterilidade das estruturas reprodutivas, pois estas possuem elevado teor aquoso; por outro lado, as altas temperaturas (em torno de 30°C) associadas às baixas umidades relativas, também podem provocar esterilidade na cultura.

No caso da Região Sul, o cultivo com Trigo de Duplo Propósito tem oferecido uma boa oferta de massa verde num período em que pastagens de inverno ainda estão em formação, favorecendo a diminuição do déficit de forragens comum neste período (REBUFFO, 2001).

3.4.2. O Trigo de Duplo Propósito e a integração Lavoura-Pecuária

O sistema de integração Lavoura-Pecuária é conceituado como sendo o processo produtivo que envolve as atividades da agricultura com a pecuária em consorciação, sucessão ou rotação, permitindo a geração de renda adicional, pelo incremento da produção e a estabilidade de fluxo de renda da propriedade rural, maximizando e distribuindo o uso da mão de obra durante o ano. Esta prática contribui, para um aumento na produtividade

dos rebanhos, além de disponibiliza produtos de elevado valor proteico e, conseqüente, aumento na rentabilidade da produção (SANTOS & FONTANELI et. al., 2006).

Segundo VILELA et al. (2002), os benefícios dessa tecnologia podem ser divididos em: Agronômicos, através de recuperação e manutenção das características produtivas do solo; Econômicos, por meio da diversificação de oferta e obtenção de maiores rendimentos, com maior qualidade e menor custo; Ecológicos, mediante a redução da biota nociva às espécies cultivadas e, conseqüente redução da necessidade de defensivos agrícolas, bem como a redução da erosão do solo; e Sociais, por meio da distribuição mais uniforme de renda, pois atividades pecuárias têm uma tendência de concentrar a renda e as agrícolas podem distribuí-la.

A integração Lavoura-Pecuária vem se desenvolvendo, no Sul do Brasil desde 1970 e visa não só o redirecionamento da própria organização, dos sistemas produtivos e distributivos, como também uma melhoria em outras dimensões da vida social e nos aspectos ambientais, favorecendo, assim, sustentabilidade da produção agrícola (CONSALTER, 2008).

Além disso, a integração Lavoura-Pecuária, utilizando-se da mesma área para produção de grãos no verão e carne ou leite no inverno (com pastagens de alta qualidade), busca conciliar a melhor resposta animal por unidade de área com a alta produtividade de grãos no verão. Essa prática produz efeitos benéficos na cultura sucessora, tendo em vista que a presença de animais nessa área auxilia na reciclagem de nutrientes e no acúmulo de matéria orgânica nas camadas mais superficiais do solo, devido aos seus dejetos e resíduos de forragem (BONA FILHO, 2002).

A utilização de tecnologias de manejo, práticas culturais, defensivos agrícolas, e de novos materiais genético vegetal e animal têm possibilitado ao sistema de integração Lavoura-Pecuária conciliar a atividade agrícola e pecuária, de maneira a obter alta produtividade de grãos e animal, com reflexos positivos na estabilidade econômica da propriedade rural, diversificando as atividades na mesma e possibilitando o aumento de renda do produtor (BARTMEYER, 2006).

O Trigo de Duplo Propósito surgiu como uma das modalidades tecnológicas da integração Lavoura-Pecuária em que se utilizam cultivares para dupla aptidão, ou seja,

tanto para a produção de grãos, para a alimentação humana; quanto para a produção de forragem utilizada na alimentação animal (SANTOS & FONTANELI, 2006).

Nesse sistema de cultivo o trigo é semeado com densidades, em torno de 300 a 400 sementes.m⁻², no intuito de propiciar maior fechamento da área durante a brotação (IAPAR, 1999).

No caso da região Sul do país, as cultivares exigem temperaturas ótimas de 18 a 24 °C, as plantas são inicialmente, cortadas ou pastejadas a uma altura de 25 a 35 cm; o segundo pastejo (ou corte) é realizado 30 dias após o primeiro, sendo interrompido quando as plantas alcançam uma altura de 5 a 10 cm. A adubação nitrogenada é feita com dosagens em torno de 25 a 30 Kg de N.ha⁻¹ (FONTANELI & FONTANELI, 2009).

O plantio do Trigo de Duplo Propósito deve ser antecipado em algumas semanas, já que a desfolha nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura, ainda que não afete o desenvolvimento do grão, provoca um atraso natural no seu ciclo (OSÓRIO, 1992). No Brasil Central estão se realizando pesquisas para uma melhor determinação dessa antecipação do plantio e de sua real necessidade.

A viabilidade em se utilizar o trigo para Duplo Propósito depende da existência de cultivares que apresentem período vegetativo longo, para proporcionar uma boa capacidade de produção de forragem, e fase reprodutiva curta, com o intuito de manter a estabilidade produtiva (rendimento) e qualidade industrial dos grãos após cessar a desfolha (WENDT et al., 2006).

Assim, o Trigo de Duplo Propósito, no Brasil central, deve possuir ciclo tardio-precoce, para que a cultivar disponha de maior intervalo de tempo para produzir uma maior quantidade de forragem, e menor tempo de exposição dos grãos aos fatores ambientais adversos. Esse fator também promove o benefício de expor mais a fase vegetativa do trigo ao frio, favorecendo um melhor perfilhamento e enraizamento além de fornecer uma maior probabilidade da cultura se recuperar de estresses sofridos, como a elevadas temperaturas, que possam prejudicar a planta ao longo do desenvolvimento nessa região.

A cultivar deve ter também boa produção de forragem, tolerância ao pastejo ou ao corte e boa produção de grãos (DEL DUCA, 2000), além de estabelecer-se com rapidez, ter

alta capacidade de perfilhamento e hábito de crescimento ereto a semi-ereto, para facilitar a colheita mecanizada e outras práticas realizadas ao longo do ciclo da cultura.

3.4.3. Características do Sistema de Trigo de Duplo Propósito

- A Importância do Perfilhamento

O perfilho é considerado a unidade básica de desenvolvimento das plantas forrageiras (NABINGER & MEDEIROS, 1995). Nesse sentido, o perfilhamento é um dos fatores mais importantes para selecionar cultivares para Duplo Propósito e é citado por muitos autores como indicativo de adaptação genética da cultura a esse sistema.

Segundo RAWSON (1971), uma maior capacidade de perfilhamento confere maior adaptabilidade da cultura do trigo a condições adversas, como má germinação, e danos causados por fatores ambientais. NELSON & ZARROUGH (1981) consideram que em sistemas diferenciados, a exemplo do cultivo em Duplo Propósito; esses critérios genéticos podem justificar a adaptabilidade do trigo ao corte, pois sua elevada interação genótipo-ambiente reflete, entres outros fatores, diretamente na capacidade de perfilhamento que é uma forma de adaptação fenotípica a esta prática.

O perfilhamento influencia no estabelecimento das plantas jovens, na regeneração e na perenidade das gramíneas após a desfolha. A fase de perfilhamento é regulada por fatores inerentes à própria planta, como o genótipo e balanço hormonal; por fatores climáticos a exemplo da intensidade luminosa e a temperatura e por fatores relacionados ao manejo, como a irrigação, a nutrição mineral e aos cortes (LANGER, 1963).

Assim, as variedades utilizadas para Duplo Propósito por possuírem elevada capacidade de rebrote, conseguem preencher espaços vazios, provocado por possíveis falhas na semeadura (MUNDSTOCK, 1999). Na região do Cerrado do Brasil Central as pesquisas estão sendo realizadas várias pesquisas no sentido de se selecionar genótipos com estas características.

A elevada capacidade de rebrote também faz com que o trigo consiga fechar rapidamente a área recém-pastejada pelo animal, suportar um ou mais pastejos e ainda atingir uma produção semelhante ao trigo destinado à produção exclusiva de grãos devido à renovação da área foliar e, conseqüente, redução de porte, o que resulta numa maior

contribuição da fotossíntese ao desenvolvimento da planta (DEL DUCA et. al., 2001). No entanto, a redução de porte não é um aspecto favorável para produção de biomassa em cortes subsequentes, mas não deixa de ser uma forma de adaptação fenotípica da cultura ao corte.

Uma boa capacidade de rebrote dos cereais de Duplo Propósito também promove outra importante função do ponto de vista ambiental e ecológico que é a cobertura do solo durante as estações frias. Este fator é mais relevante para a região Sul do País, onde no verão cultiva-se o milho e a soja, mas durante o inverno (período chuvoso), antes da semeadura das culturas de inverno, o solo fica exposto e sujeito a perdas por erosão (DEL DUCA et. al., 2000).

- Consequências do Desfolhamento

Primeiramente, deve-se considerar que os efeitos dos cortes realizados nas pastagens podem não representar a mesma realidade do pastejo direto efetuado pelos animais (GARDNER, 1986). Isso se deve ao fato de que os animais ao efetivarem o pastejo, puxam e quebram as plantas de forma heterogênea selecionando-as, pisoteando-as e promovendo, inclusive, um acúmulo de matéria orgânica distinta daquela que ocorre numa pastagem submetida ao corte mecânico (JAMESON, 1962).

O desfolhamento é um fator estressante para planta, provoca alterações na fixação de CO₂, queda de teores de carboidratos, diminuição na atividade respiratória e na absorção de nutrientes pelas raízes, podendo causar, inclusive, a paralisação no crescimento destas (DAVIDSON & MILTHORPE, 1965).

A desfolha realizada nas forrageiras submetidas ao corte, ou ao pastejo direto (realizado pelos animais), é parcial e induz a mudanças compensatórias no funcionamento dos órgãos de tais plantas; essas alterações são resultantes de uma resposta fisiológica, oriunda da redução no suprimento de carbono para a planta, devido à perda de parte dos tecidos fotossintetizantes e outra morfológica, que resulta em modificações na alocação do carbono entre os diferentes órgãos de crescimento (folhas, perfilhos, raízes). Essas mudanças conferem as plantas forrageiras à adaptação ao desfolhamento (LAMAIRE, 1997).

Segundo BORTOLINI (2004), a desfolha do trigo contribui também para o aumento do número de perfilhos, podendo conduzir para um incremento na produção de grãos. Por outro lado, quanto mais se atrasa a data final da desfolha, menor será o número de espiguetas por espiga, refletindo em menor quantidade de grãos por espiga. Esta redução no tamanho da espiga devido ao pastejo (ou corte) no período de alongação do colmo ocorre porque há uma concorrência de fotoassimilados entre colmos, folhas e raízes (DUNPHY *et al.*, 1984). A grande consequência a prática desses fenômenos é que o produtor que se submete ao sistema de Trigo de Duplo Propósito pode adiantar os cortes, penalizando a formação de biomassa para forragem e privilegiando a produção de grãos, caso o preço do grão esteja mais favoráveis, e o mesmo raciocínio vale em caso oposto.

O trigo pode armazenar carboidratos como sacarose e oligossacarídeos mais complexos no caule, embora o amido, também seja detectado. O armazenamento no caule é mais ativo na antese, quando a área foliar é máxima e o crescimento do caule e raízes é mínimo (CASTRO, 1999). Após a remoção da parte aérea das forrageiras, ocorre um declínio nos teores de carboidratos de reserva na base do caule e nas raízes (WHITE, 1973). Este declínio prossegue até que haja formação de uma nova área foliar que deverá produzir carboidratos em quantidades superiores aos que são gastos para o crescimento e respiração das plantas.

A abundância no suprimento de carboidratos para os tecidos de reserva está relacionada não apenas com as quantidades absorvidas de luz (DIETZ, 1975), mais também como os níveis de CO₂ e de H₂O (WALLER, 1985), bem como com outros fatores climáticos e edáficos.

Embora os carboidratos sejam, em geral, as substâncias mais usadas no novo crescimento, outras substâncias como as proteínas (reserva nitrogenada) podem, igualmente, ser mobilizadas (DAVIDSON & MILTHORPE, 1966).

Devido às razões supracitadas o corte na cultura do trigo deve ser realizado até a fase de perfilhamento pouco antes do início do alongamento¹⁰.

¹⁰ O alongamento pronunciado só ocorre após a iniciação floral, e cada nó inicia sua extensão apenas depois que a folha inserida ao nó acima finaliza sua expansão (CASTRO, 1999).

Durante o estabelecimento da cultura, inicia-se o desenvolvimento do primórdio floral (futura espiga), que se encontra na parte inferior da planta (abaixo do nível do solo), e o deslocamento deste pelo interior do colmo, elevando-se paulatinamente, no perfilhamento e alongamento, até exterioriza-se durante a fase de florescimento. É de suma importância evitar a desfolha do trigo a uma altura que possibilite a perda dessa estrutura (o risco é maior se a altura de desfolha for muito baixa). Assim, o corte (ou pastejo) devem ser realizados, quando o primórdio estiver rente ao solo, ou a 7 cm acima deste; na prática, o colmo cujo primórdio floral foi cortado é oco, indicando que já se passou da fase de corte (SANTOS & FONTANELI et. al., 2006). Os mesmos autores ainda alertam que esse critério deve ser cumprido à risca, pois o corte do primórdio floral implicará no não restabelecimento da haste principal, o que promoverá efeitos negativos na produção de grãos, tendo em vista que espiguetas dessa haste é a mais produtiva na cultura do trigo.

O corte também pode ser determinado pela idade fisiológica da cultura, utilizando-se como critério o número de nós que a planta apresente a partir da base; algumas cultivares selecionadas para o Distrito Federal, por exemplo, apresentam bons rendimentos com cortes executados a partir do segundo nó basal.

A outra razão pela qual o corte do trigo não deve ser executado em pleno alongamento é que essa fase é considerada um dreno das folhas basilares (DALE, 1982). Por isso, além de provocar a redução brusca na relação folha/colmo, esse estágio vegetativo contribui para diminuição do valor nutritivo da forragem (ANDRADE & COMIDE, 1971).

A quebra da dominância apical devido aos cortes executados no trigo promove um estímulo do desenvolvimento de gemas laterais mediante ação hormonal e da luz. Os perfilhos oriundos de tais gemas são menos produtivos, pois apresentam espigas menores e seus sistemas radiculares são menos desenvolvidos o que os torna mais sensível ao estresse hídrico. Logo, além de fatores climáticos como alta intensidade luminosa, a nutrição adequada da planta contribui muito para um melhor perfilhamento (FRIEND, 1966).

A produção de forragem do trigo depende da área foliar e esta é máxima logo após a emergência completa da folha bandeira (na fase de espigamento) (CASTRO, 1999), e a taxa de formação de novas folhas, depende da temperatura, intensidade luminosa, comprimento do dia e da fertilidade do solo (CASTRO, 1990).

O fator enraizamento também possui importância para o desenvolvimento do sistema de cultivo do Trigo de Duplo Propósito, pois no caso do pastejo direto, evita que os animais arranquem a planta. A presença de fungos fitopatogênicos de solo ou doenças de podridão radiculares e as elevadas temperaturas no solo são as principais causas de menor enraizamento do trigo nesse sistema (OSÓRIO, 1992). Por isso, poderia ser interessante para o sistema de Trigo de Duplo Propósito a utilização de microrganismos indutores de crescimento inoculados na ocasião do plantio.

As raízes das gramíneas além de absorver água e nutrientes podem reduzir nitrato, sintetizar aminoácidos e agir como fonte de substâncias de crescimento, como citocininas, para parte aérea (CASTRO, 1999). Na planta, a proteína é resultante do processo de absorção e transporte de nitrogênio, onde, inicialmente a forma de amoniacal (produto oriundo da redução de nitrato) é assimilada e transformada em aminoácidos (CAMARGOS, 2002). Após assimilação, o excesso de aminoácidos pode ser translocado da folha para a raiz via floema, ou da raiz para a parte aérea via xilema. Dessa forma, os aminoácidos presentes no xilema e floema podem servir de suprimento para tecidos em desenvolvimento e órgãos reprodutivos.

Segundo RAVEN et al. (2001), as citocininas são hormônios pertencentes ao grupo dos indutores de crescimento, pois estão envolvidas no processo de divisão celular e por isso, são encontradas primariamente em tecidos com alta atividade de divisão celular, incluindo sementes, frutos e folhas e em ápices radiculares.

O pastejo ou corte, quando mal executados, podem reduzir a produção de perfilhos, mas um efeito ainda mais profundo pode ocorrer, ao afetar negativamente o crescimento e atividade nas raízes (DAVIDSON & MILTHORPE, 1966). Isso por que as raízes são usadas como fonte de fotoassimilados para os perfilhos em formação, assim, tanto o peso relativo do sistema radicular quanto a sua superfície específica são afetadas com a realização dos cortes. Essa observação confirma os estudos de LEMAIRE (2001) em muitas espécies C_3 e C_4 cujo crescimento radicular cessou após a remoção de 50% ou mais da área foliar.

Além desses aspectos gerais o pastejo pode levar à compactação do solo, caso o solo apresente elevado teor de umidade ou alta densidade de animais (PROFFITT *et al.*, 1993).

- Produção de Forragem e Grão

Em geral, para favorecer uma maior produção de biomassa, as cultivares de trigo selecionadas para o sistema de Duplo Propósito disponíveis no Brasil devem possuir porte mais elevado, se comparados às cultivares tradicionais (destinadas a produção exclusiva de grãos), por essa razão tais plantas podem estar sujeitas ao acamamento, caso não sejam submetidos ao corte ou pastejo; além disso, podem apresentar menores produtividades quando comparadas ao trigo que não foi submetido a essas práticas. Assim, a intensidade e a duração do pastejo são fatores determinantes no aumento ou redução da produção de grãos (REDMON *et al.*, 1995).

Além disso, o rendimento de grãos do Trigo de Duplo Propósito é influenciado pela época de plantio, intensidade de pastejo e período de pastejo (BERGES, 2005; ARZADUM, 2003; DEL DUCA *et al.* 1999).

Nas várias regiões onde foi adotado, o sistema integrado com o Trigo de Duplo Propósito tem-se obtidos bons resultados com a produção de biomassa e grão. No Uruguai, esse sistema, mantiveram altos rendimentos de grãos nos anos de 1998 a 2004, com produtividade acima de 4500 Kg.ha⁻¹ de grãos após o pastejo com ovinos na fase vegetativa (BERGES, 2005).

Na região Norte dos Estados Unidos, ocorreu uma produção de 4000 a 6000 Kg.ha⁻¹ de massa seca e produção de grãos entre 3000 a 4000 Kg.ha⁻¹, quando submetido ao pastejo, também ocorrendo variações nos componentes de rendimento de grãos de trigo de acordo com a intensidade, início e final do período de desfolha; o que refletiu diretamente na produtividade do trigo (FREEBAIRN, 2003).

Em estudos realizados por BORTOLINI (2004), o pastejo em trigo com período de uma e duas semanas beneficiou a produção de grãos ao prevenir o acamamento, pela redução do alongamento dos entrenós, ocorrendo uma redução na produção de grãos a partir da terceira até a sétima semana de pastejo; além disso, também foi constatada uma

menor produção de massa seca por unidade de área no momento da alongação do colmo e início de florescimento o que afetou negativamente a produção de grãos.

No Paraná, Região Sul do Brasil, o trigo submetido a um corte no início da alongação do colmo, obteve um acréscimo de 15% no número de espigas por metro quadrado e queda de 6% e 10% no peso de mil grãos e número de grãos por espiga, respectivamente, em relação ao trigo sem corte, demonstrando que o aumento no número de espigas por metro quadrado não compensou a redução do peso de mil grãos e do tamanho das espigas, acarretando numa queda de 17% na produtividade de grãos por hectare (DEL DUCA *et al.*, 1999).

Os experimentos demonstram que o sistema de Duplo Propósito é viável, mas a desfolha afeta a produção final de grãos, sendo que, quanto mais intenso e longo for o período de pastejo, menor será a produção de grãos (BARTMEYER, 2006).

Em um experimento com trigo submetido a um e dois cortes, DEL DUCA *et al.* (2000) observou produção de 3483 Kg.ha⁻¹ de grãos e 1470 Kg.ha⁻¹ de massa seca, com um corte e, 2104 Kg.ha⁻¹ de grãos e 2506 Kg.ha⁻¹ de massa seca, com dois cortes. Dessa forma pode-se concluir que o número de cortes tem efeito positivo sobre a produção de forragem e efeito negativo sobre a produção de grãos.

Segundo SCHEFFER-BASSO *et al.* (2001), os cortes reduzem o rendimento de grãos nos cereais hibernais, pela limitação da planta em produzir nova área foliar rapidamente e evitar a senescência dos afilhos durante o período reprodutivo.

Portanto, o término do pastejo é uma decisão importante e tem consequência econômica, pois a retirada dos animais muito cedo resulta em pouco ganho de peso e o atraso na retirada resulta na perda em grãos de trigo (MCRAE, 2003). Esta decisão, portanto, dependem das relações entre os preços de grãos, feno, carne, leite e lã e como consequência a priorização de um produto pode afetar o outro.

Assim, algumas cultivares de trigo submetido ao sistema de Duplo Propósito, pode apresentar redução na produção de grãos após cortes consecutivos, bem como do valor do peso de hectolitro e da massa de mil sementes. Porém, com a realização de apenas um corte, uma boa quantidade de forragem pode ser removida, sem afetar seriamente a produção de grãos (BORTOLINI *et al.*, 2004).

- Valor Nutritivo da Forragem e Grão

Nos últimos anos, os avanços tecnológicos no melhoramento de plantas e animais, a introdução de novos produtos e técnicas gerenciais, têm tornado possível o aumento da lucratividade. Isso só foi possível por houve o direcionamento das pesquisas para a melhoria da qualidade da forragem e do desempenho animal (SANTOS & FONTANELI, 2006).

O valor nutritivo de uma forragem refere-se a sua composição e a digestibilidade dos nutrientes presentes na mesma. Já a qualidade de uma forragem pode ser definida como o potencial da forragem em produzir uma resposta animal desejada ou a combinação de características biológicas e químicas que determinam o potencial para a produção do animal de acordo com a sua aptidão, seja de carne, leite, lã, ou trabalho (podendo haver combinações entre essas aptidões). Em suma, a qualidade de uma forragem pode ser considerada como a combinação entre o valor nutritivo com o consumo da forragem (SANTOS & FONTANELI, 2006).

Em plantas forrageiras, existe uma marcante variação na sua qualidade de acordo com o estágio de desenvolvimento. Com a maturação, há um decréscimo diário nos valores de proteína bruta e digestibilidade da matéria seca, além disso, em qualquer uma das fases de desenvolvimento das plantas, há uma diferença entre os componentes de produção, como caules, folhas e inflorescências, cujas proporções estão em constantes alterações (SANTOS & FONTANELI, 2006).

Assim, os fatores que influenciam na qualidade das forragens são inerentes à própria planta como, a espécie e estágio de maturidade (idade da planta); mas também estão relacionados a determinadas práticas fornecida a planta à forrageira, como época de corte, irrigação, adubação; e a aspectos climáticos ocorridos durante o desenvolvimento da forragem (SANTOS & FONTANELI, 2006).

DEL DUCA et al. (1999), trabalhando com cereais de inverno (inclusive com o trigo) em regimes de cortes, observaram que os níveis de proteína bruta da forragem aumentaram após a realização de dois cortes, em relação ao estabelecimento de apenas um corte.

Com relação à qualidade grão, esta pode ser reduzida expressivamente quando se faz mais de um pastejo ou corte (BORTOLINI et al., 2004). Entretanto, esse fator pode ser compensado por uma produção de forragem de boa qualidade bromatológica, o que acaba promovendo um maior retorno econômico pelo ganho na produção animal.

Apesar desses efeitos na produção de grãos, os cortes não estabelecem prejuízo na composição química desses cereais, o que certamente viabiliza o seu aproveitamento para Duplo Propósito (DEL DUCA et al. 1999).

Assim, o trigo utilizado no sistema de Duplo Propósito pode suprir a falta de forragem causada pela redução de produção das pastagens perenes de verão durante o inverno, devido não somente à produção de forragem, mas também ao seu elevado valor nutritivo, que pode ser comparado ao da alfafa, em relação à digestibilidade e aos teores de proteína bruta (HASTENPFLUG, 2009). Fazendo com que esse sistema possa ser uma boa alternativa para propriedades que possuam atividade de produção mista - produção de grão e de animal (SANTOS & FONTANELI, 2006). Além de favorecer a exploração simultânea de dois nichos de mercado (carne ou leite, e grão) dando uma maior flexibilidade ao produtor, que pode gerenciar a sua produção em função da melhor demanda, e conseqüentemente dos melhores preços.

- Importância da Adubação Nitrogenada

A adubação nitrogenada é essencial para que se possa realizar um manejo adequado no sistema de Duplo Propósito com trigo, uma das razões é que essa cultura possui metabolismo C_3 , com isso a sua demanda por nitrogênio é muito elevada e de particular importância para assimilação de CO_2 , o que afeta conseqüentemente o ganho na biomassa. Segundo TAIZ & ZEIGER (2009), mais de 50% do N absorvido em plantas C_3 está associada à atividade da enzima rubisco (em maior concentração nessas plantas) e o fluxo desse elemento na fotorrespiração é dez vezes maior que o fluxo de sua assimilação primária. Já nas plantas C_4 o gasto com N foliar para síntese de enzimas é no máximo 35% do N total (SINCLAIR & HORIE, 1989).

O metabolismo de carbono depende do metabolismo de N para a síntese da rubisco na fase de carboxilação, e o metabolismo de N depende do fornecimento de ácidos orgânicos, ATP e NADH (oriundos do metabolismo de carbono) para a assimilação do N

(Ritcher, 1993 citado por PIMENTEL, 1998). Por essa razão o trigo é uma espécie que responde bem a adubação nitrogenada.

Por outro lado, a seleção de espécies para o sistema de Duplo Propósito a necessidade nutricional da planta pode requerer alguns cuidados que normalmente não se tem quando se compara a produção exclusiva de grãos. Isso por que a planta, nesse sistema já possui porte elevado, por tanto, a aplicação de doses elevadas de nitrogênio podem resultar no acamamento, o que pode interferir negativamente na produção e na qualidade dos grãos, nesse caso o próprio corte tende a minimizar o efeito do tombamento, através da redução do porte da planta (ZAGONEL et al., 2002).

Nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura, a aplicação de nitrogênio é importante para aumentar o seu rendimento, já que a formação das espiguetas é incrementada por esta aplicação precoce (FRANK; BAUER, 1996).

Isso ocorre porque, além de promover maior produtividade na cultura do trigo, aplicação precoce de nitrogênio (em cobertura) também aumenta a participação dos perfilhos no rendimento de grãos, independente das características agronômicas da cultivar (SANGOI et al., 2007). Com isso, há uma elevação no número de espigas por unidade de área ocasionando um acréscimo de produtividade de grãos (ZAGONEL et al., 2002).

Os genótipos convencionais de trigo podem responder a doses de adubação nitrogenada de 60 a 120 kg.ha⁻¹ para produção exclusiva, porém a maioria responde a as doses somente até 60 kg.ha⁻¹ de N (FREITAS et al., 1994).

Normalmente, a quantidade de nitrogênio absorvida pelo trigo aumenta progressivamente durante o período de crescimento vegetativo, atingindo o máximo durante os estádios reprodutivos e decaindo na fase de enchimento de grãos (CREGAN & BERKUM, 1984).

No cultivo com o Trigo de Duplo Propósito a planta necessita primeiramente produzir massa verde com rapidez, para que a forragem seja aproveitada como alimento animal; depois, terá de emitir nova área foliar, que garanta a produção dos fotoassimilados necessários à produção de grãos. Nesse sentido, o rendimento de grãos será fortemente afetado pela capacidade das plantas em regenerar a parte aérea, pois em condições de

desfolha excessiva a reserva de carboidratos irá inicialmente para a formação rápida de área foliar (CORSI et al., 2007).

Em contrapartida, OURREY et al. (1994) afirmam que a rebrota de plantas após a desfolha não é determinada diretamente pelo nível de carboidrato de reserva, mas sim pela reserva nitrogenada e pela capacidade de reciclagem, portanto, a adubação nitrogenada assume papel fundamental nesse sistema de produção.

- Importância da Irrigação

Outro fator que merece destaque quando se está trabalhado com o sistema de Trigo de Duplo Propósito é a irrigação. Para GOMIDE (2003), água é isoladamente o fator que mais limita a produção da forragem. Segundo AGUIAR & SILVA (2002), para cada tonelada de matéria seca produzida, plantas do grupo C₄ necessitam em média de 30 mm, enquanto plantas do grupo C₃, em média 65 mm.

Durante inverno, no Brasil Central, ocorre uma queda na umidade relativa, que pode ocasionar, na cultura não irrigada, a diminuição do esfriamento evaporativo (já que os vegetais irão fechar os estômatos para transpirar menos e evitar perdas de água) o que contribui para o aumento da *Razão de Bowen*. Segundo TAIZ & ZEIGUER (2009), as plantas podem dissipar calor por emissão de ondas longas (perda de calor radioativo), condução e conversão para ar frio (perda de calor sensível) e esfriamento evaporativo (perda de calor latente), esses dois últimos são mais importantes para a regulação da temperatura foliar, e sua razão é conhecida com Razão de Bowen.

O trigo, como planta C₃, tem condutância estomática mais elevada para assimilar o máximo possível de CO₂ da atmosfera (KRAMER & BOYER, 1995).

O aumento na Razão de Bowen poderá minimizar a assimilação de CO₂, além de causar um aumento da concentração de O₂ durante a fotólise da água (que não cessa enquanto houver luz), provocando a fotoinibição e a fotorrespiração, para que os efeitos deletérios oriundos da produção excessiva desse elemento sejam mitigados (HALL & RAO, 1994). Esses dois efeitos podem causar sérios prejuízos ao ganho de biomassa que é essencial para o sistema de Duplo Propósito com o trigo, por essa razão é que esse sistema de cultivo, no Brasil Central, não pode sofrer estresse por falta de irrigação.

No entanto, lavouras bem irrigadas contribuem para uma maior abertura dos estômatos e conseqüente redução na Razão de Bowen (TAIZ & ZEIGUER, 2009). Isso irá favorecer não apenas a absorção de carbono e o ganho de biomassa para o sistema de Trigo de Duplo Propósito, durante inverno, como também a uma maior dissipação de excesso de calor que possa ocorrer nessa estação.

No caso do Trigo de Duplo Propósito, a fase que segue logo após a desfolha é uma das mais críticas no que se refere a necessidade hídrica, pois a redução de área foliar neste período, desde o final da desfolha e o início de florescimento, pode ocasionar queda na produção de grãos (REDMON *et al.*, 1995). Uma das causas dessa queda na produção de grãos é o efeito negativo que o déficit hídrico provoca no rebrote da planta (BARTMEYER, 2006).

Logicamente, o sistema radicular dos perfilhos oriundos de gemas laterais é menos desenvolvido, o que o torna mais sensível ao estresse hídrico, podendo inclusive afetar absorção de nutrientes, principalmente o nitrogênio, que como visto anteriormente, é essencial tanto para ciclo fotossintético (fixação de carbono ciclo fotorrespiratório) quanto para o restabelecimento da cultura após o corte ou pastejo.

3.5. O TRIGO DE DUPLO PROPÓSITO E OS ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO

Os ecossistemas naturais apresentam uma integração harmônica entre a cobertura vegetal e os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, estes atributos são decorrentes de processo relacionados à ciclagem de nutrientes, acumulação e decomposição da matéria orgânica. Entretanto, a intensificação da atividade antrópica, decorrente das atividades agrícolas promovem alterações e provocam, na maioria das vezes, impactos ambientais negativos nesses atributos (KAISER *et al.*, 1995).

Por isso, a agricultura moderna vem se desenvolvendo de forma a permitir uma exploração mais racional do solo e propondo melhora na sua qualidade. Segundo DORAN & PARKIN (1994), a qualidade do solo, dentro dos limites de um ecossistema, é definida como a capacidade do solo sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade do meio ambiente e promover a saúde das plantas e dos animais.

Ainda nesse raciocínio, SPOSITO & ZABEL (2003) afirmam que a qualidade do solo prever o equilíbrio entre, os processos geológicos, hidrológicos, químicos, físicos e biológicos do solo e fazem referência à capacidade do solo sustentar a produtividade biológica dentro das fronteiras do ecossistema, mantendo o equilíbrio ambiental e promovendo a saúde de plantas e animais e do próprio ser humano.

Nesse sentido, a qualidade do solo exerce influência sobre o potencial de uso, a produtividade e a sustentabilidade global do agroecossistema, por isso, seu estudo é tão necessário, tendo em vista que fornece informações sobre o manejo do solo e assegura a tomada de decisões para uma melhor utilização desse recurso (SPOSITO & ZABEL, 2003).

Os solos do Cerrado, em geral, caracterizam-se por ser altamente intemperizado, com baixa fertilidade natural, devido à pobreza de nutrientes necessários para o estabelecimento das plantas. A fração argila desses solos é, essencialmente, constituída por minerais de argila 1:1 (com pouca ou nenhuma substituição isomórfica) e óxidos de Ferro (Fe) e Alumínio (Al), o que determina uma baixa Capacidade de Troca de Cátions (CTC) devido à menor densidade de cargas mínimas negativas (VARGAS & HUNGRIA, 1997).

O conteúdo de matéria orgânica do solo (MOS) no Cerrado varia de 0,7 a 6%, esta fração do solo é a grande responsável pela reciclagem dos nutrientes, pelo aumento da CTC (quando o pH é elevado), pelo tamponamento do solo (contra alterações bruscas no pH), pelo auxílio na construção e manutenção de sua estrutura e, também na absorção armazenamento de água (VARGAS & HUNGRIA, 1997).

3.5.1 A Matéria Orgânica e os Atributos Microbiológicos do Solo

O solo é um compartimento terrestre que apresenta grande dinamismo em seus constituintes, esse fato está relacionado com as características e processos que ocorrem na biosfera, litosfera (rocha) e atmosfera. A fração orgânica do solo (MOS) é o principal depósito de carbono do meio terrestre, que é denominado carbono orgânico total (COT). De modo geral, considera-se que a matéria orgânica do solo contém 58 % de C, em relação à sua massa total. E esta fração tem sido utilizada para estimar quantitativamente a fração orgânica do solo (NELSON & SOMMERS, 1982).

Os outros constituintes da MOS são: O (31%), H (5%), N (2%), S (2%), P (2%). Além disso, essa fração compreende todos os organismos vivos e seus detritos encontrados

nos mais variados graus de decomposição; está dividida em: Matéria orgânica viva – Constituída de material orgânico temporariamente imobilizado nas células dos organismos vivos, que a princípio são drenos de nutrientes, mas que apresentam potencial para mineralização (fontes de nutrientes); raramente ultrapassa 4% do COT do solo e pode ser dividida em três compartimentos; raízes (5-10%), macrorganismos (<10 mm; 15-30%) e microrganismos (>0,2 mm, 60-80%); matéria orgânica morta contribui, em média, até 96% do COT do solo, é constituída de fração leve (3-20%) e húmus (70% de substancia húmicas e 30% de não-húmicas) (SILVA et al, 2007).

Outra fração que merece destaque no solo é o nitrogênio orgânico do solo e segundo MOREIRA & SIQUEIRA (2006), aproximadamente 95 % do nitrogênio total do solo estão na sua forma orgânica, destes, a maior parte encontra-se na matéria orgânica morta, e apenas 4% nos organismos vivos, dessa fração apenas 4% está presente na microbiota e 2% nos animais (o restante, 94%, é proveniente dos vegetais). Durante os processos de mineralização e imobilização, esse microrganismos podem transformar **anualmente** em torno de 2 a 5% do nitrogênio orgânico em nitrogênio mineral (frações inorgânicas) que são representadas principalmente pelas formas NH_4^+ e NO_3^- . Além disso, o solo apresenta formas gasosas de nitrogênio (N_2 e NO_x) na sua atmosfera e solução.

Os componentes que constituem MOS viva, macro e microrganismos, e raízes, são partes integrantes dos processos biológicos, mineralização, imobilização e formação das substâncias húmicas. A Biomassa Microbiana do Solo (BMS) é a principal constituinte da MOS viva, representando 1-3% do COT. Atua como agente decompositor e como reserva de carbono e nutrientes e no fluxo de energia do solo (SILVA et al, 2007).

Os microrganismos obtêm nutrientes e energia através da ação predominante nos processos de oxidação, redução e complexação de compostos orgânicos, influenciando o ciclo, a forma e a concentração dos nutrientes (principalmente N, P, S), o que conseqüentemente altera a disponibilidade desses elementos para as plantas e a sua mobilidade no solo. Os processos de decomposição/mineralização acabam gerando produtos que podem ser carregando pelos corpos d'água ou volatizados para atmosfera, afetando não apenas a qualidade do solo, como também a qualidade da água e do ar (SILVA et al, 2007).

O Carbono associado à Biomassa Microbiana do Solo (BMS - C) representa um dos compartimentos com menor tempo de ciclagem o que permite uma reposta rápida ao acréscimo ou decréscimo de MOS, como ocorre quando se altera a cobertura vegetal, uma vez que a MOS, constitui fonte energética para os microrganismos. Assim, além da quantidade, a qualidade do material orgânico adicionado ao solo, também afeta o tamanho da população e a atividade das espécies de microrganismos, estes por sua vez, também influenciam diretamente a ciclagem dos nutrientes no solo. Além disso, a atividade e a diversidade dos microrganismos dependerem de outros fatores como, umidade e temperatura, e por todas essas razões esta fração pode ser utilizada como índice de aferição de qualidade do solo (SILVA et al, 2007).

O crescimento e a atividade da microbiota também são governados pelas alterações na constituição do ar do solo. A atividade dos microrganismos altera a atmosfera do solo aumentando a sua concentração de CO₂ até 100 vezes mais que os níveis atmosféricos ocorrendo o inverso com o teor de O₂. Essas diferenças ocorrem devido à respiração dos microrganismos – a Respiração Basal (RB) – e das raízes que consomem O₂ e eliminam CO₂ (TSAI et al., 1992).

A RB é um dos parâmetros mais antigos para quantificar a atividade microbiana no solo, o BMS-C e BMS-N são sensíveis em detectar mudanças nesse ambiente em função do manejo, quando comparados com os teores totais de carbono e nitrogênio do solo, tendo em vista que a ciclagem desses elementos (C, N) é mais rápida se associadas aos microrganismos do que quando associadas a outras frações da matéria orgânica do solo, tornando esses nutrientes prontamente disponíveis para as plantas, em um menor intervalo de tempo (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

3.5.2. Indicadores Microbiológicos do Solo

A qualidade de um solo pode ser estimada pela observação ou medição de diferentes propriedade ou processos que ocorrem no mesmo (SCHMITZ, 2003). Nestas propriedades estão incluídos os atributos químicos, físicos e biológicos que reproduzem o status ambiental ou a condição de sustentabilidade em que um determinado solo se encontra (ARAÚJO & MONTEIRO, 2007). Esses atributos podem ser usados como medida para monitorar determinadas mudanças que ocorram no solo e são conhecidos como indicadores.

Através do estudo dos indicadores ou atributos de propriedades físicas, químicas e biológicas é possível o monitoramento de mudanças no estado de qualidade do solo visando desta forma separar a condição sustentável da não sustentável (GOEDERT, 2005).

Os microrganismos apresentam grande potencial de utilização em estudos de qualidade do solo por apresentar características como: a) elevada sensibilidade a perturbações antropogênicas; b) correlações com diversas funções benéficas do solo – entre elas, o armazenamento e a disponibilidade de água, a decomposição de resíduos orgânicos, as transformação e a ciclagem de nutrientes, a biorremediação, o controle de fitopatógenos e outros; c) papel direto em muitos processos do ecossistema – incluindo conversão de nutrientes em formas disponíveis às plantas, supressão de organismos nocivos, formação da estrutura do solo e papel indireto em processos como infiltração de água; e d) facilidade de avaliação e baixo custo (MELLONI, 2007).

Por essa razão, devido à sua capacidade em detectar alterações a mudanças antrópicas em um curto período de tempo, os microrganismos são considerados melhores indicadores da qualidade do solo quando comparados aos parâmetros físicos e químicos (MENDES & REIS JUNIOR, 2004).

- Biomassa Microbiana do Solo

Os microrganismos do solo responsáveis pela decomposição dos resíduos orgânicos (vegetais e animais) e constituem uma massa microbiana que está em contínua renovação. Em superfícies cobertas por longo tempo com um mesmo tipo de vegetação, as perdas anuais de matéria orgânica no solo são balanceadas com as entradas anuais, caracterizando uma condição de equilíbrio dinâmico (CERRI et al., 1992).

A biomassa microbiana do solo é representada pela fração viva (bactérias, actinomicetos, fungos, protozoários, algas e microfauna) e ativa da matéria orgânica do solo composta por microrganismos menores que $5 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006). Esses microrganismos utilizam o carbono orgânico como fonte de energia e o balanço gerado na imobilização/mineralização de nutrientes pela biomassa microbiana regulam tanto os processos de perdas destes elementos no solo, quanto a sua liberação que acabam por atender as demandas vegetais caracterizando, assim, um sincronismo (ROSCOE et al., 2006).

A biomassa microbiana é, também, responsável pela formação e manutenção da estrutura do solo, bem como pela biorremediação de poluentes e metais pesados (MENDES & VIVALDI, 2001), depositados nesse ambiente principalmente devido às atividades antrópicas.

Desse modo, as avaliações da biomassa microbiana podem ser de grande utilidade como indicadores da qualidade do solo tendo em vista que precedem aquelas avaliações constatadas nos métodos tradicionais de avaliação dos teores de matéria orgânica e outras propriedades físicas e químicas do solo (PEREIRA et al., 2007). Através da avaliação da biomassa microbiana do solo, é possível realizar comparações entre solos e as mudanças de manejos responsáveis por causar impactos ambientais num determinado agroecossistema (INSAM, 2001).

- A Respiração Basal

A atividade biológica pode ser definida como toda reação bioquímica relacionada ao metabolismo dos microrganismos do solo, ou também pode resultar da atividade física, como ocorre no processo de agregação ocasionada pela excreção de polissacarídeos produzidos por microrganismos específicos do solo (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006). Análises envolvendo a respiração basal dos microrganismos presentes no solo sob condições controladas de laboratório representam estimativas das funções metabólicas da biomassa microbiana e reflete sua fisiologia como comunidade total presente no solo (ANANYEVA et al., 2008).

A respiração basal ou atividade respiratória da biomassa microbiana é caracterizada pela oxidação da matéria orgânica pelos organismos aeróbios do solo; durante esse processo de oxirredução o O_2 é usado como aceptor final de elétrons e o CO_2 é liberado; por isso, a sua medição pode ser averiguada tanto pelo consumo de O_2 como pela produção de CO_2 (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

Altos valores na respiração microbiana indicam solos com microbiota mais ativa e, portanto, maior liberação de nutrientes para as plantas. Entretanto, esses valores em longo prazo podem indicar perda de matéria orgânica no solo (PARKIN et al., 1996). Segundo CARVALHO (2005) a respiração basal é influenciada por vários fatores tais como umidade, temperatura, estrutura do solo e disponibilidade de nutrientes.

- Carbono e Nitrogênio da Biomassa Microbiana do Solo

A biomassa microbiana é proporcionalmente a menor fração do C orgânico do solo e constitui uma parte significativa e potencialmente mineralizável do N disponível para as plantas. Apresenta rápida ciclagem, responde intensamente a flutuações sazonais de umidade e temperatura, ao cultivo e ao manejo de resíduos (GAMA - RODRIGUES *et al.*, 2005).

O carbono da biomassa microbiana (BMS-C) representa o reservatório mais disponível da MOS, podendo ter grande influência na dinâmica de nutrientes, principalmente para as culturas anuais (ROSCOE *et al.*, 2006). Isso por que, o tempo de vida dos microrganismos é muito curto, conseqüentemente eles promovem uma ciclagem muito rápida do carbono e por essa razão o BMS-C é um dos atributos mais sensível às alterações na qualidade do solo, causadas por mudanças de uso e práticas de manejo decorrentes do cultivo (CARDOSO *et al.*, 2009).

Por essa razão, o nitrogênio e o carbono biomassa microbiana, são os índices que mais fornecem informações sobre as condições de sustentabilidade do solo em curto prazo.

- Eficiência Metabólica dos Microrganismos do Solo

Quantificar os níveis de nitrogênio e carbono presentes nas estruturas dos microrganismos, ou do carbono respirados por estes, em muitos casos não é suficiente para avaliar as reais condições da microbiota do solo e do ambiente no qual ela está inserida, muitas vezes é necessário saber se metabolismo desses elementos estão ocorrendo de forma eficiente.

Segundo CERRI *et al.* (1992), os microrganismos controlam a maior parte das reações que integram o ciclo interno do carbono no solo, conseguindo balancear globalmente a fotossíntese, através dos processos de respiração edáfica. Desse modo, à medida que uma determinada massa microbiana se torna mais eficiente, menos carbono é perdido na forma de CO₂ pela respiração e uma maior proporção de carbono é incorporada ao tecido microbiano.

O Quociente Metabólico (qCO₂) estima a quantidade de C-CO₂ liberada em um determinado tempo, por unidade de C microbiano, ou seja, é um quociente que relaciona o

carbono perdido na forma CO_2 (saída) pela biota do solo com o que é incorporado no tecido celular (entrada) desses microrganismos; e é medido pela relação entre a respiração basal e carbono da biomassa microbiana do solo. PEREIRA et al. (2007), evidenciaram o potencial de utilização do atributo $q\text{CO}_2$ como indicador de qualidade do solo e da sustentabilidade agrícola.

Assim, através desse indicador é possível não apenas apontar a eficiência do metabolismo dos microrganismos, através da comparação da quantidade de energia que eles necessitam para manter sua atividade metabólica com a energia necessária para a síntese da biomassa, como também inferir sobre os efeitos das mudanças de uso da terra sobre a atividade dessa massa microbiana. Tendo em vista que através dessa ferramenta é possível avaliar o efeito das condições de estresse, a que o solo está submetido, sobre a atividade da biomassa microbiana, sendo, portanto, capaz de indicar a estabilidade do agroecossistema, ou seja, o estado de perturbação e estresse do solo (BARBOSA, 2010).

O índice quociente microbiano ($q\text{MIC}$) pode ser obtido através da relação entre o $\text{BMS-C}/\text{COT}$ (C da biomassa microbiana e o C orgânico do solo). É uma medida que está relacionada a qualidade da matéria orgânica do solo. Um sistema, no qual a biomassa é estressada, é incapaz de utilizar totalmente o carbono. Nesse caso, a relação $\text{BMS-C}/\text{COT}$ tende a diminuir. Ao contrário, com a adição de matéria orgânica de boa qualidade, a massa microbiana pode aumentar rapidamente, mesmo se os níveis do carbono orgânico permanecem inalterados (WARDLE, 1994). Em ecossistemas não perturbados a quantidade de C fixada anualmente pela fotossíntese é contrabalanceada pela quantidade similar de C liberada para a atmosfera na forma de CO_2 , assumindo-se, assim, a existência de um estado de equilíbrio, no entanto, em muitos solos esse equilíbrio não é verificado, o conhecimento do $q\text{MIC}$ também permite avaliar o quanto o solo está distante do seu estado de equilíbrio (ASSAD, 1997).

Da mesma forma a relação $\text{BMS-N}/\text{N}_{\text{total}}$ (N da biomassa microbiana e o N total do solo), mede a eficiência de conversão do nitrogênio do solo em nitrogênio microbiano. Quanto maior a relação $\text{BMS-N}/\text{N}_{\text{total}}$, maior é a capacidade da microbiota do solo em imobilizar o nitrogênio em sua biomassa, representando uma fração lábil desse nutriente para as plantas. Assim, relação $\text{BMS-N}/\text{N}_{\text{total}}$ expressam a eficiência da biomassa

microbiana em imobilizar nitrogênio em função da qualidade nutricional da matéria orgânica (BARBOSA, 2010).

Assim, os parâmetros COT, N_{Total} , BMS-C, BMS-N, RB, qCO_2 , $qMIC$ e a relação $BMS-N/N_{Total}$ podem ser de grande utilidade para medir os efeitos da interferência antrópica em determinado agroecossistema, especialmente em sistemas diferenciados como é caso do sistema com Trigo de Duplo Propósito, permitindo a otimização do sistema produtivo e, conseqüentemente, minimizar contribuição de impactos ambientais desnecessários no processo de execução desse sistema.

3.5.3. A Rizosfera do Trigo e os Microrganismos do Solo

O sistema de integração Lavoura-Pecuária com o Trigo de Duplo Propósito pode ter efeitos positivos na qualidade do solo, uma vez que o seu sistema radicular pode cobrir uma grande área, além de interagir com a sua microbiota, favorecendo o desenvolvimento desta. Nesse aspecto, a utilização dessa cultura possui particular importância para a região do Brasil Central, não apenas pela sua crescente importância econômica, mas também pelos benefícios que podem trazer aos solos dessa região, caracterizados pelos baixos teores de matéria orgânica.

As raízes atuam como fonte de carbono orgânico para o solo, uma vez que as plantas imobilizam temporariamente este elemento em sua biomassa radicular que retorna ao solo, diretamente por ocasião da sua senescência, e indiretamente, através da exsudação de uma série de compostos orgânicos, os quais vão constituir, em parte, para o compartimento da MOS morta, substâncias não-húmicas¹¹ (SILVA et al, 2007).

A rizosfera é o ambiente do solo diretamente adjacente (até 5 mm) e sob a influência das raízes da plantas, está dividida em três regiões, a endorizosfera representada pelos tecidos das raízes que incluem endoderme e camadas corticais; o rizoplano que são as superfícies das raízes, como a epiderme e camada mucilaginosa de polissacarídeos; e a ectorizosfera caracterizada pelo solo imediatamente adjacente a rizosfera (MORGAN et al, 2005).

¹¹ Entorno de 30-60% do C fixado fotossinteticamente por plantas é, anualmente, translocado para as raízes dos quais cerca de 70% podem ser liberados na rizosfera (NEUMANN & ROMHELD, 2001).

A importância da rizosfera deve-se ao fato de ser principalmente nessa região que ocorrem as transformações da matéria orgânica e dos ciclos biogeoquímicos dos nutrientes que ocorre através da atuação dos microrganismos, este processo é de suma importância tanto nos sistemas naturais quanto nos agrícolas (ANDRADE, 1999).

À medida que se distancia da superfície da raiz, há um decréscimo quantitativo e qualitativo de microrganismos formando um gradiente que depende das propriedades químicas e físicas do solo e de fatores relacionados à planta, tais como a espécie e estado nutricional (MARSCHNER, 1995).

Os exsudados, secreções, mucilagens, mucigel e lisados celulares encontrados na rizosfera alteram o ambiente do solo circundante influenciando, nessa liberação, o crescimento, de bactérias e fungos que colonizam este ambiente. Tais compostos orgânicos podem favorecer seletivamente determinados microrganismos; estes, por sua vez, podem influenciar a composição e a quantidade de vários componentes dos exsudados radiculares, através dos seus efeitos no metabolismo e no estado nutricional das plantas (GRIFFITHS et al., 1999).

À medida que as plantas se desenvolvem e atingem maior atividade fisiológica, ocorre um aumento na quantidade e diversidade de produtos que são liberados para a rizosfera, muitos dos quais são substratos para o crescimento microbiano (BRASIL-BATISTA, 2003). A liberação desses compostos orgânicos pode ter um custo energético para o vegetal, igual ou superior ao que é gasto na absorção iônica, que corresponde a 20% da respiração radicular de manutenção (CLARKSON, 1985).

A cultura do trigo apresenta dois tipos de sistemas radiculares as raízes seminais (ou embrionárias) e as adventícias, estas últimas podem chegar até 2 m de profundidade; seu crescimento poder ser superior ao da parte aérea em condições de baixas temperaturas, podem manter-se parcialmente ativas, mesmo sob estresse hídrico, ou deficiência de nitrogênio (CASTRO, 1999).

CHENG et al. (1993) quantificaram a emissão de CO₂ na rizosfera de plântulas de trigo e constataram que 41% eram proveniente da respiração radicular, enquanto que 59% tinha origem na atividade microbiana, à custa de energia fornecida pela rizodeposição.

Além disso, o trigo realiza simbiose com os fungos micorrízicos do solo mediante liberação compostos orgânicos na rizosfera onde atuam como sinais, para tais microrganismos, indicando a presença do hospedeiro. Esses compostos pertencem ao mesmo grupo dos flavonóides e atuam como indutores da germinação dos esporos ou da alongação das hifas (CARDOSO, 2007).

No entanto, se por um lado a comunidade microbiana da rizosfera é influenciada pelas plantas, por outro as plantas também são influenciadas por produtos do metabolismo microbiano que afetam a rizogênese, a morfologia e estrutura das raízes; alterando a sua permeabilidade e metabolismo e estimulando ou inibindo a produção de determinados exsudados e influenciando a disponibilidade de nutrientes às plantas (CARDOSO, 2007).

Os hormônios vegetais, tais como Ácido Indol Acético (AIA), etileno e giberelinas (LYNCH, 1986), são produzidos por bactérias que se estabelecem na rizosfera, onde se multiplicam e sobrevivem, obtendo vantagem competitiva sobre a pressão antagonística do restante da microbiota do solo. Essas rizobactérias podem ter efeito benéfico, nulo ou prejudicial, sendo aquelas que propiciam efeito benéfico denominadas de Rizobactérias Promotoras de Crescimento de Plantas¹² (KLOEPPER, 1996).

Plântulas de trigo possuem em sua rizosfera mais bactérias produtoras de AIA que plantas adultas, já que as adultas não mais necessitam de maiores quantidades desse hormônio para seu desenvolvimento. Com esse exemplo, sugere-se que as interações de plantas e microrganismos são reguladas por *feedback* (retorno, resposta ou realimentação) positivo e negativo, de acordo com a necessidade de ambos (ANDRADE, 1999).

Resultados de GODO & REISENAUER (1980) esclareceram que os exsudados radiculares de plantas de trigo crescendo em condições estéreis aumentaram a solubilidade do MnO_2 . Esses resultados demonstram que a disponibilidade do Mn_2^+ na rizosfera também

¹² RPCPs – Nessa designação incluem-se quaisquer bactérias que vivam na rizosfera e afetem beneficemente o crescimento de uma ou mais espécies vegetais. Convencionalmente, entretanto, não têm sido aí incluídos os rizóbios enquanto fixadores de nitrogênio, atividade que, embora benéfica ao desenvolvimento vegetal, resulta de uma relação simbiótica com as leguminosas, interação que não é considerada para as RPCPs (CARDOSO, 2007).

foi influenciada pela interação planta-microrganismos, o que afetou tanto os exsudados radiculares, quanto às comunidades microbianas associadas¹³.

Os Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) também podem causar efeitos indiretos na fisiologia do hospedeiro, gerando mudanças na exsudação das raízes deste, o que provocará mudanças qualitativas na comunidade microbiana da rizosfera (ARINES et al., 1989).

As hifas externas dos fungos micorrízicos também podem servir de substrato para o crescimento microbiano quando consumidas (ANDRADE, 1999). Além disso, as superfícies do micélio e dos esporos dos FMAs são colonizadas por bactérias e outros microrganismos que crescem no material mucilaginoso que os recobre (NOGUEIRA, 2002).

Assim, a ação das micorrizas na rizosfera pode levar ao aumento de microrganismos além dos 5 mm da superfície radicular, da região rizosférica, o que propicia um aumento em substratos adicionais (exsudatos e lisados de hifas) para o crescimento microbiano nessa região (KOTHARI et al., 1991).

3.5.4. Efeito da Rizosfera nas Propriedades Físico-Químicas do Solo

Os solos são constituídos de agregados de diversos tamanhos, os quais podem ser divididos em *microagregados*, constituídos de partículas menores que 250 µm de diâmetro, este quando ligados formam os *macroagregados* que medem diâmetros maiores que 250 µm (TISDALL, 1994).

Dois são os principais mecanismos envolvidos no aumento da estabilidade dos agregados, o primeiro, ocorre pela formação de ligações de materiais orgânicos com as partículas minerais, o segundo, é decorrente da ação física de raízes ou hifas de fungicas (TISDALL & OADES, 1982). Nesse sentido, as micorrizas contribuem para uma maior produtividade, sustentabilidade agrícola e para conservação ambiental (SIQUEIRA et al, 1994).

¹³ O estímulo dos exsudados à colonização micorrízica pode ocorrer porque alguns compostos ajudam complexar produtos potencialmente inibidores, como o excesso de Mn e Zn (HEPPER & SMITH, 1976), podem degradar auto-inibidores produzidos pelos próprios Fungos Micorrízicos Arbusculares (WATRUD et al., 1978), ou ainda pela produção de fitohormônios, aminoácidos, vitaminas, entre outros (REID, 1992).

Assim, os fungos micorrízicos contribuem, também para a agregação do solo, pois suas hifas formam uma rede que pode atingir até 50 m por grama de agregados estáveis contribuindo de modo significativo para estabilização destes. Portanto, em sistemas com alta densidade de raízes, há uma maior agregação e estabilização destes agregados em decorrência da formação de uma rede de raízes associadas a fungos micorrízicos (JASTROW & MILLER, 1997).

Em relação às características químicas do solo MERCKX et al., (1986) comentam que na região rizosférica os metais são complexados por agentes quelantes de origem vegetal, o que aumenta a disponibilidade e a mobilidade de íons metálicos nessa região¹⁴. O trigo exsuda malato pelas raízes para complexar o excesso de Al. Essa exsudação ocorre principalmente na porção distal das raízes, já que as células novas nessa região precisam ser protegidas do excesso de Al por um período relativamente curto, apenas o suficiente para que se tornem maduras e menos sensíveis a este elemento (BASU et al., 1994).

A associação com as micorrizas aumenta a capacidade das plantas absorverem nutrientes do solo, principalmente o fósforo, melhorando sua resposta aos corretivos e fertilizantes os que beneficiam seu crescimento e reprodução (MIRANDA & MIRANDA, 1997).

O pH na rizosfera também pode ser alterado pelo desbalanço na proporção entre cátions e ânions absorvidos pelas raízes e a correspondente extrusão de H^+ e HCO^- (ou OH^-), visando manter neutro o balanço de cargas (HINSINGER et al., 2003). Segundo DAKORA & PHILLIPS (2002), quanto mais ânions são absorvidos em relação a cátions, maior será a extrusão de ânions HCO^- na rizosfera resultando em aumento do pH no solo. De modo contrário, se houver predominância de absorção de cátions, haverá maior extrusão de H^+ e conseqüente acidificação do solo.

Assim, a redução do pH na rizosfera também pode ocorrer devido à liberação de ácidos orgânicos pelas raízes; tais ácidos promovem não apenas solubilização de fosfatos (JONES & DARRAH, 1994), como também a de micronutrientes metálicos.

¹⁴ A deposição pelas raízes de diferentes moléculas na rizosfera é dependente do estado nutricional das plantas. Algumas espécies produzem ânions de ácidos orgânicos em resposta às deficiências de P e Fe, enquanto outras produzem fitossideróforos quando Fe e Zn são limitantes (JONES & DARRAH, 1994).

A atividade microbiana, incrementada por compostos orgânicos na região rizosférica, pode, igualmente, dar origem a ácidos orgânicos; além disso, a produção de CO₂ pelas próprias raízes e pela atividade microbiana, também resulta em acidificação pela produção de ácido carbônico (HINSINGER et al, 2003).

A forma em que o nitrogênio é absorvido pelas plantas também pode modificar o pH na rizosfera. A absorção do N na forma de nitrato (N-NO³⁻) faz com que as plantas o troquem por ânions, incluindo OH⁻, elevando o pH do solo rizosférico (LI & CHRISTIE, 2001). Quando a absorção do N é na forma amoniacal (N-NH₄⁺), a absorção resulta na extrusão de H⁺ e acidificação da rizosfera (RAVEN et al., 1990).

O pH, também, afeta a disponibilidade de nutrientes no solo. O pH elevado pode causar aumento na disponibilidade de alguns nutrientes na rizosfera de solos ácidos. No caso de micronutrientes metálicos, o aumento de pH acima de 5,5 pode causar redução na disponibilidade. Sob condições de excesso de Zn, plantas que receberam N-NO₃⁻ apresentaram aumento de pH na rizosfera, o que pode conferir proteção às plantas ao excesso de Zn. Já sob condições reduzidas de pH pode haver aumento nas disponibilidades de P, Fe, Cu, Mn e Zn e atingir níveis tóxicos, no caso dos metais¹⁵ (CARDOSO & NOGUEIRA, 2007).

Assim, o estudo da microbiota pode ser muito importante para se obter dados, que quantifiquem ao menos o nível de influência do sistema de Trigo de Duplo Propósito no comportamento desses microrganismos e quais os seus possíveis efeitos na qualidade do solo, e conseqüentemente na sustentabilidade desse agroecossistema.

¹⁵ A fixação biológica de N₂ em leguminosas também leva à extrusão de H⁺, o que pode aumentar a disponibilidade de nutrientes necessários a esse processo, como o P, Mo e o Fe (CARDOSO & NOGUEIRA, 2007).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. P. A.; SILVA, A. M. Irrigação de pastagens. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS–TEMAS EM EVIDÊNCIA, 2., 2006, Lavras. **Anais...**Lavras: UFLA, 2002. p.261-320.

ALBRECHT, J. C et al. **Embrapa 22: Cultivar de trigo irrigado para Minas Gerais, Goiás Mato Grosso, Bahia e Distrito Federal**. Planaltina-DF: Embrapa, 2007. (Embrapa Cerrados. Documentos 188).

ALMEIDA, J. L.; WOBETO, C.; RUPPEL, E. C. Ensaio de épocas de semeadura em aveia. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 18. 1998, Londrina. **Resumos**. Londrina: IAPAR, 1998. p. 340-345.

ALMENARA, M. R. **Definição e Ocorrência da Fotoinibição**. LEAF, 1998. Disponível em: <<http://server2.iq.ufrj.br/~almenara/fotoinibicao.htm>>. Acesso em: 28/Junho/2010.

ANANYEVA, N. D.; SUSYAN, E. A.; CHERNOVA, O.V.; WIRTH, S. Microbial respiration activities of soil from different climatic regions of European Russia. **European Journal of Soil Biology**, v. 44, n. 2, p. 147-157, 2008.

ANDRADE, G. Interacciones microbianas en la rizosfera. In: SIQUIERA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G.; FAQUIM, V.; FURTINETO, A.E.; CARVALHO, J.G. (eds.). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas**. Lavras: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Departamento de ciência do Solo, 1999. p. 551-575.

ANDRADE, MAURICIO S. de. **Produção de bovinos em pastagem irrigada**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000, p. 23.

ARAÚJO, A.S.F. & MONTEIRO, R.T.R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.

ARINES, J.; VILARIÑO, A.; SAINZ, M. Effect of different inocula of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on manganese content and concentration in red clover (*Trifolium pratense* L.) plants. **New Phytol.**, v.112, p.215-219, 1989.

- ARZADUM, M. J.; ARROQUY, J. I.; LABORDE, H. E.; BREVEDAN, R. E. **Grazing pressure on beef and grain production of dual purpose wheat in Argentina.** Agronomy Journal, v. 95, p. 1157-1162, 2003.
- ASSAD, M. L. L. Fauna do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M., ed. **Biologia dos solos dos Cerrados.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. 542p.
- BACALTCHUK, Benami et al. **Trigo no Brasil: os desafios de um país tropical.** In: ALBUQUERQUE, Ana Christina Segebin; SILVA, Alomar Gabriel da. Agricultura Tropical. 1 ed. Brasilia-DF. Embrapa Informacoes tecnológicas. 2008. cap. 2, p. 163.
- BARBOSA, LURDINEIDE DE ARAÚJO, **Impacto de sistemas de cultivo orgânico e convencional da cana-de-açúcar, nos atributos do solo,** Brasília, 2010, p. 80.
- BARTMERYER, Tarcísio Nicolau. **Produtividade de Trigo de Duplo Propósito submetido a pastejo de bovinos na região dos Campos Gerais-Paraná.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006, p. 57.
- BARTMEYER, T. N. **Produtividade de trigo de duplo propósito submetido a pastejo de bovinos na região dos Campos Gerais - PR.** Curitiba, 2006. 82 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná. 2006.
- BASU, U.; GODBOLD, D.; TAYLOR, G. Aluminum resistance in *Triticum aestivum* associated with enhance exudation of malate. *J. Plant Physiol.*, v.144, p.747-753, 1994.
- BAZIN, M.J.; MARKHAM, P.; SCOTT, E.M.; LYNCH, J.M. **Population dynamics and rhizosphere interactions.** In: Lynch, J.M. **The Rhizosphere.** New York: John Wiley, 1990. p. 99-127.
- BENSON, A. A. BENSON-CALVIN, M. 1950. Carbon dioxide fixation by green plants. **Annual Review of Plant Physiology**, 1. p. 25-40.
- BERGES, R. **Trigos INIA para la proxima siembra.** Programa nacional de cereales de invierno-Uruguai: Revista INIA 2, p. 14-19, 2005.
- BOLTON, H.-JR. FREDRICKSON, J. K. ELLIOTT, L. F. Microbial ecology of the rhizosphere. In: METTING- JR., F.B. **Soil Microbial Ecology: Applications in**

Agricultural and Environmental Management. New York: Marcel Dekker, 1992. p. 27-63.

BOMBARDIERI, J. F. **Análise Comparativa do Trigo Nacional e do Trigo Importado nos Moinhos da Região Noroeste do Rio Grande do Sul.** Santa Rosa: UNIJUÍ, 2001.

BONA FILHO, A. **A integração Lavoura-Pecuária com a cultura do feijoeiro e pastagem de inverno, em presença de trevo branco, pastejo e nitrogênio.** Curitiba, 2002, 105 p.

BORTOLINI, P. C. **Duração do pastejo na produção de forragem e de grãos em cereais de inverno no sul do Brasil.** Curitiba, 2004; 90 p.

BRANDÃO, A. M. C. P (2006). Alterações climáticas na agricultura portuguesa: instrumentos de análise, impactos e medidas de adaptação. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 15, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ. p. 85-113, 1998.

BRASIL-BATISTA, C. **Efeito do Bacillus thuringiensis sobre os grupos de microrganismos funcionais na rizosfera de milho e sorgo.** Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2003. 23 p.

BROWN, R. H. **Growth of C3 and C4 grasses under low N levels.** Crop Science, v. 25, p. 954-957, 1985.

BRUM, A. J. **A Modernização da Agricultura: trigo e soja.** Petrópolis: Vozes, 1988.

CAMARGOS, L.S. **Análise das alterações no metabolismo do nitrogênio em Canavalia ensiformes (L.) em resposta a variações na concentração de nitrato fornecida,** Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP2002.113f.

CAMPBELL, R.; GREAVES, M.P. Anatomy and community structure of the rhizosphere. In: LYNCH, J.M. **The Rhizosphere.** New York: John Wiley. 1990. p. 11-34.

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; MOREIRA, F. M. S. e CURI, N. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n. 6, p.631-637, 2009.

CARDOSO, ELKE JURANDY BRAN NOGUEIRA; NOGUEIRA, MARCO ANTONIO. A Rizosfera e seus Rizobactérias Promotoras de Crescimento em Plantas. In FREITAS,

SUELI DOS SANTOS. **Microbiota do solo e qualidade ambiental**, Campinas: Instituto Agrônômico, 2007. p. 312.

CARVALHO. F. **Atributos bioquímicos como indicadores da qualidade de solo em florestas de Araucária angustifolia (Bert.) O. Ktze. no Estado de São Paulo**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Piracicaba. 79p, (Dissertação de Mestrado), 2005.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R.A.; EDS. **Ecofisiologia de cultivos anuais**. São Paulo: Ed. Nobel, 1999. p.128.

CAVIGLIA, O. P.; SADRAS, V. O. **Effect of nitrogen supply on crop conductance, water and radiation-use efficiency of wheat**. Field Crops Research, Amsterdam, v.69, p.259-266, 2001.

CCBPT – Comissão Centro Brasileira de Pesquisa do Trigo: Informações Técnicas para a Cultura do Trigo no Brasil Central, Planaltina, Distrito Federal: Embrapa Cerrados, 2005, p. 82 – ISSN 1516 – 7518.

CERRI, C. C.; ANDREUX, F.; EDUARDO, B. P. O ciclo do carbono no solo. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. **Microbiologia do Solo**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. 360 p.

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. **Grasslands for Our World**. SIR Publishing, Wellington, p. 55-64, 1993.

CHENG, W.; COLEMAN, D.C. CARROLL, C.R.; HOFFMAN, C.A. In: Situ measurement of root respiration and soluble carbon concentrations in the rhizosphere. **Soil Biol. Biochem.**, v.25, p. 1189-1196, 1993.

CLARKSON, D.T. Factors affecting mineral nutrient acquisition by plants. **Ann. Rev. Plant Physiol**, v.36, p.77-115, 1985.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Indicadores agropecuários: **Quadro de suprimentos: oferta e demanda**. [Brasília, DF], 2010. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/indicadores/0301_Oferta_e_demanda_brasil_eira.pdf> Acesso em: 20 fev. 2010.

CONAB. **Indicadores agropecuários**: Quadro de suprimentos: oferta e demanda. [Brasília, DF], 2010. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/indicadores/0301_Oferta_e_demanda_brasil eira.pdf>. Acesso: 01 mar 2010.

CONAB. **Mercado de trigo**: Conjuntura e cenário no Brasil e no mundo. Disponível em: <www.conab.gov.br/.../cas/.../texto_para_revista_paulo_magno.pdf> acesso em: 15 set. 2009.

CONSALTER, M. A. S. Tese:**Sistema de Produção Lavoura-Pecuária: Uma abordagem para a construção de Indicadores integrados de sustentabilidade**. Universidade Federal do Paraná, 2008, p. 38.

CORRÊA, L.A. Produção de gado de corte em pastagens adubadas. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1., 1999, Goiânia-GO. **Anais...** Goiânia: CBNA, 1999. p. 81-94.

CORSI, M.; GOULART, R. C. D.; ANDREUCCI, M. P. **Nitrogênio e enxofre em pastagens**. SIMPÓSIO SOBRE NITROGÊNIO E ENXOFRE NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2007, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPNI Brasil, 2007. 722 p.

CORSI, M.; MARTHA Jr., G.B. Manejo de pastagens para produção de carne e leite. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15, 1998, Piracicaba-SP. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 1998. p.55-83.

CREGAN, P. B., BERKUM, P. Genetics of nitrogen metabolism and physiological/biochemical selection for increased grain crop productivity. **Theoretical and Applied Genetics**, Heidelberg, v. 67, p. 97-111, 1984.

CUNHA, GILBERTO ROCCA da. **Meteorologia: Fatos e mitos – 3**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003.p 440.

CUNHA, GILBERTO ROCCA da. **Regiões de adaptação para trigo no Brasil**, Passo Fundo: 2006, p 35.

DALE, J. E. The growth of leaves. London: Edward Arnold, 1982. 60 p. (Studies in Biology, 137).

- DAVIDSON, J. L.; MILTHORPE, F. L. Carbohydrate reserves in the regrowth of cockfoot (*Dactylis aglomerata*, L.) **J. British Grassed Soc.**, 20(1):15-8, 1965.
- DAVIDSON, J. L.; MILTHORPE, F. L. Leaf growth in *Dactylis glomerata* following defoliation. **Annals of Botany**, 30 (118):173-84, 1966.
- DEL DUCA, L. J. A.; ALMEIDA, J.; WOBETO, C.; DOTTO, S. R.; FRANCO, F.; MOLIN, R.. **Resultados da experimentação de genótipos de trigo tardios precoces na Paraná em 1998 e 1999**. Passo Fundo - Embrapa Trigo-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 1999, 40 p.
- DEL DUCA, L. J. A.; MOLIN, R.; ANTONIAZZI, N. **Resultados da experimentação de genótipos de trigo para aptidão a duplo propósito no Paraná, em 2000**. Passo Fundo-Embrapa Trigo - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2001, 44 p.
- DEL DUCA, L. J. A.; MOLIN, R.; SANDINI, I. **Experimentação de genótipos de trigo para duplo propósito no Paraná, em 1999**. Passo Fundo-Embrapa Trigo -Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 6, 2000, 18 p.
- DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, Soil Science Society of America, 1994. p.3-35.
- DUNPHY, D. J.; McDANIEL, M. E.; HOLT, E. C. **Effect of forage utilization on wheat grain yield**. Crop Science, Texas, v. 22, p. 106-109, 1982.
- EPPLIN, F. M.; KRENZER JR.; E. G.; HORN, G. **Net returns from dual-purpose wheat and grain-only wheat**. Journal of the ASFMRA, p. 8-4, 2001. Disponível em: http://www.asfmra.org/documents/eppin8_14.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2010.
- ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. **Adubação Verde: Estratégia Para Uma Agricultura Sustentável**. Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, 1997 (Documentos, 42). Disponível em: <<http://www.cnpab.embrapa.br/servicos/download/doc042.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2010.
- FEDERAZZI, L. C.; SCHEEREN, P. L.; NETO, J. F. B.; MILACH, S. C. K.; PACHECO, M. T. **Melhoramento de espécies cultivadas**. 1o edição, 1999. p. 535-571.

- FERREIRA, J.J. Alternativas de suplementação e valor nutritivo do capim-elefante sob pastejo rotacionado. **Informe Agropecuário**, Minas Gerais, v.19, n.192, p.66-72, 1998.
- FERREIRA, Paulo Roberto; **Melhoramento de plantas**. Alagoas - Maceió: EDUFAL, v1, 2006.
- FISCHER, A., da SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38. Piracicaba, **Anais...**Piracicaba: ESALQ. p.733-754. 2001.
- FONTANELI, ROBERTO SANTOS; SANTOS, HENRRIQUE PEREIRA dos. Qualidade de forragem. in: FONTANELI, ROBERTO SANTOS; SANTOS, HENRRIQUE PEREIRA dos; FONTANELI, R. S.. **Forrageiras para integração Lavoura-Pecuária floresta na região Sul-brasileira**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 340, 2009.
- FONTANELI, Roberto Serena; DURR, João Walter; FONTANELI, Renato Serena; SANTOS, Henrique. Pereira dos; In: Valor nutritivo sereis de inverno de duplo propósito. FONTANELI, Roberto Serena; SANTOS, Henrique. Pereira dos. **Cereais de inverno de duplo propósito para a integração Lavoura-Pecuária no sul do Brasil**. 1. ed. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2006. p. 104.
- FRANK, A. B.; BAUER, A. Temperature, nitrogen, and carbon dioxide effects on spring wheat development and spike numbers. **Crop Science**, Madison, v. 36, n. 3, p. 659-665, 1996.
- FREEBAIRN, A. Productive dual purpose winter wheats. **NSW Agriculture**, p. 112-117, 2003.
- FREITAS, J. G. et al. Produtividade e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 2, p. 281-290, 1994.
- FRIEND, D. J. C. The effects of length and temperature on the growth of cereals. In: MILTHORP, L.; IVINS, L. (Eds) **The growth of cereals and grasses**. Londres: Butterworths, p. 181-199, 1966.
- GAMA-RODRIGUES, E. F. da.; BARROS, N. F. de.; GAMA-RODRIGUES, A. C. da. **Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, nov./dez. 2005, vol.29, no.6, p.893-901.

- GARDNER, A . L. **Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção**. Brasília, IICA/EMBRAPA - CNPGL, 1986.197p.
- GODO, G.H.; REISENAUER, H.M. Plant effects on soil manganese availability. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v.45, p.993-995, 1980.
- GOEDERT, W.J. Qualidade do solo em Sistemas de Produção Agrícola. In: **XXX Congresso Brasileiro de Ciências do Solo**. Recife – PE, p.1-10. 2005.
- GOMIDE, J. A. As interfaces solo-planta-animal da exploração da pastagem. In: SIMPOSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA-SUSTENTABILIDADE, 4., 2003, Lavras. **Anais...**Lavras, 2003. p. 75-116.
- GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997, Viçosa. **Anais** Viçosa: UFV, p. 411-429, 1997.
- GRIFFITHS, B.S.; RITZ, K.; EBBLEWHITE, N.; DOBSON, G. Soil microbial community structure: effects of substrate loading rates. **Soil Biol. Biochem.**, v.31, p.145-153, 1999.
- HALL, D. O. & RAO, K. K. **Photosynthesis. Studies in biology**. Cambridge University Press. Cambridge, 1994.
- HASTENPFLUG, M. **Desempenho de cultivares de Trigo de Duplo Propósito sob doses de adubação nitrogenada e regimes de corte**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, 2009. 68 p.
- HEPPER, C.M.; SMITH, G.A. **Observation on the germination of Endogone spores**. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, v.66, p.189-194, 1976.
- HINSINGER, P.; PLASSARD, C.; TANG, C.; JAILLARD, B. Origins of root-mediated pH changes in the rhizosphere and their responses to environmental constraints: a review. **Plant Soil**, v.248, p.43-59, 2003.
- IAPAR. **Informações técnicas para a cultura de trigo no Paraná - 1999**. Londrina, 1999. 148p. (IAPAR, Circular, 106).
- INSAM, H. Developments in soil microbiology since the mid 1960. **Geoderma** 100, 389-402, 2001.

JAMESON, D. A. **Evaluation of the responses of individual plants to Grazing.** USDA. Wisc. Pub.940.1962.

JASTROW, J. D.; MILLER, R. M. Soil aggregate stabilization and carbon sequestration: feedbacks through organomineral associations. In: LAL, R. et al. (eds.) **Soil processes and the carbon cycle.** Boca Raton: CRC Press, 1997, p.207-223.

JONES, D.L.; DARRAH, P.R. Role of root derived organic acids in the mobilization of nutrients from the rhizosphere. **Plant Soil**, v.166, p.247-257, 1994.

KAISER, E.A.; MARTENS, R.; HEINEMEYER, O. Temporal changes in soil microbial biomass carbon in an arable soil. **Plant and Soil**, v.170, p.287-295, 1995.

KLOPPER, J.W. **Host specificity in microbe-microbe interactions.** Bioscience, v.46, p.406- 409, 1996.

KOTHARI, S.K.; MARSCHNER, H.; RÖMHELD, V. **Effect of a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus and rhizosphere micro-organisms on manganese reduction in the rhizosphere and manganese concentration in maize (*Zea mays* L.).** New Phytol., v.117, p.649-655, 1991.

KRAMER, P. J. & BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils.** Academic Press. San Diego. 1995.

LANGER, R. H. M. Tillering in herbage grasses. **Herbage Abstracts**, London, v. 33, n. 3, p. 141-148, 1963.

LAWLOR, D. W. **Photosynthesis: Metabolism, control and physiology.** London: Longman Publication.1993. p. 262.

LEMAIRE, G. 1997. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa. **Anais...**Viçosa: UFV, p. 117-144.

LEMAIRE, G. 1999. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbare utilization. In: LEMAIER, G. **Ecofisiologia de pastagens: aspectos da dinâmica das populações de plantas forrageiras em relvados pastejados,** 2001.

LEMAIRE, G. **The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa. *Anais...* Viçosa: UFV, 1997. p. 117-144

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing:tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL.

LI, X.; CHRISTIE, P. Changes in soil solution Zn and pH and uptake of Zn by arbuscular mycorrhizal red clover in Zn-contaminated soil. *Chemosphere*, v.42, p.201-207, 2001.

LORIMER, G. H. (1981); The carboxylation and oxygenation of ribulose 1,5-bifosphphate: the primary envents in photosynthesis and photorespiration. **Annu. Rev. Plant Physiol.**, 32, 349-383.

LYNCH, J.M. **Biotecnologia do solo: fatores microbiológicos na produtividade agrícola**. São Paulo: Manole Ltda., 1986. 209 p.

MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: pesquisas para o desenvolvimento sustentável, 1995, Brasília, DF. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p. 28-62.

MAGALHAES, A.C.N. Fotossíntese. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU / Universidade de São Paulo, 1979. p. 117 – 163.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Academic Press. San Diego. 1995.

MARTHA Jr., G.B.; VILELA, L. Resultado econômico e estratégias de intensificação da adubação de pastagens. In: MARTHA Jr, G. B.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. (Ed) **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 2007, p.104.

MCRAE, F. Crop agronomy and grazing management of winter cereals. **NSW Agriculture**, v. 59, p. 59-69, 2003.

MELLONI, ROGÉRIO. Quantificação Microbianada Qualidade do Solo. In SILVEIRA, ADRIANA PARADA DIAS DA; FREITAS, SUELI DOS SANTOS. **Microbiota do solo e qualidade ambiental**, Campinas: Instituto Agrônômico, 2007. p. 312.

- MENDES, I.C & REIS JUNIOR, F.B. Microrganismos e disponibilidade de fósforo (P) nos solos: uma análise crítica. **Embrapa Cerrados** – Planaltina – DF (Documentos, 85). 26p, 2004.
- MENDES, I.C. & VIVALDI, L. Propriedades microbiológicas de solos do bioma Cerrado sob vegetação nativa. In: **Reunião brasileira de fertilidade do solo e nutrição de plantas**, Santa Maria. Anais. Sociedade Brasileira de Ciências do solo/ Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2000. CD-ROM.
- MERCKX, R.; GINKEL, J.H.; SINNAEVE, J.; CREMERS, A. Plant induced changes in the rhizosphere of maize and wheat II. Complexation of cobalt, zinc and manganese in the rhizosphere of maize and wheat. **Plant Soil**, v.96, p.95-107, 1986.
- MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N. Micorriza Arbuscula. In: VARGAS, M. A.; HUNGRIA, M. (Ed). **Biologia dos solos dos Cerrados**. Brasília, DF: EMBRAPA – CPAC, 1997. p. 69 – 123.
- MONTEIRO, M. T. & GAMA-RODRIGUES, E. F. Carbono, Nitrogênio e Atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serrapilheira de uma floresta natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 819-826, 2004.
- MOREIRA, F. M. S. & SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2ª edição atualizada e ampliada. – Lavras: Editora UFLA, 2006. 729 p.
- MORGAN, J.A.W.; BENDING, G.G; WHITE, P.J. **Biological costs and to plant-microbe interactions in the rhizosphere**. Journal of Experimental Botany, Oxford, v. n. 417, p. 1729-1739, 2005.
- MUNDSTOCK, C. M. **Planejamento e manejo integrado da lavoura de trigo**. Porto Alegre: Editora do Autor, 1999. 228p.
- NABINGER, C. MEDEIROS, R.B. Produção de sementes em *Panicum maximum* Jacq. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12 Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: ESALQ, p. 59-121, 1995.
- NELSON, C. J., ZARROUGH, K.M. Tiller density and tiller weight as yield determinants of vegetative swards. In: WRIGHT, C. E. (Ed.). **Plant physiology and herbage production**. Hurley: British Grassland Society, 1981. p.25- 29.

NELSON, D.W. & SOMMERS, L.E. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H. & KEENEY, D.R., eds. **Methods of soil analysis: Chemical and microbiological properties**. Part 2. Madison, Soil Science Society of America, 1982. p.539-579D.

NEUMANN, G. G. & ROMHELD, V. The release of root exudates as effected by the plant's Physiological status. In: PINTON, ARANINI, Z. & NANNIPIERI, P. **The rhizosphere. Biochemistry and organic substances at the soil plant interface**. New York, Marcel Dekker, 2001. p. 41-93.

NOGUEIRA, M.A. **Interações entre micorriza arbuscular, rizobactérias, fósforo e silício na manifestação da toxidez de manganês em soja**. Piracicaba, Universidade de São Paulo. 2002. 195 p. (Tese de Doutorado)

OSÓRIO, EDUARDO ALLGAYER. **A Cultura do Trigo**. São Paulo: Ed. Globo, 1992, p. 218.

OURRY, A.; KIM, T. H.; BOUCAUD, J. Nitrogen reserve mobilization durin regrowth of *Medicago sativa* L. Relationships between availability and regrowth yield. **Plant Physiology**, Stanford, v. 105, p. 831-837, 1994.

PARKIN, T.B.; DORAN, J.W. & FRANCO-VIZCAÍNO, E. Field and laboratory tests of soil respirations. In: DORAN, J.W & JONES, A.J., ed. **Methods for assessing soil quality**. Madison, **Soil Science Society of América**, p. 145-231, 1996.

PEREIRA, A. A.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; KASCHUK, G.; CHUEIRE, L. M. de O.; CAMPO, R. J. & TORRES, E. Variações qualitativas e quantitativas na microbiota do solo e na fixação biológica do nitrogênio sob diferentes manejos com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1397-1412, 2007.

PEREIRA, A.R. e MACHADO, E.C. **Análise quantitativa do crescimento de vegetais**. Campinas. Instituto Agrônômico. Campinas, 1987. 33 p.(IAC-Boletim Técnico n. 114).

PEROSA, Bruno Benzaquem; PAULILLO, Luiz Fernando. **Novas formas de coordenação setorial em cadeias agroindustriais após 1990: o caso dos elos tritícola e moageiro brasileiros** Gest. Prod., São Carlos, v. 16, n. 1, p. 85-98, jan.-mar. 2009.

PEROSA, Bruno Benzaquen. **Novos mecanismos de coordenação no mercado do trigo Brasileiro**. UFSCar, São Carlos 2007. 165 p.

PIMENTEL, C. & ROSSIELO, R. O. P. 1995. Entendimento sobre relações hídricas. In: Simpósio internacional sobre estresse ambiental: o milho em perspectiva. MACHADO, A. T., MAGNAVACA, R., PANDEY, S. & DA SILVA, A. F. (eds.). EMBRAPA/CNPMS/CIMMYT/UNDP. Sete Lagoas. pp. 132-146.

PIMENTEL, CARLOS. **Metabolismo de carbono na agricultura tropical**. Rio de Janeiro, Seropédica: Edur, 1998. p.158.

PROFFITT, A. P. B.; BENDOTTI, S.; HOWELL, M. R.; EASTHAM, J. The effect of sheep trampling and grazing on soil physical properties and pasture growth for a Red-Brown earth. **Australian Journal Agricultural of Soil Research**, v.44, p.317-331, 1993.

RAVEN, J.A.; FRANCO, A.A.; DE JESUS, E.L.; JACOB-NETO, J. **H⁺ extrusion and organic acid synthesis in N₂ -fixing symbioses involving vascular plants**. *New Phytol.*, v.114, p.369-389, 1990.

RAVEN, P.H., EVERT, R.F., EICHHORN, S.E. *Biologia Vegetal*. Ed. Gunabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 2001, p. 906.

RAWSON, H. M.; EVANS, L. T. The contribution of stem reserves to grain development in a range of wheat cultivars of different height. **Australian journal of agricultural research**, v. 22, p. 851-863, 1970.

REBUFFO, M. **Estratégias y métodos de mejoramiento para maximizar la eficiencia en el uso de avena para foraje y doble propósito**. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 21., 2001, Lages. **Resultados**. Lages : UDESC, 2001. p. 28-29.

REDMON, L.A.; HORN, G.W.; KRENZER, E.G.; BERNARDO, D.J. A review of livestock grazing and wheat grain yield: boom or bust? **Agronomy Journal**, v.87, n.2, p.137-147, 1995.

REID, C.P.P. Mycorrhizas. In: METTING- JR., F.B. (ed.) *Soil Microbial Ecology: Applications in Agricultural and Environmental Management*. New York: Marcel Dekker, p. 281-315, 1992.

RODRIGUES, T.J.D.; RODRIGUES, L.R.A.; Adaptação de plantas forrageiras as condições adversas. In: SIMPOSIO SOBRE O ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 2. 1993. Jaboticabal. **Anais...**Jaboticabal: UNESP, 1993. p.17-61.

ROLIM, F. A. Estacionalidade da produção de forrageiras. In: SIMPOSIO SOBRE O MANEJO DAS PASTAGENS, 6. 1980. **Anais...**Piracicaba: FEALQ, 1980. p. 39-31.

ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; JÚNIOR, F. B. R.; SANTOS, J. C. F.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana do solo: fração mais ativa da matéria orgânica. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. (Eds). **Dinâmica da material orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, p. 163-198, 2006.

ROSSI, Ricardo. **Caracterização e Coordenação de Sistemas Produtivos: o caso do trigo no Brasil**. Dissertação (Departamento de Economia, Administração e Contabilidade) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. 141 f.

SANGOI, L. et al. Características agronômicas de cultivares de trigo em resposta a época da adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1564-1570, 2007.

SANTOS, HENRIQUE PEREIRA dos, FONTANELI, RENATO SERENA. **Cereais de inverno de duplo propósito para a integração Lavoura-Pecuária no sul do Brasil**. 1. ed. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2006. p. 104.

SANTOS, P.M.; CORSI, M.; BALSALOBRE, M.A.A. Efeito da frequência de pastejo sobre a produção e a qualidade em *Panicum maximum* cv. Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.28, n.2, p. 244-249, 1999.

SCHEEREN, P. L. **Instruções para utilização de trigo e triticale**. Passo Fundo: EMBRAPA/CNPT, 1984, 19p.

SCHEEREN, P.L., et al. **Efeito do frio em trigo**. Embrapa Trigo. Publicação, 2000. On Line Nº 57. Disponível em: www.cnpt.embrapa.br. Acesso em: 25/08/2010.

SCHEFFER-BASSO, S. M. Et al. Potencial de genótipos de aveia para Duplo Propósito. **Revista Brasileira de Agorciência**, Pelotas, v.7, n. 1, p. 22-28, jan./mar. 2001.

SCHMITZ, J. A . K. **Indicadores biológicos de qualidade do solo**. Porto Alegre, UFRGS, Faculdade de Agronomia. 230P. (Tese Doutorado em Ciência do solo), 2003.

SEAB – **Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná**. Disponível em: < <http://www.seab.pr.gov.br>>. Acesso 10 jan. 2010.

SHARKEY, T. D.; Estimating the rate of photorespiration in leaves. **Plant Physiol.**, 73: 147-152.

SILVA, IVO RIBEIRO DA; MENDONÇA, EDUARDO DE SÁ. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, Roberto Ferreira et. al. **Fertilidade do solo**. 1. ed. Viçosa: Minas Gerais, 2007. cap. 6, p.1017.

SILVA, J.R.; FERREIRA, C.R.R.PT.; JUNIOR, S.N. **Padrão sazonal de preços trigo**: São Paulo, Paraná, Estados Unidos e Argentina. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.34, n.3, mar. 2004.

SINCLAIR, T. R. & HORIE, T. 1989. Crop physiology & metabolism. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: A Review. *Crop Science*, 29: 90-98.

SIQUEIRA, J.O. Micorrizas arbusculares. In: ARAUJO, R.S.; HUNGRIA, M. (Eds.) **Microrganismos de importância agrícola**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. p.151-194.

SOBER, **Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**48°, 2010, Piracicaba-PR - Políticas governamentais e a coordenação da cadeia do trigo no Brasil. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/15/952.pdf>>. Acesso em: 05 de set. 2010.

SPOSITO, G.; ZABEL, A. The assessment of soil quality. **Geoderma**, Amsterdam, v.114, n. 3/4, p. 143-144, 2003.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4ªed. Porto Alegre: Artmed. 2009. p.719.

TISDALL, J.M. & OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soil. *Journal of Soil Science*, v.33, n.1, p.141-163. 1982.

TISDALL, J.M; OADES, J.M. **Organic matter water stable aggregates in soil**. *Journal of Soil Science*, Oxiford, v. 32, p. 141-163, 1994.

TRINDADE, M. DA GLÓRIA. **Produção de Trigo Irrigado no Cerrado em Diferentes Densidades de Semeadura**. Goiás: Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos, 2006.

TSAI, S. M.; BARAIBAR, A. V. L.; ROMANI, V. L. M. Efeitos de fatores físicos e químicos sobre os microrganismos do solo umidade e aeração. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. **Microbiologia do Solo**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. 360p.

TSAI, S.M.; PHILLIPS, D.A. Flavonoids released naturally from alfalfa promote development of symbiotic Glomus spores in vitro. *Appl. Environ. Microbiol.*, v.57, p.1485-1488, 1991.

TURCO, R.F.; BLUME, E. Indicators of soil quality. In: SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S.; LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A.E.; CARVALHO, J.G. (eds). *Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas*. Viçosa: UFLA/DCS, 1999. p.529-550.

USDA – Foreign Agricultural Service. Disponível em:< www.usda.gov>. Acesso em: 01 out. 2010.

VILELA, L. ; BARCELLOS, A. D de O. ; SOUSA, D.M.G. **Benefícios da integração entre lavoura e pecuária**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados. Documento, 42, 2002.

WARDLE, D. A. Metodologia para quantificação da biomassa microbiana do solo. In: HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, Centro Nacional de Pesquisa de Soja. – Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 542p. (EMBRAPA-CNPAF, Documentos, 46).

WATRUD, L.S.; HEITHAUS, J.J.; JAWORSKI, E.G. Geotropism in the endomycorrhizal fungus *Gigaspora margarita*. *Mycologia*, v.70, p.449-452, 1978.

WENDT, W. et al. **Manejo na cultura do trigo com finalidade de duplo propósito-forragem e grãos**. Pelotas, RS: Embrapa, 2006. (Comunicado técnico. n.141).

WHITE, L. M. Carboidrate reserves of grasses. **Review**. *J. Range manage.* 26:13-18, 1973.

WHITHEMAN, P.C. **Tropical pasture science**. New York: Oxford University Press, 1980. 392p.

WIAZOWSKI, B. A. **Dinâmica de Sistemas: Uma Aplicação à Análise da Coordenação Vertical do Agronegócio da Carne Bovina**. Tese. Universidade Federal de Viçosa/MG, 2001.

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**, Santa Maria, v. 32, n. 1, 2002.

CAPÍTULO I – AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO E VALOR NUTRITIVO DA BIOMASSA DO TRIGO DE DUPLO PROPÓSITO CULTIVADO NO DISTRITO FEDERAL

RESUMO

O Trigo de Duplo Propósito (TDP) é um sistema de cultivo destinado tanto à produção de grãos, para alimentação humana, quanto à produção de biomassa, usada para consumo animal. Esse sistema tem por finalidade elevar a lucratividade, mediante a exploração de dois nichos de mercado (carne, ou lã, ou leite, e grão) e pode ser uma solução para suprir a escassez de forragem que ocorre durante inverno no Cerrado do Brasil Central, devido à estacionalidade forrageiras tropicais. O objetivo desse trabalho foi quantificar a produção de grãos e biomassa para feno nas cultivares de trigo, determinar o valor nutritivo da forragem produzida e, ainda analisar o rendimento econômico gerado no sistema de Trigo de Duplo Propósito para a região do Distrito Federal. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas tendo quatro blocos, sete parcelas (espécies utilizadas) e cinco subparcelas (cortes: variando de 0 a 4). A biomassa das cultivares trigo apresentaram percentuais de fibra em detergente neutro (FDN) entre 55 e 58% e de fibra em detergente ácido (FDA) em torno de 31%, abaixo dos níveis críticos de 60% (para FDN) e de 40% (para FDA), os percentuais digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foram mais elevados no trigo Frontana com 74%, que está bem acima do nível crítico de 55%. Os percentuais de FDA e DIV, não foram influenciados pelo número de cortes, enquanto os teores FDN sofreu aumento com a intensificação do número de cortes. O trigo Frontana apresentou maior desempenho forrageiro que as demais cultivares de trigo, suportando quatro cortes o que refletiu numa maior produção de biomassa acumulada (1752 Kg.ha⁻¹ de biomassa até último corte). O rendimento econômico com trigo, no sistema de Duplo Propósito e na produção exclusiva de grãos, não foi favorável no ano de 2010 devido ao efeito negativo das elevadas temperaturas diurnas.

Palavra chave: Trigo de Duplo Propósito, integração Lavoura-Pecuária, Cerrado.

ABSTRACT

EVALUATION OF YIELD AND BIOMASS NUTRITIVE VALUE OF DUAL PURPOSE WHEAT SYSTEM CULTIVATED IN DISTRITO FEDERAL

Dual purpose wheat system is a cultivation system for grain yield for human food and for biomass production in animal consumption. This system has the objective to increase the profit, through two market niches: meat (or wool and milk) and grain production. This system can be a solution for scarcity of grasses during winter in Cerrado at Center of Brasil, because the seasonality of tropical grasses. The aim of this work was to quantify grain and biomass production for hay on wheat cultivars, evaluate grasses nutritive value and to analyse economical yield for Double purpose wheat system for Distrito Federal region. The experimental design was four randomized blocks in split plot. The experiment had seven plots (plant species) and five subplots (cuts: 0 to 4). Wheat cultivars biomass showed neutral detergent fiber (NDF) percentage between 55 and 58% and acid detergent fiber (ADF) around 31%, below critical levels of 60% (for NDF) and 40% (for ADF); the percentage of *in vitro* dry matter disappearance (DIVMD) were higher on Frontana cultivar, showing 74%, which is much higher from crucial level which is 55%. The percentage of ADF and DIVMD were not affected by cut numbers, while the percentage NDF had increased with the intensification of numbers or cuts. Frontana cultivar showed higher performance the others wheat cultivars studied. This cultivar supported four cuts and produced higher accumulated biomass production (1752 Kg.ha⁻¹ of biomass until the last cut). Wheat economical yield on dual purpose wheat system and exclusive grain yield was not favourable on 2010 due the negative effect of high diurnal temperatures.

Key words: Dual purpose wheat system, integrated crop-livestock systems, Cerrado.

1. INTRODUÇÃO

O Trigo de Duplo Propósito (TDP) surgiu como uma alternativa da integração Lavoura-Pecuária em que se utilizam cultivares tanto para a produção de grãos quanto para a produção de forragem visando à alimentação animal (SANTOS & FONTANELI, 2006). O mesmo autor ainda relata que essa tecnologia foi utilizada e obteve sucesso em diversos países como Argentina, Uruguai, EUA, e Austrália. Além desses, outras regiões da Tunísia e do norte da África também aderiram a esse sistema.

No Brasil a região Sul, foi à pioneira na utilização do TDP de cultivo utilizando-o como uma alternativa para diminuir ociosidade de grandes extensões territoriais bem como as de regiões de pequenas propriedades em épocas de escassez de forragem no período hibernar (WENDT et al., 2006).

Entretanto, com avanço e bom desempenho da triticultura irrigada no Cerrado Central, essa região passou a ser, também uma possibilidade do emprego desse sistema, com a finalidade de aumentar a margem de lucros na triticultura, com a produção simultânea de grãos e forragem, permitindo-lhe um maior poder de competitividade com o próprio trigo (na produção exclusiva) e com outras culturas como milho, feijão e hortaliças; além de estabelecer uma forrageira adaptada às estações frias da região, tendo em vista que, segundo ANDRADE (2000), a maioria das forrageiras tropicais sofre o efeito da estacionalidade, devido às baixas temperaturas que praticamente paralisam o crescimento de tais plantas.

O trigo não está sujeito estacionalidade ocorrida durante o inverno no Brasil Central, pois é uma planta C_3 , segundo TAIZ & ZEIGER (2009), plantas pertencentes a esse grupo, têm sua eficiência fotossintética aumentada quando expostas às baixas temperaturas e radiação solar quando comparadas às C_4 (gramíneas tropicais), esse aumento reflete num maior rendimento da produção de biomassa em épocas frias.

Outro fator que fortalece a adaptabilidade do trigo a esse sistema é que as cultivares recomendadas para as regiões do Cerrado, quando expostas a determinadas condições de manejo apresentam modificações morfológicas (plasticidade fenotípica) (TRINDADE, 2006), ou seja, uma forma de adaptação a tal manejo. Muitos desses fatores morfogênicos são detectados na cultura do trigo, sendo extremamente importantes para o

restabelecimento da planta após a desfolha. Segundo GOMIDE (1997) as taxas de aparecimento, alongamento e a duração de vida das folhas constituem exemplos de fatores morfogênicos do perfilho.

As cultivares selecionadas para o sistema de TDP devem apresentar período vegetativo longo, com boa capacidade de produção de forragem, e fase reprodutiva curta, para dispor de maior espaço de tempo e, assim, produzir uma maior quantidade de forragem, e menor tempo de exposição dos grãos aos fatores ambientais adversos, fazendo com que ocorra a estabilidade produtiva no tocante ao rendimento da forragem e na qualidade industrial dos grãos (WENDT et al., 2006).

Além disso, a forragem do trigo utilizado possui elevado valor nutritivo, podendo ser comparado ao da alfafa, em relação à digestibilidade e aos teores de proteína bruta (HASTENPFLUG, 2009). O valor nutritivo refere-se à composição e à digestibilidade dos nutrientes presentes na forragem e são influenciados pela espécie e estágio de maturidade da planta; por fatores relacionados, ao manejo dado à forrageira como a época de corte, irrigação, adubação; e por fatores climáticos ocorridos durante o desenvolvimento vegetal (SANTOS & FONTANELI, 2006).

Assim, sistema de TDP pode ser uma boa alternativa para propriedades que possuam atividade de produção mista - produção de grão e de animal (SANTOS & FONTANELI, 2006). Proporcionando a exploração simultânea de dois nichos de mercado (carne ou lã ou leite, e grão) dando uma maior flexibilidade de renda ao produtor, que pode gerenciar a sua produção em função da melhor demanda, e conseqüentemente dos melhores preços. Além de promover uma maior disponibilidade forragem numa época em que a maioria das pastagens tropicais encontra-se pouco desenvolvidas por causa do efeito da estacionalidade.

O objetivo desse trabalho foi quantificar a produção grão de trigo no sistema Duplo Propósito, avaliar a produção e valor nutritivo da forragem e analisar o rendimento econômico gerado nesse sistema na região do Distrito Federal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. CARACTERIZAÇÃO EDAFO-CLIMÁTICA

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Cerrados (CPAC), localizada nas coordenadas geográficas de 15° 35' 30'' S e 47° 42' 00'' W, com 1175 m de altitude e cujo solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa.

Segundo a classificação de Köppen, o clima do Distrito Federal é tropical, concentrando-se no verão as precipitações. O período chuvoso corresponde aos meses de novembro a janeiro, e o período seco ocorre no inverno, especialmente nos meses de junho a agosto (**Tabela 1.1**).

Tabela 1.1 Série histórica das precipitações, temperaturas máximas e mínimas, e da radiação solar de 1974 a 2010 e dos anos de condução do experimento (2009 e 2010).

Série Histórica												
Mês	Precipitações Médias (mm)			Temperaturas Médias Máximas (°C)			Temperaturas Médias Mínimas (°C)			Radiação Solar Média (cal.cm ⁻² .dia ⁻¹)		
	2009	2010	1974/ 10	2009	2010	1974/ 10	2009	2010	1974/ 10	2009	2010	1974/ 10
Jan	149	113	240	28	29	27	18	18	18	471	460	411
Fev	135	122	187	29	29	28	18	18	18	470	477	425
Mar	64	271	207	29	28	28	18	18	18	478	429	400
Abr	220	68	95	27	28	28	17	17	17	377	428	392
Mai	162	101	202	26	29	27	15	15	15	390	416	385
Jun	4	0	4	26	28	26	13	14	14	413	413	376
Jul	0	0	5	28	26	27	13	14	13	450	392	392
Ago	52	9	16	28	28	28	15	14	15	450	461	430
Set	65	33	40	30	31	30	18	16	17	458	479	428
Out	104	77	91	28	30	29	18	18	18	432	408	420
Nov	113	176	182	29	27	28	18	17	18	465	363	391
Dez	157	178	223	27	27	27	18	18	18	336	403	391
Méd	1226	1361	1497	28	28	28	16	16	16	433	428	403

* Dados fornecidos pela Estação Principal da EMBRAPA/CPAC. A elevada temperatura do mês de maio (29 °C) de 2010 ocorreu apenas uma vez no período de 37 anos ($P_{\text{maio}} = 1/37$), enquanto que as do mês de junho (28 °C) ocorreram apenas quatro vezes em 37 anos ($P_{\text{junho}} = 4/37$).

2.2. HISTÓRICO E DIMENSIONAMENTO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em sistema de plantio convencional, sem revolvimento do solo, retirando-se a cobertura morta antes da instalação do mesmo. Foram feitas aplicações de herbicidas (Glifosato) para controle de ervas daninhas, principalmente o “picão preto”, *Bidens subalternans* e “capim colchão” *Digitaria horizontalis*, e

posteriormente foi realizada a roçagem e a eliminação da cobertura morta, para que se pudesse proceder ao sulcamento da área.

A área experimental possuía 272 m² (32 m x 8,5 m). As linhas de cultivo foram espaçadas em 20 cm, tendo cada parcela 4 linhas com dimensões de 5 m comprimento por 0,8 m de largura.

Após a demarcação da área, em 20 de abril 2010, foi realizada a semeadura manual das cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L) com 400 sementes por metro quadrado (peso de 1000 sementes em torno de 35 g); as espécies forrageiras Capim Marandú (*Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*), Capim Tanzânia (*Panicum maximum* cv Tanzania) e Alfafa (*Medicago sativa* L.) foram semeadas utilizando-se, respectivamente 6, 3 e 5 g de sementes por metro quadrado. As sementes trigo e das outras forrageiras apresentaram germinação, superior a 90%.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com seis blocos (repetições) e sete parcelas por bloco. As parcelas eram constituídas de quatro cultivares de trigo (Aliança, BH 1146, BRS 264, Frontana) e das três forrageiras (Capim Marandú, Capim Tanzânia e Alfafa).

Os genótipos foram submetidos a tratamentos com cortes nas subparcelas e todos os cortes foram realizados de acordo com desenvolvimento fisiológico de cada cultivar (no final do perfilhamento), mas obedecendo a altura máxima de 10 cm, no intuito simular o pastejo direto realizado pelos animais.

Cada subparcela possuía as dimensões de 1,00 m de comprimento por 0,80 m de largura, enquanto que cada parcela possuía 5 m de comprimento por 0,80 m de largura.

2.3. PREPARO DO SOLO

A adubação em fundação foi realizada utilizando-se o fertilizante 03-30-10 na dose de 500 Kg.ha⁻¹, já adubação nitrogenada (em cobertura) foi realizada com 100 Kg.ha⁻¹ de N na forma de uréia (CO(NH₂)₂), sendo que as parcelas nas quais não foram realizadas cortes e nas que receberam apenas um corte, foi realizada uma única aplicação de N; as outras aplicações foram parceladas e realizadas após cada corte, seguidas de posterior irrigação.

O solo da área experimental classificado como Latossolo Vermelho distroférrico de apresentava as seguintes características químicas na camada de 0 a 20 cm: pH – (H₂O – 1:2,5) = 5,63; Al trocável – extrator KCl 1 mol L⁻¹ (cmolc dm⁻³) = 0,02; Ca + Mg (cmolc dm⁻³) = 2,9; P – Extrator Mehlich (cmolc dm⁻³) = 0,42; K – Extrator Mehlich (cmolc dm⁻³) = 0,07; Matéria orgânica = 19,8 g dm⁻³; V(%) = 50,25; m(%) = 0,7; Soma de bases (cmolc dm⁻³) = 2,97; CTC_{efetiva} (cmolc dm⁻³) = 2,99 e CTC_(pH 7,0) (cmolc dm⁻³) = 5,91.

2.4. IRRIGAÇÃO

O sistema de irrigação adotado foi o de aspersão sobre copa, a lâmina a ser aplicada foi fornecida pelo software de monitoramento de irrigação da EMBRAPA/CPAC para a cultura do trigo, a irrigações foram realizadas duas vezes por semana e a lâmina média mensal foi 104 mm e durante todo o ciclo da cultura do trigo foram aplicados 507 mm. O CUC, coeficiente de uniformidade de CHRISTIANSEN (1942) do sistema de irrigação, foi 75%; e o CUD, coeficiente de uniformidade de distribuição (SOIL CONSERVATION SERVICE, 1968), foi 64%. Ambos os resultados admissíveis para cultura de sistema radicular profundo (MERRIAN & KELLER, 1978).

2.5. ESTABELECIMENTO DOS CORTES

Os cortes foram baseados, no desenvolvimento fisiológico das cultivares de trigo (no final do perfilhamento), sendo efetuados, a partir do mês de maio, acima do segundo nó basal da planta, numa altura de 10 cm do solo, de modo a manter a integridade do primórdio floral (futura espiga). O corte das forrageiras tropicais seguiu o padrão de desenvolvimento de cada espécie e a altura de corte de 10 cm.

A biomassa vegetal coletada foi depositada em sacos de papel, identificado e o material colhido foi seco a uma temperatura de 60 °C por sete dias. Posteriormente foram realizadas as pesagens e a moagem da matéria seca, para as análises de valor nutritivo no laboratório de química analítica da Embrapa Cerrados.

2.6. COLHEITA DO TRIGO

Os grãos foram acondicionados em sacos de papel, foi feita a trilhagem, limpeza, pesagem e determinação de umidade dos grãos, posteriormente o material foi conduzido

para a câmara fria da EMBRAPA – CPAC, onde permaneceu armazenado a 5 °C sendo resfriado até o momento das análises.

2.7. ANÁLISES DE CUSTOS DE PRODUÇÃO

Os custos fixos e variáveis gerados na condução do experimento, assim com o teor médio 15% de umidade para produção de feno, foram adaptados de RESENDE (2005), os dados de produtos insumos e recursos para a produção foram atualizados segundo a SAEB (2011) e a cotação anual do dólar comercial¹⁶, em 2010, foi de R\$ 1,76. O custo total médio com a produção de grãos foi de US\$ 883,83 ha⁻¹ e com a fenação foi de US\$ 220,00 ha⁻¹.corte⁻¹.

O preço médio pago ao grão de trigo na safra 2010/11 no Goiás e Distrito Federal foi de R\$ 31,45/saca de 60 kg (CONAB, 2011), ou seja, aproximadamente R\$ 0,52/Kg de grão (US\$ 0,26/Kg). Os preços estimados para o feno do Capim Tanzânia e Marandú foram de US\$ 0,30/Kg e para o Trigo e a Alfafa foram adotados dois valores 0,50 e US\$ 0,60/Kg. Foi admitido que o feno da alfafa e do trigo podem alcançar os mesmos patamares de preços, já que, segundo HASTENPFLUG (2009), suas forragens possuem teores semelhantes de digestibilidade e proteína bruta.

A partir destes valores e estimativas, foi feita a análise econômica do potencial de rendimento do Trigo de Duplo Propósito, em comparação com a produtividade exclusiva de grãos.

2.8. METODOLOGIA DAS ANÁLISES LABORATORIAIS

As análises de Matéria Seca (MS), FDN (Fibra em Detergente Neutro), FDA (Fibra em Detergente Ácido) e de Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca (DIVMS) realizadas na parte aérea do trigo e das forrageiras foram realizadas no Laboratório de Química Analítica de Plantas da EMBRAPA – Cerrados e foi utilizado o método de VAN SOEST (1991).

¹⁶ <http://www.financeone.com.br/moedas/cotacoes-do-dolar>. Cotações do Dólar em 2010. Disponível em: Acesso em 14/10/2010.

2.8.1. Fibra em Detergente Neutro (FDN)

Para o preparo da solução foi diluído em 1,0 L de água destilada 30 g de Lauril, sulfato de sódio ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_2\text{OSO}_3\text{Na}$), 10 mL de etileno glicol ($\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$), 18,61 g de EDTA dissódico ($2\text{H}_2\text{O} \cdot (\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}_8\text{N}_2\text{Na} \cdot 2\text{H}_2\text{O})$), 6,81 g de Borato de sódio deca-hidratado ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) e o fosfato de sódio anidro (Na_2HPO_4).

Pesou-se 1,0 g de amostra em duplicata. A amostra foi colocada em béquer em que foi adicionado 100 mL de solução supracitada, aquecida até a ebulição por 60 min. Após esse procedimento, as amostras foram secas a 105 °C por 24 horas, em seguida o filtrado foi pesado, lavado com água destilada fervente e duas vezes com acetona. A amostra lavada foi seca em estufa à 105 °C por 12 horas, pesada para obter assim a FDN pela diferença de peso. As fórmulas utilizadas para o cálculo de percentagens de FDN na MS foram:

$\text{FDN (\%)} = (\text{P}_3 - (\text{P}_1 \times \text{C}_1)) / \text{P}_2 \times 100$. Em que:

P_1 = tara do saquinho; P_2 = peso da amostra; P_3 = peso após o processo de extração; e C_1 = correção do saquinho branco (peso final do saquinho após secagem/peso do saquinho original).

2.8.2. Fibra em Detergente Ácido (FDA)

Para essa análise utilizou-se 1 L de água destilada com 28,5 g de ácido sulfúrico (H_2SO_4) e 20 g do detergente catiônico CTAB (Cationic Hexadecyltrimethyl Ammonium Bromide).

Pesou-se 1,0 g de amostra em duplicata. A amostra foi colocada em béquer em que foi adicionado 100 mL de solução supracitada, aquecida até a ebulição por 60 min. Após esse procedimento as amostras foram secas a 105 °C por 24 horas, em seguida o filtrado foi pesado, lavado com água destilada fervente e duas vezes com acetona. A amostra lavada foi seca em estufa à 105 °C por 12 horas, pesada para obter assim a FDN pela diferença de peso. As fórmulas utilizadas para o cálculo de percentagens de FDN na MS foram:

$\text{FDN (\%)} = (\text{P}_3 - (\text{P}_1 \times \text{C}_1)) / \text{P}_2 \times 100$. Em que:

P_1 = tara do saquinho; P_2 = peso da amostra; P_3 = peso após o processo de extração; e C_1 = correção do saquinho branco (peso final do saquinho após secagem/peso do saquinho original).

2.8.3. Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca (DIVMS)

Para determinação da Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca (DIVMS) foram pesados 0,5 g de amostra e colocados em um tubo ensaio de 60 mL. Em seguida, procedeu-se o preparo da solução tampão (fosfato carbonado) em que cada litro dessa solução foram pesados 4,08 g de fosfato de potássio monobásico (KH₂PO₄); 8,72 de sódio diabásico (Na₂HPO₄), 1,50 g de sulfato de magnésio (MgSO₄.7H₂O) e 0,50 g de cloreto de potássio (KCl). À solução tampão foi adicionada uma solução complementar com 20 mL de solução de carbonato de sódio anidro (15,73 g de NaCO₃/100 mL), 10 mL de solução de uréia (8,0 g de uréia/100 mL), 0,10 de cloreto de cálcio (CaCl₂) e 0,025 g de sulfeto de sódio monoidratado (NaS.9H₂O). Essa mistura foi borbulhada com CO₂ sob aquecimento a 39 °C por 5 minutos, sendo o pH ajustado para 6,8 (com NaOH ou HCl).

O líquido ruminal foi colhido do animal doador através da fístula e com o auxílio de uma bomba a vácuo, foi conservado a uma temperatura de 39 °C.

Foram adicionados aos tubos com amostra 10 mL da solução supracitada (tampão + complementar), 12 mL de líquido ruminal e injetado CO₂, sendo tais tubos posteriormente fechados e colocados numa incubadora por 24 horas, sendo agitados após esse período. No dia seguinte foram adicionados aos tubos 1 mL de solução de HCl 6 N e 5 mL de pepsina recém preparada, as amostras foram reconduzidas a incubadora por mais 24 horas.

No dia seguinte as amostras foram depositadas em cadinhos filtrantes e seccionadas por uma bomba a vácuo as amostras filtradas foram colocadas em estufas por 24 h e, após esse período foram pesadas, a determinação da DIVMS foi feita pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ DIV da matéria seca} = (A-B)/A \times 100$$

Em que:

A = pesos da amostra seca x MS/100

B = resíduo seco (tubo com amostra + líquido ruminal) - Branco (tubo incubado apenas com líquido ruminal sem amostra).

2.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA

O modelo utilizado na análise dos dados foi modelo misto balanceado gerado pelo procedimento PROC MIXED (LITTELL et al., 1996):

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + C_j + (EC)_{ij} + B_k + (EB)_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

μ : Média das parcelas;

E_i : é o efeito da espécie no sistema;

C_j : é o efeito do Corte no sistema;

$(EC)_{ij}$: Efeitos da interação Espécies x Cortes no sistema;

B_k : é o efeito de bloco;

$(EB)_{ik}$: erro **a**, gerado pela observação das espécies nas parcelas;

ϵ_{ijk} : erro **b**, gerado pela observação de vários cortes nas subparcelas;

Onde: E_i , C_j e $(EC)_{ij}$ são efeitos fixos; B_k e $(EB)_{ik}$ são efeitos aleatórios; e ϵ_{ijk} é o erro aleatório.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias das espécies foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e as médias dos cortes foram comparadas pelo Teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade. O teste t de Student é um teste liberal e, por tanto, não protege do ERRO TIPO I quando há muitas comparações de médias (pois o aumento do número de amostras causará aumento no nível de significância), mas pode ser usado quando essas comparações são em menor número. Nesse teste, uma pequena diferença na comparação entre duas médias pode produzir efeitos significativos, por essa razão, ele refletiu melhor a realidade dos efeitos do corte no sistema quando comparado ao teste de Tukey que, conquanto proteja do ERRO TIPO I (por ser um teste conservador), necessita de maiores diferenças na comparação entre duas médias para que possa produzir efeitos significativos. Por isso foram usados dois testes.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SAS, versão 9.1 (SAS, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca (DIVMS), Produção de Biomassa Acumulada (PBA) e Produção de Grãos (PG) foram submetidos à análise de variância, onde foram estudados os efeitos dos Cortes, Espécies e da Interação Espécies x Cortes. A **Tabela 1.2** mostra os valores F para essas três fontes de variação. As espécies influenciaram significativamente em todas as variáveis estudadas. Os cortes influenciaram significativamente nos teores de FDN, PBA e a PG. Houve efeito da interação Espécies x Corte, apenas na variável PG.

Tabela 1.2 Valores do teste F para a Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca (DIVMS), Produção de Biomassa Acumulada (PBA) e Produção de Grãos (PG) relacionados ao efeito dos cortes, das espécies e da interação entre os mesmos.

F.V.	G.L.	FDN	FDA	DIV	G.L.	PBA	G.L.	PG
Espécies	6	84,11*	9,64*	4,81*	6	19,37*	3	11,46*
Cortes	3	19,54*	0,71 ^{ns}	0,78 ^{ns}	3	67,77*	4	15,95*
Espécies x Cortes	2	0,60 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,80 ^{ns}	5	41,64 ^{ns}	3	3,95*

F.V – Fonte de variação; G.L – Grau de liberdade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade no teste F; ^{ns} – Não significativo.

3.1. FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO (FDN)

Na **Tabela 1.3** os níveis de FDN, foram menores na Alfafa (36%) diferenciando-se significativamente das demais espécies; os genótipos de trigo mantiveram os teores dessa fibra semelhantes entre si, e ao Capim Marandú. Enquanto que o Capim Tanzânia apresentou os teores mais elevados de FDN (61%). Houve uma redução significativa, nos teores de FDN do primeiro para o segundo corte. Isso pode ter sido consequência da adubação nitrogenada, pois a biomassa colhida no primeiro corte (55%) não foi submetida à dose de N, esta adubação foi realizada após a colheita dessa biomassa, ou seja, a biomassa do segundo corte (53%) se regenerou sob efeito do da adubação nitrogenada, o que promoveu uma melhora do valor nutritivo da forragem nesse corte.

Tabela 1. 3 Efeito do corte sobre a Fibra em Detergente Neutro (FDN) das forragens obtidas de cultivares de trigo selecionado para cultivo em Duplo Propósito na região do Distrito Federal.

Cortes	Espécies							Média (%)
	Aliança	BH 1146	BRS 264	Frontana	Alfafa	Capim Marandú	Capim Tanzânia	
1 Corte ⁽¹⁾	55	55	58	56	36	57	61	55 b
2 Cortes	-	-	-	53	-	55	59	53 c
3 Cortes	-	-	-	57	-	-	-	57a
4 Cortes	-	-	-	59	-	-	-	59 a
Média (%)	55 B	55 B	58 B	56 B	36 C	56 B	60 A	

* Médias seguidas de mesma letra maiúsculas nas linhas, não apresentam diferenças significativas entre si, ao nível de 5% probabilidade pelo Teste de Tukey. Médias seguidas de mesma letra minúsculas nas colunas, não apresentam diferenças significativas entre si, de acordo com o Teste t de Student à 5% probabilidade. ⁽¹⁾ Neste corte a adubação nitrogenada foi realizada após a coleta de biomassa.

A Fibra em Detergente Neutro (FDN) representa os conteúdos de fibra digestível (celulose e hemicelulose) da Matéria Seca (MS), é a fração de maior digestibilidade da Fibra Bruta (FB) e a sua degradação ocorre mediante ação enzimática dos microrganismos do trato gastrointestinal do animal. No entanto, tais carboidratos estruturais, possuem baixa solubilidade. Enquanto que o conteúdo celular composto por amido e carboidratos solúveis, proteína bruta, lipídios, vitaminas e minerais são digeridos tanto por enzimas dos microrganismos como por aquelas secretadas pelo aparelho digestivo dos animais. Por essa razão a maior concentração de FDN na forragem, leva tanto a uma maior ocupação de espaço no rúmen quanto a uma diminuição na densidade de energia disponível na forragem.

Esses fatores estão diretamente relacionados com o consumo voluntário da Matéria Seca (MS) e com o aumento de tempo de retenção da digesta no rúmen (VAN SOEST, 1994). Os limites críticos de constituintes de parede celular para o consumo de forragens são encontrados em teores acima de 60% (VAN SOEST, 1965). Com exceção do Capim Tanzânia, os demais materiais apresentaram FDN abaixo do valor crítico (60%), sendo que em geral, o último corte proporcionou médias próximas do valor crítico.

Segundo VAN SOEST (1994), as forrageiras de clima tropical (C₄) apresentam uma natureza anatômica com alta proporção de tecido vascular que contribui para que haja baixos teores de carboidratos solúveis e elevados teores de carboidratos estruturais o que repercute em uma maior proporção de parede celular.

Por essa razão, as plantas de clima temperado do grupo C₃ tendem a ser mais facilmente ingeridas em relação às C₄ em razão de seu menor teor de FDN e maior

digestibilidade (MINSON, 1990). Este raciocínio pôde ser comprovado nas espécies Alfafa (36%), C₃, e para Capim Tanzânia (60%), C₄, mas não com trigo e o Capim Marandú, que mesmo sendo de grupos diferentes (respectivamente, C₃ e C₄), mantiveram percentuais semelhantes de FDN.

Os genótipos de trigo mantiveram baixos índices de FDN mesmo sob um regime térmico fora dos padrões normais médios dos meses de Junho, quando a temperaturas diurnas (**Tabela 1.1**) atingiram níveis de 28 ° C (2 °C acima da média). Segundo VAN SOEST (1994), as plantas sobre efeito das elevadas temperaturas diurnas podem ter o seu ciclo avançado implicando, conseqüentemente, em baixa relação folha/caule. A maturidade é o principal fator que afeta a morfologia das plantas, exercendo grande influência na qualidade da forragem (NELSON & MOSER, 1994). O processo de maturação pode ser acelerado pela luminosidade, temperatura e umidade, dependendo das características genéticas de cada espécie, mas também, pode ser retardado pela fertilização nitrogenada acompanhada de corte ou pastejo.

3.2. FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO (FDA)

De acordo com **Tabela 1.4** as cultivares de trigo Aliança e BH 1146, BRS264 e Frontana, apresentaram teores mais elevados dessa fibra indigestível, mesmo sendo plantas C₃. A Alfafa apresentou os menores teores de FDA, como era de se esperar de uma C₃, mas diferenciou-se significativamente das demais forrageiras estudadas, inclusive o trigo, que também é C₃. Nesse sentido, caso não fosse considerando a quantidade de biomassa, apenas a digestibilidade indicaria a alfafa como a melhor planta das espécies estudadas.

Não houve efeito significativo dos cortes sobre os teores de FDA. Isso é particularmente importante para os genótipos de trigo, pois todas as cultivares apresentaram atipicidades, determinada pela elevada interação genótipo ambiente em razão às anormalidades climáticas.

Tabela 1. 4 Efeito do corte sobre a Fibra em Detergente Ácido (FDA) das forragens obtidas de cultivares de trigo selecionado para cultivo em Duplo Propósito na região do Distrito Federal.

Cortes	Espécies							Média (%)
	Aliança	BH 1146	BRS 264	Frontana	Alfafa	Capim Marandú	Capim Tanzânia	
1 Corte ⁽¹⁾	31	32	31	30	22	28	30	29 a
2 Cortes	-	-	-	31	-	27	29	29 a
3 Cortes	-	-	-	31	-	-	-	31 a
4 Cortes	-	-	-	32	-	-	-	32 a
Média (%)	31 A	32 A	31 A	31 A	22 C	27 B	29 AB	

* Médias seguidas de mesma letra maiúsculas, não apresentam diferenças significativas entre si, ao nível de 5% probabilidade pelo Teste de Tukey. Médias seguidas de mesma letra minúsculas, não apresentam diferenças significativas entre si, de acordo com o Teste t de Student a 5% probabilidade. ⁽¹⁾ Neste corte a adubação nitrogenada foi realizada após a coleta de biomassa.

O teor de Fibra em Detergente Ácido (FDA) determina a qualidade da parede celular e expressa a fração indigestível da Matéria Seca (MS), pois espelha as concentrações de lignina na fração parede celular, sendo que a mesma, quando ligada à celulose e hemicelulose forma o complexo lignocelulose, que é o principal fator limitante à degradação dos carboidratos estruturais no rúmen (VAN SOEST, 1994).

Por essa razão, as plantas forrageiras mais desejáveis são aquelas que possuem baixos níveis de FDA e que tenha a capacidade de manter esses níveis baixos na medida em que os cortes se estabelecem. Segundo NUSSIO et al. (1998), as forragens com valor de FDA em torno ou acima de 40%, acarretam redução no consumo, além de apresentar baixa digestibilidade. Todos os valores obtidos nos genótipos e nos cortes feitos nas cultivares de trigo e nas forrageiras, apresentaram valores abaixo de 40%, não afetando, portanto a digestibilidade da forragem produzida.

3.3. DIGESTIBILIDADE *IN VITRO* DA MATÉRIA SECA (DIVMS)

Houve diferença significativa na digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca (DIVMS), a cultivar Frontana apresentou digestibilidade 74%, enquanto as outras cultivares apresentaram digestibilidades entre 60 e 66%. O trigo Frontana superou significativamente a alfafa (60%). “Afortunadamente, é o material que tem se comportado melhor como Trigo de Duplo Propósito no inverno nos anos anteriores, exatamente no mesmo local do presente experimento” (informação verbal)¹⁷. Adicionalmente, os níveis de cortes executados não

¹⁷ Comentário realizado pelo pesquisador da Embrapa Cerrados Dr. Walter Quadros Ribeiro Junior 05 de julho 11 de 2011 (Doctor Of Philosophy; University of Dundee, U.DUNDEE, Escócia, 1996). O pesquisador vem trabalhando já seis anos com o sistema de Trigo de Duplo Propósito no Distrito Federal.

influenciaram significativamente o percentual de digestibilidade; por outro lado, o primeiro corte efetuado nas cultivares Aliança, BH 1146 e BRS 264 foram estabelecidos no mês de Maio, época em que a temperatura diurna média chegou a 29 °C (quando o normal seria uma média de 27 °C), nesse sentido, os baixos valores de DIV nessas cultivares podem ter sido influenciados por esse regime térmico incomum (**Tabela 1.5**).

Tabela 1. 5 Efeito do corte sobre a Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca (DIVMS) das forragens de cultivares de trigo selecionado para cultivo em Duplo Propósito no Distrito Federal.

Cortes	Espécies							Média (%)
	Aliança	BH 1146	BRS 264	Frontana	Alfafa	Capim Marandú	Capim Tanzânia	
1 Corte⁽¹⁾	66	60	62	76	60	71	76	67 a
2 Cortes	-	-	-	78	-	70	72	73 a
3 Cortes	-	-	-	69	-	-	-	69 a
4 Cortes	-	-	-	73	-	-	-	73 a
Média (%)	66 BC	60 C	62 B	74 A	60 C	70 A	74 A	

* Médias seguidas de mesma letra maiúsculas, não apresentam diferenças significativas entre si, ao nível de 5% probabilidade pelo Teste de Tukey. Médias seguidas de mesma letra minúsculas, não apresentam diferenças significativas entre si, de acordo com o Teste t de Student à 5% probabilidade.⁽¹⁾ Neste corte a adubação nitrogenada foi realizada após a coleta de biomassa.

A digestibilidade está relacionada à composição bromatológica e histológica de uma forrageira, ou seja, relaciona-se também com os diferentes tipos e porcentagens de tecidos e seus órgãos e com a idade da planta (BRITO *et al*, 1997). Embora no experimento, os cortes executados em fases fenológicas diferentes não tenham sido afetados por esta característica. Segundo LENG (1990), a forragem pode ser considerada de baixa qualidade quando apresenta digestibilidade inferiores a 55%, associados a teores de proteína bruta, menores que 8%.

As altas temperaturas aumentam a síntese de lignina e promovem um crescimento mais rápido nos caules, principalmente de gramíneas de verão, aumentando a proporção de caules na matéria seca. Como resultado, a digestibilidade e o consumo de matéria seca destas forrageiras são diminuídos. Segundo FORD *et al*. (1971), as temperaturas mais elevadas aumentam a concentração da parede celular nas gramíneas. Além disso, reduzem a digestibilidade das gramíneas tropicais e temperadas, e também das leguminosas, ainda que em menor intensidade. Por tanto, o baixo percentual de DIV ocorrido na alfafa também, pode está relacionado às elevadas temperaturas (WILSON, 1982) e (NELSON & MOSER, 1994).

Assim, mesmo sob os efeitos climáticos tenha contribuído para os baixos percentuais de DIV em algumas cultivares de trigo, estes valores foram superiores a 55%, indicando que a forragem não decresceu no seu valor nutritivo, apesar da redução nos percentuais de digestibilidade.

3.4. PRODUÇÃO DE GRÃO E FORRAGEM PARA FENO

De acordo com a **Tabela 1.6**, a produtividade de grãos foi muito abaixo da que normalmente ocorre no trigo de inverno, talvez devido ao clima atipicamente quente que ocorreu. Na ausência de cortes, apesar de ocorrerem diferenças na produtividade entre genótipos de trigo, essas diferenças não foram significativas. Foi observado de uma maneira geral, que à medida que os cortes são efetivados, há uma queda na produção de grãos na maioria das cultivares de trigo, sendo que esse fato ficou mais evidente no Frontana, espécie que permitiu mais cortes. Isso coincide com diversos estudos realizados, pela Embrapa Trigo, Passo Fundo – RS, dentre os quais um realizado com vários cereais de inverno nos anos de 1993 a 1994 por Del Duca e Fontaneli, nos quais a produção média de grão nas cultivares de trigo destinado a produção exclusiva de grãos (sem cortes) foi de 3016 Kg.ha⁻¹ e no trigo de Duplo Propósito (com um corte) caiu para 2028 Kg.ha⁻¹ (perda de 998 Kg.ha⁻¹). No mesmo experimento, os ganhos médios de biomassa para as cultivares de trigo de 1304 Kg.ha⁻¹, ou seja, subiram de 1279 para 2.312 kg/ha, do primeiro para segundo corte respectivamente (FONTANELI & FONTANELI, 2009).

A cultivar BH 1146, apesar de ter sofrido acamamento no tratamento sem corte, não apresentou diferença significativa na produtividade de grãos após o primeiro e único corte. Segundo BORTOLINI *et al.* (1995), cultivares que apresentam risco de acamamento podem ser beneficiadas pelo corte que, como visto, pode prevenir contra esse fenômeno.

As cultivar Frontana teve baixa queda na produção de grãos, mesmo após a realização do segundo corte (2041 Kg.ha⁻¹ - 1743 Kg.ha⁻¹ = 299 Kg.ha⁻¹), por essa razão não houve diferença significativa entre esses dois tratamentos (primeiro e segundo corte). Além disso, o trigo Frontana, apesar do regime térmico elevado, foi a cultivar que melhor respondeu a intensificação da desfolha, restabelecendo-se rapidamente após ter ao recebido quatro cortes.

Tabela 1. 6 Rendimento médio da produção biomassa acumula (feno com 15% de umidade) e da produção de grãos nas cultivares de trigo selecionado para cultivo em Duplo Propósito no Distrito Federal.

Rendimento da produção do Feno e da produção de Grãos, em Kg.ha⁻¹									
	Sem Cortes	1º Corte ⁽¹⁾		2º Corte		3º Corte		4º Corte	
	Grão	Biom.	Grão	Biom.	Grão	Biom.	Grão	Biom.	Grão
Forrageiras									
Aliança	2608 A ^a	393 A	2061 A ^a	-	-	-	-	-	-
BH 1146	1988 A ^a	448 A	1716 A ^a	-	-	-	-	-	-
BRS 264	1024 B ^a	637 A	312 B ^b	-	-	-	-	-	-
Frontana	2042 A ^a	363 A ^c	1951 A ^a	922 B ^b	1743 ^a	1491 B ^a	880 ^b	1752 ^a	342 ^c
Alfafa	-	660 A ^b	-	1794 A ^a	-	-	-	-	-
Capim Marandú	-	433 A ^b	-	744 B ^b	-	1750 B ^a	-	-	-
Capim Tanzânia	-	349 A ^c	-	731 B ^b	-	3675 A ^a	-	-	-

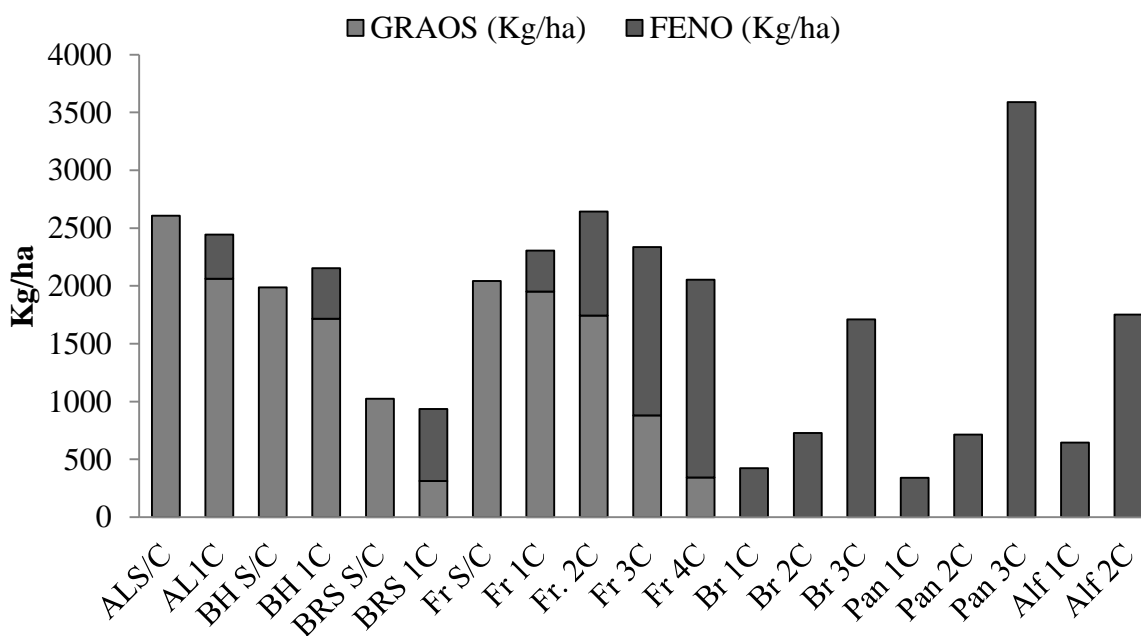
* Médias seguidas de mesma letra maiúsculas, nas colunas, não apresentam diferenças significativas entre si, ao nível de 5% probabilidade pelo Teste de Tukey. Médias seguidas de mesma letra minúsculas, nas linhas, não apresentam diferenças significativas entre si, de acordo com o Teste t de Student a 5% probabilidade. ⁽¹⁾ Neste corte a adubação nitrogenada foi realizada após a coleta de biomassa.

Com relação à Biomassa, o primeiro corte não diferenciou as espécies de trigo das forrageiras, mas no segundo e terceiro cortes, destacaram-se, respectivamente, a Alfafa e o Capim Tanzânia. A cultivares de trigo podem ter sofrido, além dos efeitos do corte, influência das elevadas temperaturas diurna do mês de Maio (época de estabelecimento do primeiro corte nas cultivares Aliança, BH 1146 e BRS 264) à primeira metade do mês de Junho (período em foi realizado o primeiro e segundo corte no genótipo Frontana). Esse estresse térmico pode ter incidido diretamente sobre eficiência fotossintética, afetando não apenas produção de biomassa como, também, o perfilhamento e a produção de grãos dessas cultivares.

Além disso, esses efeitos climáticos podem ter sido um dos principais causadores da antecipação do estágio de alongamento; pois, os cortes subsequentes começaram a ser executado em intervalos de 15 dias após o antecedente (quando o esperado seriam cortes a cada 30 dias); ou seja, os cortes foram realizados em plantas com estatura muito reduzida, por tanto, a produção de biomassa e grãos nos genótipos de trigo, no ano de 2010, foram bem abaixo do esperado. O genótipo de trigo BRS 264 (por apresentar o ciclo mais precoce) foi o primeiro a apresentar esse alongamento antecipado, por tanto foi o que mais sofreu redução na produção de grãos, diferenciando significativamente da produção das demais.

Nos meses de agosto e setembro as elevadas temperaturas diurnas desfavoreceram a produção de biomassa das cultivares de trigo, que foi toda colhida no mês de Julho, devido ao encurtamento do ciclo vegetativo e queda na eficiência fotossintética; por outro lado, tais níveis de temperatura podem ter influenciado positivamente produção de biomassa das forrageiras tropicais (Capim Marandú e Capim Tanzânia) que não sofreram tanto com o problema da estacionalidade. As elevadas produtividades dessas forrageiras também foram influenciadas pela adubação nitrogenada e pelos cortes realizados no mês de Julho; esse foi um dos fatores que também possibilitou elevada produção de biomassa da alfafa colhida no mês de setembro (época em que recebeu o segundo corte). A **Figura 1.1** mostra o desempenho vegetativo das cultivares de trigo usado para Duplo Propósito (produção de feno mais grão) e das demais forrageiras (produção de feno).

Figura 1.1 Potencial forrageiro (produção de feno + grão) do trigo utilizado para cultivo em Duplo Propósito no Distrito Federal.



3.5. RENDIMENTO ECONÔMICO DO TRIGO DE DUPLO PROPÓSITO

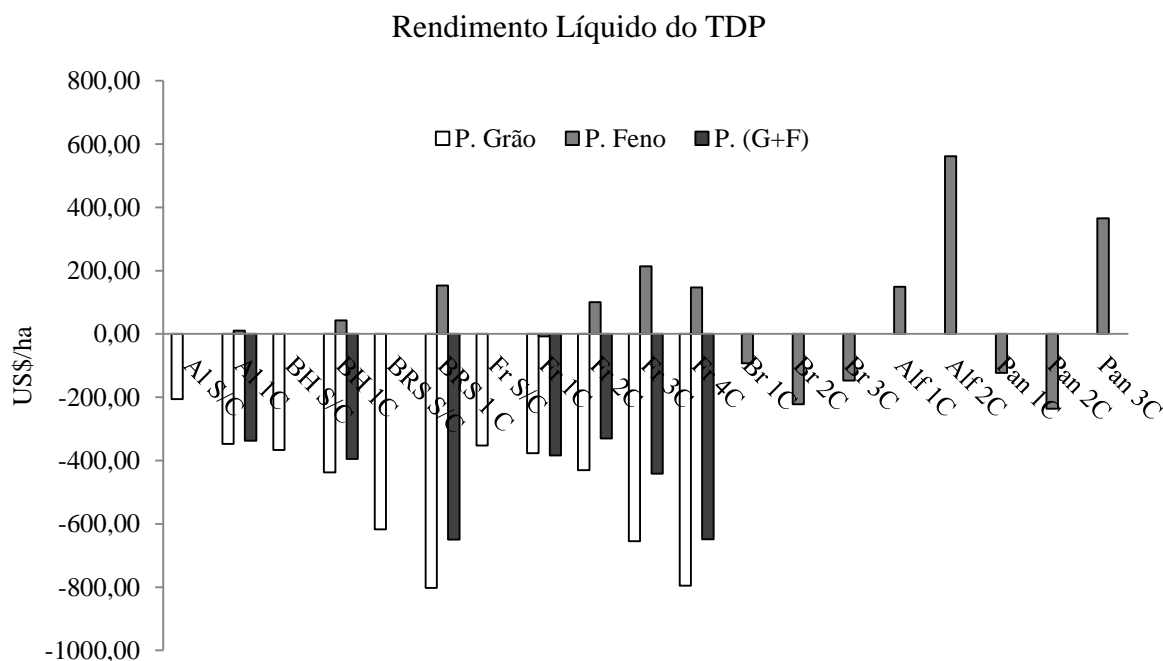
A **Figura 1.2**, mostra o rendimento econômico do trigo, do Trigo de Duplo Propósito e das forrageiras estudadas em 2010. Percebe-se que o rendimento econômico do grão foi negativo em todas as cultivares de trigo, isso ocorreu devido a baixa produção desse cereal (influenciada pelas condições climáticas desfavoráveis). A produção de biomassa também foi afetada pelo regime climático desfavorável, promovendo saldos

negativos nos primeiros cortes das cultivares Frontana (US\$ - 7,32/ha); nos demais genótipos a biomassa foi produzida valores positivos.

Nos demais cortes do Frontana a produção de biomassa vegetal superou os custos de produção do feno, ainda sim, a execução de cortes com o trigo, em 2010, causaram mais despesas que a produção exclusiva de grãos devido a sua baixa produção de biomassa.

A forrageira Capim Marandú não apresentou rendimento positivo apesar de sua produção de feno no terceiro corte (1709,07 Kg.ha⁻¹) ter sido elevada (**Figura 1.2**), isso ocorreu por causa do baixo preço seu feno mercado (US\$ 0,30). O Capim Tanzânia teve elevada produtividade, principalmente no terceiro corte e seu rendimento foi de US\$ 365,45/ha; e a alfafa ficou com o maior rendimento registrado (US\$ 561,00), devido a sua boa produção aliada ao preço médio pago ao seu feno (US\$ 0,60/Kg).

Figura 1. 2 Rendimento médio em US\$/ha de biomassa acumulada (feno com 15% de umidade) e grão nas cultivares de trigo utilizado para cultivo em Duplo Propósito no Distrito Federal.



Obs.: Cotação média do dólar comercial = R\$ 1,76; Preço médio do trigo = US\$ 0,26/Kg; Preços pagos ao feno do Trigo e Alfafa = US\$ 0,60/Kg; Preços pagos ao feno do Capim Tanzânia e Capim Marandú = US\$ 0,30/Kg; Custo Total com a produção de Grãos (US\$ 884,83/ha); Custo Total com o processo de Fenação em cada corte = US\$ 220,00/ha.

Em um experimento conduzido no mesmo local em 2008 (em que não ocorreram anormalidades climáticas), a produtividade de grãos e de biomassa, apresentaram valores mais elevados, o que culminou em rendimentos econômicos mais favoráveis, o trigo

Frontana chegou a produzir 3600 Kg.ha⁻¹ de biomassa e 3600 Kg/ha de trigo com um corte realizado aos 50 dias, o tratamento sem corte produziu 4000 Kg/ha, enquanto as forrageiras Brachiária (Piatã), o Pannicum (Vencedor) e a alfafa não se desenvolveram por causa do frio (MORAES et al., 2009). Admitindo que os custos e preços do trigo em 2008 fossem os mesmos aqui adotados, e que o valor pago ao feno produzido fosse US\$ 0,60/kg. A produção exclusiva de grãos teria um valor líquido de US\$ 156,17/ha, enquanto que no sistema de Duplo Propósito o valor líquido da produção de grãos (US\$ 52,17/ha) + feno (US\$ 1940,00/ha) seria de US\$ 1992,17/ha, um lucro mais de 12 vezes maior.

4. CONCLUSÕES

1. A biomassa de todas as espécies estudadas, trigo e forrageiras, apresentou valor nutritivo dentro dos padrões normais de uma boa forrageira, ou seja, os percentuais de FDN, FDA ficaram abaixo 60 e 40%, respectivamente, e os percentuais de DIV acima de 55%.

1. Dentre todas as espécies estudadas, a alfafa foi a que apresentou os menores percentuais de FDN (36%) e FDA (22%). Os níveis de FDN foram menores entre as espécies de trigo (oscilando entre 55 e 58%) e a Capim Marandú (56%), e mais elevadas no Capim Tanzânia (60%). Já os percentuais de FDA, foram maiores nas cultivares de trigo (ficando em torno de 31%) quando comparados aos da Capim Marandú (27%) e do Capim Tanzânia (29%).

2. Os percentuais de DIV foram mais elevados nos genótipos Frontana (74%), Capim Tanzânia (74%) e Capim Marandú (70%), superando todas as outras espécies estudadas, inclusive a alfafa (60%).

3. Os percentuais de FDA e DIV, não foram influenciados pelo número de cortes, enquanto os teores FDN sofreu aumento com a intensificação do número de cortes.

4. O Frontana apresentou maior desempenho forrageiro dentre as cultivares de trigo, suportando quatro cortes o que refletiu numa maior produção de biomassa acumulada (1752 Kg.ha⁻¹ de biomassa até último corte). As demais cultivares de trigo receberam apenas um corte, e a produção de biomassa ficou entre 363 e 637 Kg.ha⁻¹. A Alfafa, o Capim Tanzânia e a Capim Marandú acumularam biomassas de 1794 Kg.ha⁻¹ (até o segundo corte), 3675 Kg.ha⁻¹ (até o terceiro corte) e 1750 Kg.ha⁻¹ (até o terceiro corte), respectivamente.

5. O rendimento econômico com trigo, no sistema de Duplo Propósito e na produção exclusiva de grãos, não foi favorável no ano de 2010 devido ao efeito negativo das elevadas temperaturas diurnas. Em tais regimes térmicos o estabelecimento dos cortes produziu uma grande perda no rendimento líquido da produção de grãos, e a biomassa produzida não foi suficiente para recuperar esse déficit.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, MAURICIO S. de. **Produção de bovinos em pastagem irrigada**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000, p. 23.
- BORTOLINI, P. C. **Duração do pastejo na produção de forragem e de grãos em cereais de inverno no sul do Brasil**. Curitiba, 2004; 90 p. Tese (Doutorado em Agronomia Produção Vegetal) Setor de Ciências Agrárias . Universidade Federal do Paraná, 2004.
- BRISKE, D.D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. (Ed.). **Grazing management: an ecological perspective**. Portland: Timber Press, 2. ed. 1991, p. 85-108.
- BRITO, C.J.F.A.; ALQUINI, Y.; RODELLA, R.A.; DESCHAMPS, C..Alterações histológicas de três ecótipos de capim-elefante (*Penisetum purpureum*) após digestão *in vitro* In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34. Juiz de Fora, **Anais...** MG, p.12-14, 1997.
- CHRISTIANSEN, J.E. *Irrigation by sprinkling*. Berkley: University of California, 1942. 124 p.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, Quarto levantamento**. Brasília. Janeiro 2011. p.41.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Insumos agropecuários**, 2009. Disponível em: <<http://consultaweb.conab.gov.br/consultas/consultaInsumo.do?method=acaoCarregarConsulta>>Acesso em 29/01/2011.
- DUNPHY, D. J.; McDANIEL, M. E.; HOLT, E. C. Effect of forage utilization on wheat grain yield. **Crop Science**, Texas, v. 22, p. 106-109, 1982.
- FINANCEONE. **Cotações do Dólar em 2010**. Disponível em: <http://www.financeone.com.br/moedas/cotacoes-do-dolar>. Acesso em 14/10/2010.
- GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997, Viçosa. **Anais** Viçosa: UFV, p. 411-429, 1997.

HASTENPFLUG, M. **Desempenho de cultivares de Trigo de Duplo Propósito sob doses de adubação nitrogenada e regimes de corte.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, 2009. 68 p.

LENG, R. A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Review**, London, v. 3, n., p. 277-303, 1990.

LITTELL, R.C., MILLIKEN, G.A., STROUP, W.W. **SAS system for mixed models.** Cary, NC: SAS Institute Inc. 633p, 1996.

MERRIAN, J.L.; KELLER, J. *Irrigation System Evaluation.* A Guide for Management. Logan: Utah State University, 1978. 271 p.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition.** St. Lucia: Academic Press, 1990, 483p.

MORAIS, AURI F. DE et. al. Viabilidade do Trigo Duplo Propósito no Inverno para o Brasil Central In: VILELA, MARINA DE FATIMA et. al.. **IV Encontro de Jovens Talentos da Embrapa Cerrados: resumos apresentados.** Embrapa Cerrados, Planaltina – DF. 2009, p. 191.

NELSON, C.J. & MOSER, L.E. Plant factors affecting forage quality. In: FAHEY, C.G. **Forage quality, evaluation and utilization.** Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1994. Cap.3, p.115-154, 1994.

NUSSIO, L. G.; MANZANO, R. P.; PEREIRA, C. G. S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: PEIXOTO, A. M. et al. (Ed.) **Manejo de pastagens de tifton, coastcross e estrela.** Piracicaba: FEALQ, 1998. P. 203-242.

RESENDE, HUMBERTO. **Produção de feno de gramíneas.** Embrapa Gado de Leite. Disponível em: <[HTTP://cnpgc.embrapa.br/publicações/divulga/GCD39.html](http://cnpgc.embrapa.br/publicações/divulga/GCD39.html)>. Acesso em: 20 Set. 2006.

SAEB – secretaria de estado de agricultura e abastecimento. Pesquisa de Preços Pagos pelos produtores, 2011. Disponível em:<www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/deral/ppp.xls> Acesso em 17/06/2011.

SANTOS, Henrique Pereira dos, FONTANELI, RENATO Serena. **Cereais de inverno de duplo propósito para a integração Lavoura-Pecuária no sul do Brasil**. 1. ed. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2006. p. 104.

SANTOS, HENRIQUE PEREIRA dos; et al. In: Potencial de Rendimento de Cereais de Inverno de Duplo Propósito. FONTANELI, ROBERTO SERENA; SANTOS, HENRIQUE. PEREIRA dos. **Cereais de inverno de duplo propósito para a integração Lavoura-Pecuária no sul do Brasil**. 1. ed. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2006. p. 104.

SAS Institute. User's Guide. versão 9.1.3, versão para Windows. Cary, NC, USA, - 2008.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002.

SOIL CONSERVATION SERVICE. *National Engineering Handbook*. Washington: Sprinkler Irrigation, 1968. Section 15, Chapter 11. 83 p.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed. 2009. p.719.

TRINDADE, M. DA GLÓRIA. **Produção de Trigo Irrigado no Cerrado em Diferentes Densidades de Semeadura**. Goiás: Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos, 2006.

VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 24, n 3, p. 834-844, 1965.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal Dairy Science.*, Champaign, v.74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Corvallis: New York: Cornell University Press., 1994, p. 476.

WENDT, W. et al. **Manejo na cultura do trigo com finalidade de duplo propósito-forragem e grãos**. Pelotas, RS: Embrapa, 2006. (Comunicado técnico. n.141).

WILSON, J.R. **Influence of temperature and nitrogen on growth, photosynthesis and accumulation of non – structural carbohydrates in a tropical grass, *Panicum maximum* var. *trichoglume***. *Neth. J. Agric. Sci.*, Wageningen, v. 23, n. 2, p. 48-61, 1975.

WINTER, S.R.; THOMPSON, E.K. Grazing winter wheat: I. Response of semidwarf cultivars to grain and grazed production systems. **Agronomy Journal**, Arkansas, v.82, p.34, 1990.

CAPÍTULO II – EFEITOS DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NO TRIGO DE DUPLO PROPÓSITO CULTIVADO NO DISTRITO FEDERAL

RESUMO

O Trigo de Duplo Propósito (TDP) é um sistema de cultivo em que se utiliza cultivares tanto para a produção de grãos, quanto para a produção de biomassa que é usada no consumo animal e proporciona ao tricultor um adicional a sua renda. Para tanto, o uso da adubação nitrogenada é indispensável, principalmente nesse sistema que utiliza o trigo, uma planta do grupo C₃ que demanda elevadas quantidades de nitrogênio para ter um bom desempenho fotossintético. Esse trabalho teve por objetivo estudar a resposta do sistema de TDP, com a cultivar Frontana, às diferentes doses de adubação nitrogenada, bem como, quantificar a sua produção de grãos, avaliar a produção e valor nutritivo da forragem produzida, e analisar o rendimento econômico gerado nesse sistema para a região do Distrito Federal. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas tendo quatro blocos, quatro parcelas (doses de Nitrogênio: 0, 60, 100 e 120 Kg.ha⁻¹) e cinco subparcelas (cortes: variando de 0 a 4). A forragem do trigo Frontana apresentou os percentuais de FDN e FDA abaixo dos níveis críticos 60 e 40%, respectivamente, e os percentuais de DIV acima do nível crítico 55%, independentemente de ser realizada adubação nitrogenada. Os valores de FDN foram menores no primeiro (56%) e segundo corte (55%), a DIV foi mais elevada no segundo corte (78%) e menor no terceiro (69%), essas variáveis não foram afetadas pela adubação nitrogenada. O valor da FDA foi menor, 30%, na dose de 120 Kg de N/ha e mais elevado nas demais doses (31%) e não foi afetado pela intensificação dos cortes. O sistema de Duplo Propósito com o trigo Frontana apresentou maior rentabilidade econômica, em comparação a produção exclusiva de grãos, apresentando as maiores receitas com a realização de um corte e a aplicação de 60 Kg de N/ha.

Palavra chave: Trigo de Duplo Propósito, integração Lavoura-Pecuária, adubação nitrogenada, Cerrado.

ABSTRACT

EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION ON DUAL PURPOSE WHEAT SYSTEM CULTIVATED AT DISTRITO FEDERAL

Dual purpose wheat (DPW) is a cultivation system which cultivars are utilized for grain and biomass production at the same time. Biomass production is used for animal consumption and provides to farmer an income additional. For that, the use of nitrogen fertilization is indispensable, mainly in this system where wheat is utilized, a C₃ plant group which demand high amount of nitrogen to have a good photosynthetic performance. The aim of this work was to study the response of dual purpose wheat system, with Frontana cultivar, to different nitrogen dosis and quantify grain and biomass production and grass nutritive value and to analise economical yield of this system at Distrito Federal. The experimental design was four randomized blocks with split plot. The plots were nitrogen dosis (0, 60, 100 and 120 Kg.ha⁻¹) and the subplots were the cuts (from 0 to 4). The wheat Grass Frontana showed neutral detergent fibber (NDF) and acid detergent fibber (ADF) percentage of 60 e 40%, respectively, below critical levels, and percentage of *in vitro* dry matter disappearance (DIVMD) were above critical levels, independently of nitrogen fertilization. The values of NDF were lower on the first (56%) and the second (55%), the DIVMD was higher at the second cut (78%) and lower at the third (69%), these variables were not affected by nitrogen fertilization. The value of ADF was lower (30%) at the dosis of 120 Kg N/ha and higher at the other dosis (31%) and it was not affected by cuts intensification. Dual purpose wheat system with Frontana cultivar showed higher economical profitability, compared with exclusive grain production; this system showed the highest income with one cuts and the application of 60 Kg N/ha.

Key words: Dual purpose wheat, integrated crop-livestock systems, nitrogen fertilization, Cerrado.

1. INTRODUÇÃO

O Trigo de Duplo Propósito (TDP) surgiu como uma alternativa da integração Lavoura-Pecuária em que se utilizam cultivares para dupla aptidão, ou seja, tanto visando a produção de grãos, para a alimentação humana; quanto objetivando a produção de forragem visando à alimentação animal (SANTOS & FONTANELI, 2006).

Na região do Cerrado Central a utilização deste sistema integrado pode elevar a rentabilidade desse cereal, permitindo maior poder de competitividade com outras culturas, como o milho, feijão e hortaliças.

Além disso, o emprego do TDP nessa região pode ser uma solução durante as estações frias, em que a maioria das forrageiras tropicais sofre efeito da estacionalidade (ANDRADE, 2000). A estacionalidade das forrageiras pode causar sérios prejuízos no rebanho bovino por, retardar a idade de abate dos novilhos e a puberdade das novilhas, também causa perda de peso de vacas em lactação, provocando anestro (ausência de cio) e eleva o número de vacas com falhas de prenhez (MACEDO, 1995). O trigo utilizado no sistema de Duplo Propósito pode suprir a falta de forragem causada pela redução de produção das pastagens durante o inverno, devido à boa produção de forragem e ao seu valor nutritivo, que pode ser comparado ao da alfafa, em relação à digestibilidade e aos teores de proteína bruta (HASTENPFLUG, 2009).

No entanto, para se alcançar bons rendimentos de biomassa nesse sistema, faz-se necessário a realização de uma prática mais racional de adubação nitrogenada, pois o nitrogênio exerce uma grande importância na assimilação fotossintética de CO₂, e conseqüentemente, na eficiência de produção de biomassa principalmente em plantas C₃ (como do trigo) em que metade do total de nitrogênio assimilado é consumido durante a síntese de enzimas na fase de carboxilação desses vegetais (SINCLAIR & HORIE, 1989).

Além disso, OURRY et al. (1994) relata que a rebrota das plantas após a desfolha é determinada, mais pela reserva de nitrogênio e pela capacidade de reciclagem desse nutriente, que pelo nível de carboidrato de reserva, portanto, a adubação nitrogenada assume papel fundamental na produção do TDP.

Em contrapartida, os baixos os níveis de nitrogênio estão relacionado com o pouco acúmulo de carboidratos não-estruturais (sacarose, glicose, frutose, amido) (WILSON,

1975). Os carboidratos de reserva são de grande importância para as plantas forrageiras na sua recuperação após o corte ou o pastejo e são usados constantemente apenas para a manutenção de raízes e respiração, poucos dias após a desfolha, assim como nutrientes para sua manutenção e para o desenvolvimento de novos perfilhos e raízes (BRISKE, 1991).

No cultivo com o TDP a planta tem, em primeiro lugar, que produzir massa verde com rapidez, para que essa forragem seja aproveitada como alimento animal; depois, terá de emitir nova área foliar, que garanta a produção dos fotoassimilados necessários à produção de grãos. Assim, o rendimento de grãos será fortemente afetado pela capacidade das plantas em regenerar a parte aérea (CORSI et al., 2007).

A aplicação de nitrogênio durante o desenvolvimento da cultura é importante para aumentar o seu rendimento, sendo que a formação das espiguetas é incrementada por uma aplicação precoce (FRANK; BAUER, 1996). Além de promover maior produtividade na cultura do trigo, a aplicação de nitrogênio em cobertura, também aumenta a participação dos perfilhos no rendimento de grãos, independente das características agrônomicas da cultivar (SANGOI et al., 2007). Com isso, há uma elevação no número de espigas por unidade de área, promovendo um acréscimo de produtividade de grãos (ZAGONEL et al., 2002).

Normalmente, a quantidade de nitrogênio absorvida pelo trigo aumenta progressivamente durante o período de crescimento vegetativo, atingindo o máximo durante os estádios reprodutivos e decaindo na fase de enchimento de grãos (CREGAN & BERKUM, 1984).

O nitrogênio, também é considerado um elemento essencial para as plantas, pois está presente na composição das mais importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofilas, proteínas e inúmeras enzimas (HARPER, 1994). Por essa razão todos os componentes do rendimento do trigo, como o número de espiguetas por espiga, de grãos por espiguetas e o tamanho do grão, podem ser influenciados pelo maior ou menor grau do nitrogênio disponível para planta (ZAGONEL et al., 2002).

O presente trabalho tem por objetivo, quantificar a produção de biomassa e grão, o valor nutritivo da forragem e o rendimento econômico do Trigo de Duplo Propósito

submetido a três níveis de adubação nitrogenada em cobertura, 60, 90 e 120 Kg.ha⁻¹, no Distrito Federal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. CARACTERIZAÇÃO EDAFO-CLIMÁTICA

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Cerrados (CPAC), localizada nas coordenadas geográficas de 15° 35' 30'' S e 47° 42' 00'' W, com 1175 m de altitude e cujo solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa.

Segundo a classificação de Köppen, o clima do Distrito Federal é tropical, concentrando-se no verão as precipitações. O período chuvoso corresponde aos meses de novembro a janeiro, e o período seco ocorre no inverno, especialmente nos meses de junho a agosto (**Tabela 2.1**).

Tabela 2. 1 Série histórica das precipitações, temperaturas máximas e mínimas, e da radiação solar de 1974 a 2010 e dos anos de condução do experimento (2009 e 2010).

Série Histórica												
Mês	Precipitações Médias (mm)			Temperaturas Médias Máximas (°C)			Temperaturas Médias Mínimas (°C)			Radiação Solar Média (cal.cm ⁻² .dia ⁻¹)		
	2009	2010	1974/ 10	2009	2010	1974/ 10	2009	2010	1974/ 10	2009	2010	1974/ 10
Jan	149	113	240	28	29	27	18	18	18	471	460	411
Fev	135	122	187	29	29	28	18	18	18	470	477	425
Mar	64	271	207	29	28	28	18	18	18	478	429	400
Abr	220	68	95	27	28	28	17	17	17	377	428	392
Mai	162	101	202	26	29	27	15	15	15	390	416	385
Jun	4	0	4	26	28	26	13	14	14	413	413	376
Jul	0	0	5	28	26	27	13	14	13	450	392	392
Ago	52	9	16	28	28	28	15	14	15	450	461	430
Set	65	33	40	30	31	30	18	16	17	458	479	428
Out	104	77	91	28	30	29	18	18	18	432	408	420
Nov	113	176	182	29	27	28	18	17	18	465	363	391
Dez	157	178	223	27	27	27	18	18	18	336	403	391
Méd	1226	1361	1497	28	28	28	16	16	16	433	428	403

* Dados fornecidos pela Estação Principal da EMBRAPA/CPAC. A elevada temperatura do mês de maio (29 °C) de 2010 ocorreu apenas uma vez no período de 37 anos ($P_{\text{maio}} = 1/37$), enquanto que as do mês de junho (28 °C) ocorreram apenas quatro vezes em 37 anos ($P_{\text{junho}} = 4/37$).

2.2. HISTÓRICO E DIMENSIONAMENTO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em sistema de plantio convencional, sem revolvimento do solo, retirando-se a cobertura morta antes da instalação do mesmo. Foram

feitas aplicações de herbicidas (Glifosato) para controle de ervas daninhas, principalmente o “picão preto”, *Bidens subalternans* e “capim colchão” *Digitaria horizontalis*, e posteriormente foi realizada a roçagem e a eliminação da cobertura morta, para que se pudesse proceder ao sulcamento da área.

A área experimental possuía 131,2 m² (32 m x 4,1 m). As linhas de cultivo foram espaçadas em 20 cm, tendo cada parcela 4 linhas com dimensões de 5 m comprimento por 0,8 m de largura. Após a demarcação da área, em 20 de abril 2010, foi realizada a semeadura manual das cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L) com 400 sementes por metro quadrado (peso de 1000 sementes em torno de 35 g). As sementes trigo Frontana apresentaram germinação, superior a 90%.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro blocos e quatro parcelas, representadas pelas doses de adubação nitrogenadas (0, 60, 90 e 120 Kg.ha⁻¹), e cinco subparcelas representadas pelos tratamentos de cortes (sem corte, 1 corte, 2 cortes, 3 cortes e 4 cortes). A cultivar de trigo utilizado nesse experimento foi a Frontana.

Os cortes, nas subparcelas, foram realizados de acordo com desenvolvimento fisiológico da cultivar (no final do perfilhamento), mas obedecendo a altura máxima de 10 cm, no intuito simular o pastejo direto realizado pelos animais.

Cada subparcela possuía as dimensões de 1,00 m de comprimento por 0,80 m de largura, enquanto que cada parcela possuía 5 m de comprimento por 0,80 m de largura.

2.3. ESTRATÉGIA DA ADUBAÇÃO

A adubação em fundação foi realizada utilizando-se o fertilizante 03-30-10 na dose de 500 Kg.ha⁻¹, já adubação nitrogenada (em cobertura) foi feita com uréia (CO(NH₂)₂) nas doses de 60, 90 e 120 Kg de N.ha⁻¹; nas parcelas nas quais não foram realizadas cortes e nas que receberam apenas um corte, foi realizada uma única aplicação de N, as outras aplicações foram parceladas e realizadas após cada corte, seguidas de posterior irrigação.

O solo da área experimental classificado como Latossolo Vermelho distroférico de apresentava as seguintes características químicas na camada de 0 a 20 cm: pH – (H₂O – 1:2,5) = 6,05; Al trocável – extrator KCl 1 mol L⁻¹ (cmolc dm⁻³) = 0,03; Ca + Mg (cmolc dm⁻³) = 3,4; P – Extrator Mehlich (cmolc dm⁻³) = 0,3; K – Extrator Mehlich (cmolc dm⁻³) =

0,20; Matéria orgânica = 21,1 g dm⁻³; V(%) = 54,88; m(%) = 0,83; Soma de bases (cmolc dm⁻³) = 3,6; CTC_{efetiva} (cmolc dm⁻³) = 3,63 e CTC_(pH 7,0) (cmolc dm⁻³) = 6,56.

2.4. IRRIGAÇÃO

O sistema de irrigação adotado foi o de aspersão sobre copa, a lâmina a ser aplicada foi fornecida pelo software de monitoramento de irrigação da EMBRAPA/CPAC para a cultura do trigo, a irrigações foram realizadas duas vezes por semana e a lâmina média mensal foi 104 mm e durante todo o ciclo da cultura do trigo foram aplicados 507 mm. O CUC, coeficiente de uniformidade de CHRISTIANSEN (1942) do sistema de irrigação, foi 75%; e o CUD, coeficiente de uniformidade de distribuição (SOIL CONSERVATION SERVICE, 1968), foi 64%. Ambos os resultados admissíveis para cultura de sistema radicular profundo (MERRIAN & KELLER, 1978).

2.5. ESTABELECIMENTO DOS CORTES

Os cortes foram baseados no desenvolvimento fisiológico (início do alongamento) da cultivar de trigo Frontana, sendo efetuados acima do segundo nó basal da planta, numa altura de 10 cm do solo, de modo a manter a integridade do primórdio floral (futura espiga).

A biomassa vegetal coletada foi depositada em sacos de papel, identificado e o material colhido foi seco a uma temperatura de 60 °C por sete dias, posteriormente foram realizadas as pesagens e a moagem da matéria seca, para as análises de valor nutritivo no laboratório de química analítica da Embrapa Cerrados.

2.6. COLHEITA DO TRIGO

Os grãos foram colocados em sacos de papel, foi feita a trilhagem, limpeza, pesagem, e determinação da umidade dos grãos. Posteriormente o material foi conduzido para a câmara fria da EMBRAPA – CPAC, onde permaneceu armazenado a 5 °C foi resfriado até o momento das análises.

2.7. ANÁLISES DE CUSTOS DE PRODUÇÃO

Os custos fixos e variáveis gerados na condução do experimento, assim com o teor médio 15% de umidade para produção de feno, foram adaptados de RESENDE (2005), os dados de produtos insumos e recursos para a produção foram atualizados segundo a SAEB

(2011) e a cotação anual do dólar comercial¹⁸, em 2010, foi de R\$ 1,76. O custo total médio com a produção de grãos (em US\$. ha⁻¹) elevaram-se de acordo com a dose de N aplicada; assim a aplicação de 0, 60, 90 e 120 Kg de N/ha apresentaram, respectivamente os seguintes custos de produção: 770,19; 838,37; 872,47 e 906,56 US\$/ha. O custo com a fenação foi de 220 US\$. corte⁻¹.

O preço médio pago ao grão de trigo na safra 2010/11 no Goiás e Distrito Federal foi de R\$ 31,45/saca de 60 kg (CONAB, 2011), ou seja, aproximadamente R\$ 0,52/Kg de grão (US\$ 0,26/Kg). Os preços estimados para o feno do trigo foi de 0,50 e US\$ 0,60/Kg. Segundo HASTENPFLUG (2009), a forragem do trigo possui teores semelhantes de digestibilidade e proteína bruta quando comparada a alfafa, razão pela qual o feno do trigo podem alcançar os mesmos patamares de preços dessa leguminosa.

A partir destes valores e estimativas, foi feita a análise econômica do potencial de rendimento do Trigo de Duplo Propósito, em comparação com a produtividade exclusiva de grãos.

2.8. METODOLOGIA DAS ANÁLISES LABORATORIAIS

As análises de Matéria Seca (MS), FDN (Fibra em Detergente Neutro), FDA (Fibra em Detergente Ácido) e de Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca (DIVMS) realizadas na parte aérea do trigo Frontana foram realizadas no Laboratório de Química Analítica de Plantas da EMBRAPA – Cerrados e foi utilizado o método de VAN SOEST (1991).

2.8.1. Fibra em Detergente Neutro (FDN)

Para o preparo da solução foi diluído em 1,0 L de água destilada 30 g de Lauril, sulfato de sódio (CH₃(CH₂)₁₀CH₂OSO₃Na), 10 mL de etileno glicol (HOCH₂CH₂OH), 18,61 g de EDTA dissódico (2H₂O.(C₁₀H₁₄O₈N₂Na.2H₂O)), 6,81 g de Borato de sódio deca-hidratado (Na₂B₄O₇.10H₂O) e o fosfato de sódio anidro (Na₂HPO₄).

Pesou-se 1,0 g de amostra em duplicata. A amostra foi colocada em béquer em que foi adicionado 100 mL de solução supracitada, aquecida até a ebulição por 60 min. Após

¹⁸ <http://www.financeone.com.br/moedas/cotacoes-do-dolar>. Cotações do Dólar em 2010. Disponível em: Acesso em 14/10/2010.

esse procedimento, as amostras foram secas a 105 °C por 24 horas, em seguida o filtrado foi pesado, lavado com água destilada fervente e duas vezes com acetona. A amostra lavada foi seca em estufa à 105 °C por 12 horas, pesada para obter assim a FDN pela diferença de peso. As fórmulas utilizadas para o cálculo de percentagens de FDN na MS foram:

$FDN (\%) = (P_3 - (P_1 \times C_1)) / P_2 \times 100$. Em que:

P_1 = tara do saquinho; P_2 = peso da amostra; P_3 = peso após o processo de extração; e C_1 = correção do saquinho branco (peso final do saquinho após secagem/peso do saquinho original).

2.8.2. Fibra em Detergente Ácido (FDA)

Para essa análise utilizou-se 1 L de água destilada com 28,5 g de ácido sulfúrico (H_2SO_4) e 20 g do detergente catiônico CTAB (Cationic Hexadecyltrimethyl Ammonium Bromide).

Pesou-se 1,0 g de amostra em duplicata. A amostra foi colocada em béquer em que foi adicionado 100 mL de solução supracitada, aquecida até a ebulição por 60 min. Após esse procedimento as amostras foram secas a 105 °C por 24 horas, em seguida o filtrado foi pesado, lavado com água destilada fervente e duas vezes com acetona. A amostra lavada foi seca em estufa à 105 °C por 12 horas, pesada para obter assim a FDN pela diferença de peso. As fórmulas utilizadas para o cálculo de percentagens de FDN na MS foram:

$FDN (\%) = (P_3 - (P_1 \times C_1)) / P_2 \times 100$. Em que:

P_1 = tara do saquinho; P_2 = peso da amostra; P_3 = peso após o processo de extração; e C_1 = correção do saquinho branco (peso final do saquinho após secagem/peso do saquinho original).

2.8.3. Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca (DIVMS)

Para determinação da Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca (DIVMS) foram pesados 0,5 g de amostra e colocados em um tubo ensaio de 60 mL. Em seguida, procedeu-se o preparo da solução tampão (fosfato carbonado) em que cada litro dessa solução foram pesados 4,08 g de fosfato de potássio monobásico (KH_2PO_4); 8,72 de sódio dibásico (Na_2HPO_4), 1,50 g de sulfato de magnésio ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$) e 0,50 g de cloreto de potássio (KCl). À solução tampão foi adicionada uma solução complementar com 20 mL de solução

de carbonato de sódio anidro (15,73 g de $\text{NaCO}_3/100 \text{ mL}$), 10 mL de solução de uréia (8,0 g de uréia/100 mL), 0,10 de cloreto de cálcio (CaCl_2) e 0,025 g de sulfeto de sódio monoidratado ($\text{NaS} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$). Essa mistura foi borbulhada com CO_2 sob aquecimento a 39°C por 5 minutos, sendo o pH ajustado para 6,8 (com NaOH ou HCl).

O líquido ruminal foi colhido do animal doador através da fístula e com o auxílio de uma bomba a vácuo, foi conservado a uma temperatura de 39°C .

Foram adicionados aos tubos com amostra 10 mL da solução supracitada (tampão + complementar), 12 mL de líquido ruminal e injetado CO_2 , sendo tais tubos posteriormente fechados e colocados numa incubadora por 24 horas, sendo agitados após esse período. No dia seguinte foram adicionados aos tubos 1 mL de solução de HCl 6 N e 5 mL de pepsina recém preparada, as amostras foram reconduzidas a incubadora por mais 24 horas.

No dia seguinte as amostras foram depositadas em cadinhos filtrantes e seccionadas por uma bomba a vácuo as amostras filtradas foram colocadas em estufas por 24 h e, após esse período foram pesadas, a determinação da DIVMS foi feita pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ DIV da matéria seca} = (\text{A}-\text{B})/\text{A} \times 100$$

Em que:

A = pesos da amostra seca x MS/100

B = resíduo seco (tubo com amostra + líquido ruminal) - Branco (tubo incubado apenas com líquido ruminal sem amostra).

2.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA

O modelo utilizado na análise dos dados foi modelo misto balanceado gerado pelo procedimento PROC MIXED (LITTELL et al., 1996):

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + C_j + (NC)_{ij} + B_k + (NB)_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

μ : Média das parcelas;

N_i : é efeito da adubação nitrogenada;

C_j : é o efeito do Corte no sistema;

$(NC)_{ij}$: efeito da interação Adubação Nitrogenada x Corte no sistema;

B_k : é o efeito de bloco;

$(NB)_{ik}$: erro **a**, gerado pela observação da doses de N nas parcelas;

ϵ_{ijk} : erro **b**, gerado pela observação de vários cortes nas subparcelas;

É um modelo misto onde N_i , C_j e $(NC)_{ij}$, são efeitos fixos; B_k , $(NB)_{ik}$ e ϵ_{ijk} são efeitos aleatórios.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de t de Student ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando-se o software SAS, versão 9.1 (SAS, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca (DIVMS), Produção de Biomassa Acumulada (PBA) e Produção de Grãos (PG) foram submetidos à análise de variância, onde foram estudados os efeitos das Doses de N, Corte e da Interação Corte x Dose de N. A Dose de N influenciou significativamente nos teores de FDA, PBA e PG. Os cortes influenciaram significativamente nos teores de FDN, DIV, PBA e a PG. Houve efeito da interação Genótipo x Corte, apenas na variável PG (**Tabela 2.2**).

Tabela 2. 2 Valores do teste de F para Fibra em Detergente Neutro (FDN), Fibra em Detergente Neutro Ácido (FDA), Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca (DIVMS), Produção de Biomassa Acumulada (PBA) e Produção de Grãos (PG) relacionados aos efeitos do cortes, das doses de N e da interação entre os mesmos.

F.V.	G.L.	FDN	FDA	DIV	PBA	G.L.	PG
Dose de N	3	1,50 ^{ns}	3,09*	0,68 ^{ns}	3,96*	3	10,38*
Corte	3	8,12*	1,65 ^{ns}	0,69*	59,79*	4	62,52*
Dose de N x Corte	9	1,65 ^{ns}	1,25 ^{ns}	5,95 ^{ns}	2,02 ^{ns}	12	2,88*

F.V – Fonte de variação; G.L – Grau de liberdade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade no teste F; ^{ns} – Não significativo.

3.1. FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO (FDN)

De acordo com a **Tabela 2.3**, os efeitos dos cortes no aumento da fibra digestível (celulose e hemicelulose) da Matéria Seca (MS) medidas como FDN, aumentaram significativamente com o aumento de sua frequência, ao passo que, a adubação nitrogenada não teve efeito significativo nessa fibra.

A **Tabela 2.3** mostra, ainda, que quando não se realiza adubação nitrogenada (T_0), há uma tendência a um aumento nos teores de FDN após a realização dos corte. Entretanto, nos tratamentos em que houve adubação nitrogenada (60, 90 e 120 de Kg de N.ha⁻¹) ocorreu uma queda nos níveis de FDN do primeiro para o segundo corte; a biomassa colhida no primeiro corte não foi submetida à dose de N, esta prática foi realizada após a colheita dessa biomassa. Embora esse aspecto não tenha sido significativo estatisticamente, ele sugere que a adubação nitrogenada pode ter contribuído para a redução nos teores de FDN entre o primeiro e segundo corte, melhorando, conseqüentemente, seu valor nutritivo.

O trigo Frontana manteve baixos teores de FDN, mesmo sob um regime térmico fora dos padrões normais nos meses de Junho quando a temperaturas diurnas atingiram níveis de 28 ° C (2 °C acima da média). Mostrando que este efeito climático desfavorável não teve grandes efeitos nos teores de FDN. VAN SOEST (1994), afirma que as plantas sobre efeito das elevadas temperaturas diurnas podem ter o seu ciclo avançado implicando, conseqüentemente em baixa relação folha/caule. Assim o processo de maturação pode ser acelerado pela luminosidade, temperatura e umidade, dependendo das características genéticas de cada espécie, entretanto pode ser retardado pela fertilização nitrogenada acompanhada de corte ou pastejo.

Tabela 2. 3 Efeito da adubação nitrogenada e dos cortes sobre a Fibra em Detergente Neutro (FDN) da forragem do trigo Frontana utilizada no sistema integrado de Duplo Propósito na região do Distrito Federal.

Doses de Nitrogênio (Kg.ha⁻¹)					
Cortes	T₀	N₆₀	N₉₀	N₁₂₀	Média (%)
1 Corte⁽¹⁾	54	56	58	56	56 b
2 Cortes	58	54	54	53	55 b
3 Cortes	60	58	58	58	59 a
4 Cortes	60	58	58	57	58 a
Média (%)	58 A	56 A	57 A	56 A	

* Letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não apresentam diferenças significativas entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo t de Student. ⁽¹⁾Neste corte a adubação nitrogenada foi realizada após a coleta de biomassa.

A Fibra em Detergente Neutro (FDN) representa a fração mais digestível da Fibra Bruta (FB). Essa digestão ocorre no rúmen do animal por ação das enzimas produzidas pelos microrganismos, no entanto, o conteúdo celular (proteína bruta, lipídios, vitaminas e minerais) são carboidratos solubilizados tanto pelas enzimas dos microrganismos quanto por aquelas secretadas no trato digestivo do animal. Por essa razão a maior concentração de FDN na forragem, leva tanto a uma maior a ocupação de espaço no rúmen quanto a uma diminuição na densidade de energia disponível na forragem. Esses fatores estão diretamente relacionados com o consumo voluntario da Matéria Seca (MS) e com o aumento de tempo de retenção da digesta no rúmen (VAN SOEST, 1994). Os limites críticos de constituintes de parede celular para o consumo de forragens são encontrados em teores acima de 60% (VAN SOEST, 1965). No presente experimento, todos os dados estão abaixo do nível crítico.

O comportamento nos teores de FDN também foi observado por FONTANELI & SANTOS (2009), na comparação entre diversos cereais de inverno para Duplo Propósito;

tais cereais apresentaram reduções nos níveis de FDN entre o primeiro e o segundo corte e, um aumento no terceiro corte; as cultivares de trigo, BRS Figueira, o Umbú e o 277 não apresentaram diferença significativa entre si, nos teores de FDN, quando submetidas as doses de adubação nitrogenada (30, 60 e 90 K/ha de N).

3.2. FIBRA EM DETERGENTE ÁCIDO (FDA)

A Fibra em Detergente Ácido (FDA) representa a concentração de lignina na fração parede celular, sendo que a mesma, quando ligada à celulose e hemicelulose forma o complexo lignocelulose, que é o principal fator limitante à degradação dos carboidratos estruturais no rúmen (VAN SOEST, 1994). Nesse sentido, as plantas forrageiras mais desejáveis são aquelas que possuem baixos níveis de FDA e que tenha a capacidade de manter esses níveis baixos na medida em que vão se estabelecendo os cortes. Segundo NUSSIO et al. (1998) a forragens com valor de FDA em torno ou acima de 40%, acarretam redução no consumo além de apresentar baixa digestibilidade.

A **Tabela 2.4** mostra que os níveis de FDA, que determina a qualidade da parede celular e expressa a fração indigestível (lignina, sílica e cutina) da Matéria Seca (MS) apresentaram diferenças significativa em função das doses adubação nitrogenada, apenas no nível 120 Kg.ha⁻¹. Por outro lado não houve diferença significativa para o FDA ao se comparar o efeito dos cortes sobre este, o que é desejável. Todos os valores obtidos nas doses de adubação nitrogenada e nos quatro cortes feitos na cultivar Frontana, apresentaram valores abaixo de 40%, não afetando, portanto a digestibilidade da forragem produzida.

Tabela 2. 4 Efeito da adubação nitrogenada e dos cortes a Fibra em Detergente Ácido (FDA) da forragem do trigo Frontana utilizada no sistema integrado de Duplo Propósito na região do Distrito Federal.

Cortes	Doses de Nitrogênio (Kg.ha ⁻¹)				Média (%)
	T ₀	N ₆₀	N ₉₀	N ₁₂₀	
1 Corte ⁽¹⁾	30	31	31	31	31 a
2 Cortes	34	31	31	30	31 a
3 Cortes	33	30	31	29	31 a
4 Cortes	31	31	32	31	31 a
Média (%)	32 A	31 A	31 A	30 B	

* Letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não apresentam diferenças significativas entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo t de Student. ⁽¹⁾Neste corte a adubação nitrogenada foi realizada após a coleta de biomassa.

Esses resultados foram diferentes dos obtidos por SANTOS & FONTANELI (2006), que estudando diversos cereais de inverno para Duplo Propósito em três doses de

aplicação de nitrogênio (30, 60, 90 Kg.ha⁻¹) obtiveram valores significativos nos teores de FDA, apenas para dose de 90 Kg de N/ha.

3.3. DIGESTIBILIDADE *IN VITRO* DA MATÉRIA SECA (DIVMS)

A digestibilidade está relacionada tanto a composição bromatológica quanto histológica de uma forrageira, ou seja, relaciona-se também com os diferentes tipos e porcentagens de tecidos e seus órgãos e com a idade da planta (BRITO *et al*, 1997).

Segundo LENG (1990), a forragem pode ser considerada de baixa qualidade quando apresenta digestibilidade inferiores a 55%, associados a teores de proteína bruta, menores que 8%. Todos os tratamentos estiveram em acima do nível crítico, isto é, com alta qualidade em termos de forragem.

A adubação nitrogenada aumenta digestibilidade e o valor nutritivo da matéria seca, resultando num maior desempenho animal. Segundo VAN SOEST (1994) a adubação nitrogenada proporciona um aumento da relação folha/colmo das forrageiras, as folhas apresentam maior conteúdo em minerais e proteína e, ainda, menor conteúdo de carboidratos estruturais que os colmos. Porém, a aplicação de doses excessivas de nitrogênio na pastagem pode provocar uma redução nos níveis de carboidratos não estruturais e, com isso, reduzir a digestibilidade da matéria seca das plantas forrageiras por deficiência energética (VAN SOEST, 1982). De acordo com a **Tabela 2.5** o aumento da dose de nitrogênio não afetou significativamente os níveis de DIV, embora tenha ocorrido uma tendência de cair a digestibilidade nas dosagens de 90 e 120 Kg.ha⁻¹. Entretanto, estes foram afetados, significativamente, pelos dois últimos cortes (em relação ao segundo corte) cujos resultados de digestibilidade no terceiro e quarto corte foram, respectivamente, 69 e 72%. Estes valores foram superiores a 55%, indicando que a forragem não decresceu no seu valor nutritivo, apesar da redução nos percentuais de digestibilidade.

Tabela 2. 5 Efeito da adubação nitrogenada e dos cortes sobre a Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca (DIVMS) da forragem do trigo Frontana utilizada no sistema integrado de Duplo Propósito na região do Distrito Federal.

Cortes ⁽¹⁾	Doses de Nitrogênio (Kg.ha ⁻¹)				Média (%)
	T ₀	N ₆₀	N ₉₀	N ₁₂₀	
1 Corte	74	75	69	75	73 b
2 Cortes	78	80	81	75	78 a
3 Cortes	70	72	69	68	69 b
4 Cortes	74	71	72	70	72 b
Média (%)	74 A	76 A	73 A	72 A	

* Letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não apresentam diferenças significativas entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo t de Student. ⁽¹⁾ Neste corte a adubação nitrogenada foi realizada após a coleta de biomassa.

3.4. PRODUÇÃO DE FORRAGEM PARA FENO

A **Tabela 2.6** mostra que o estabelecimento dos cortes (independentemente da adubação nitrogenada) afeta a capacidade das plantas em produzir biomassa após cada corte, ou seja, o incremento de produção de biomassa foi reduzindo à medida que a frequência de cortes aumentou. Entre o primeiro, que não recebeu adubação, e segundo corte observou-se um acréscimo de 545 Kg.ha⁻¹ de biomassa produzida, entre o segundo e o terceiro o acréscimo foi de 495 Kg.ha⁻¹ e entre o terceiro e o quarto a biomassa cresceu apenas 351 Kg.ha⁻¹.

Embora todos os tratamentos que receberam adubação nitrogenada, individualmente, tenham diferenciado significativamente, em relação a biomassa vegetal, do tratamento em que não foi efetuada essa adubação os tratamento onde houve adubação nitrogenada com 60 e 120 Kg de N/ha não afetaram significativamente a produção acumulada dessa forragem. Os efeitos climáticos desfavoráveis (elevadas temperaturas diurnas) podem ter influenciado nesses resultados. Segundo PRADO (2008), a diminuição na fotossíntese ou aumento da respiração, influenciada por elevadas temperaturas, promove uma queda na quantidade ofertada de esqueletos de carbono (carboidratos) o que afeta a assimilação do nitrogênio. O que coincide com os efeitos da fotorrespiração e fotoinibição ocorrido em plantas C₃ em função de regimes térmicos e de radiação solar elevada.

Tabela 2. 6 Rendimento médio da produção biomassa acumula (feno com 15% de umidade) na cultivar de Trigo de Duplo Propósito Frontana submetida a doses de N e números de cortes no Distrito Federal.

Doses de Nitrogênio (Kg.ha⁻¹)					
Cortes	T₀	N₆₀	N₉₀	N₁₂₀	Média (Kg.ha⁻¹)
1 Corte	463	699	606	669	609 d
2 Cortes	833	1242	1324	1217	1154 c
3 Cortes	1037	1596	1903	2061	1649 b
4 Cortes	1219	1993	2287	2499	2000 a
Média (Kg.ha⁻¹)	888 B	1382 A	1530 A	1611 A	

* Letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não apresentam diferenças significativas entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo t de Student. ⁽¹⁾Neste corte a adubação nitrogenada foi realizada após a coleta de biomassa.

Esse fato pode ser ainda mais agravante quando a forrageira acometida por elevadas temperaturas possui metabolismo C₃, como o trigo, tendo em vista que atividade fotossintética começa a perder eficiência devido à fotorrespiração que levará a menor produção de ATP e NADH. Segundo Ritcher (1993) citado por PIMENTEL (1998), esses ácidos orgânicos, são essenciais na assimilação de nitrogênio.

As plantas adubadas com nitrogênio aumentam a produção de matéria seca por unidade de área, sendo que a contribuição das folhas nesta matéria seca também é aumentada devido a uma melhor relação folha/colmo (MINSON, 1990 e CECATO, 1993).

Além disso, estresses nutricionais ocasionados pela deficiência de nitrogênio podem causar problemas no restabelecimento das forrageiras após o corte. Segundo VOLENEC et al. (1996), isso ocorre por que as reservas de nitrogênio constitui uma fonte alternativa quando a absorção mineral passa a ser reduzida. Aminoácidos e proteínas específicas são depositados nas raízes e bases do colmo, e são degradados rapidamente após a desfolha.

A produção de biomassa em cada corte obedece a regressão linear expressa na **Tabela 2.7**. Onde pode ser constatado o efeito dos cortes sobre a produção de biomassa acumulada em função da adubação nitrogenada, assim, o aumento da frequência de cortes promove uma redução na eficiência da adubação nitrogenada em promover aumento na produção de biomassa acumulada, esse fato pode ser constatado ao se comparar os coeficientes angulares dos dois últimos cortes que são bem próximos.

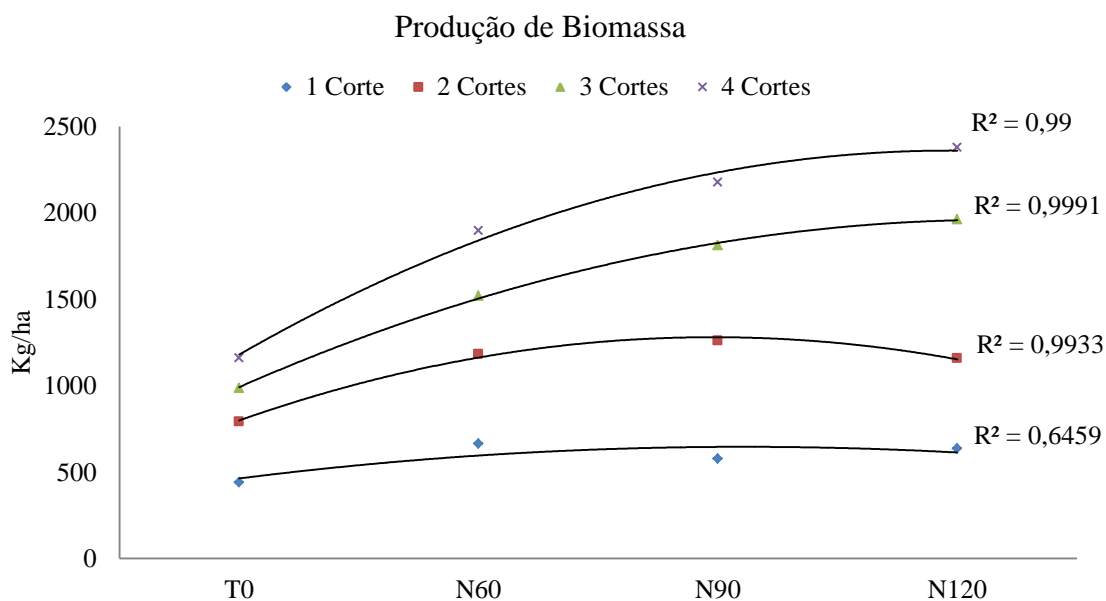
Tabela 2. 7 Regressão da produtividade de biomassa acumulada (feno com 15% de umidade) em função da adubação nitrogenada realizada em cada corte do trigo Frontana no sistema TDP.

F.V.	G.L.	F	Tratamentos	Regressão
Corte	4	22,2*	1 Corte ⁽¹⁾	529 + 0,9.N*
Dose (Corte)	4	20,8*	2 Cortes	944 + 2,6.N*
			3 Cortes	1042 + 8.N ^{ns}
			4 Cortes	1261 + 9,8.N ^{ns}

* F.V – Fonte de variação; G.L – Grau de liberdade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade no teste F; ^{ns} – Não significativo. ⁽¹⁾Neste corte a adubação nitrogenada foi realizada após a coleta de biomassa.

Como pode ser constatado na **Figura 2.1** o trigo Frontana submetido a doses mais elevadas de adubação nitrogenada apresentou maiores produções de biomassa acumulada; o nível crítico de adubação nitrogenada, para produção de biomassa, até o segundo corte foi 90 Kg de N/ha, já para o terceiro e quarto corte, o nível crítico foi de 120 Kg.ha⁻¹, ou seja, o aumento da dose de nitrogênio de 90 para 120 Kg de N/ha permitiu uma melhor resposta do rendimento de biomassa numa maior intensidade de cortes.

Figura 2. 1 Curva de produção de biomassa (feno com 15% de umidade) de cada corte do genótipo de trigo Frontana usado para Duplo Propósito em função das doses de nitrogênio.



* A tendência não quadrática das doses de N em função de um único corte ($R^2 = 0,64$) em relação aos demais cortes realizados ($R^2 > 0,99$) é justificável porque a biomassa colhida nesse corte (um corte) não foi submetida à adubação nitrogenada.

3.5. PRODUÇÃO DE GRÃO

A produção de grão do trigo Frontana descrita na **Tabela 2.8** mostra que de uma maneira geral a aplicação do N mineral influenciou na produtividade de grãos, principalmente no tratamento que não recebeu corte, em que a aplicação de 120 Kg de N.ha⁻¹, apresentou diferença significativa dos demais níveis de N, promovendo um aumento de 1150 Kg.ha⁻¹ na produção de grãos quando comparada a dose de 90 Kg de N/ha. No quarto corte não houve diferença entre os tratamentos que não receberam adubação nitrogenada e aqueles que receberam. Nos tratamentos do primeiro ao terceiro corte, a dose de 60 kg de N/ha aumentou significativamente a produtividade em relação ao tratamento que não sofreu adubação. Não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos que receberam 90 e 120 kg de N/ha, podendo se especular que o N iria para o grão foi reconduzido para a biomassa (**Tabela 2.8**).

Tabela 2. 8 Rendimento médio da produção de grãos na cultivar de Trigo de Duplo Propósito Frontana submetida a doses de N e número de cortes no Distrito Federal.

Rendimento de Grão (Kg.ha ⁻¹)					
Dose/Corte	Sem Cortes	1º Corte	2º Corte	3º Corte	4º Corte
Frontana N ₁₂₀	4281 Aa	3097 Ab	2001 Ac	1556 Ac	835 Ad
Frontana N ₉₀	3131 Ba	3109 Aa	2114 Ab	1773 Ab	856 Ac
Frontana N ₆₀	3196 Ba	2851 Aa	1912 Ab	1387 ABc	763 Ad
Frontana T ₀	1266 Ca	978 Ba	706 Bab	638 Bab	163 Ab

* Letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não apresentam diferenças significativas entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo t de Student.

A aplicação de 120 Kg de N/ha (comparação na linha) no sistema onde não foram realizados cortes a produtividade de grãos foi mais elevada, diferenciando significativamente da produtividade obtida com o sistema TDP. Nas doses 60 e 90 Kg de N.ha⁻¹ essas diferenças ocorreram a partir do segundo corte. Enquanto que, no sistema onde não foi realizada a adubação nitrogenada, as diferenças que foram significativas para produção de grãos ocorreram apenas no último corte.

Considerando-se o efeito dos cortes sobre a produção grãos em função da adubação nitrogenada, foi realizado ao estudo de regressão linear, onde foi observado que o aumento da frequência de cortes promove uma redução na eficiência da adubação nitrogenada em promover aumento na produção de grãos (**Tabela 2.9**).

Tabela 2. 9 Regressão da produtividade de grãos em função da adubação nitrogenada em cada corte realizado do trigo Frontana no sistema TDP.

F.V.	G.L.	F	Tratamentos	Regressão
Corte	5	6,01*	Sem corte	1542 + 22.N*
Dose (Corte)	5	8,48*	1 corte	1500 + 16.N*
			2 cortes	1082 + 10.N*
			3 cortes	871 + 7.N*
			4 cortes	357 + 5.N ^{ns}

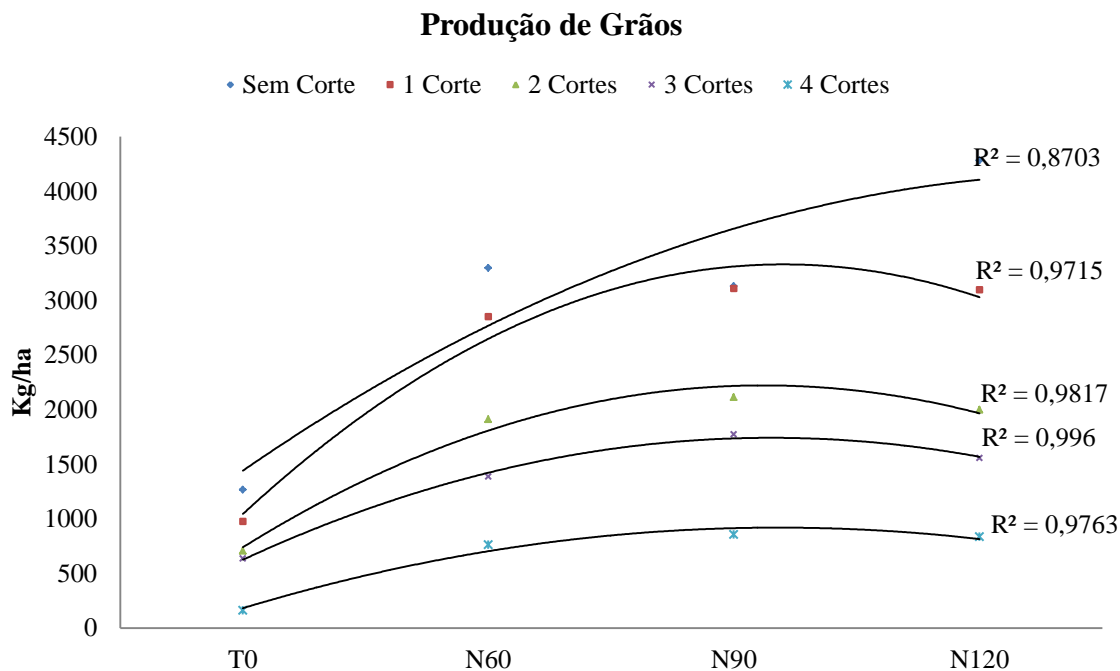
* F.V – Fonte de variação; G.L – Grau de liberdade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade no teste F; ^{ns} – Não significativo.

A cultura do trigo frequentemente apresenta respostas a níveis elevados de adubação nitrogenada. CAMARGO et al. (1988), obtiveram correlações positivas entre doses de 0, 60, 120 kg ha⁻¹ na produtividade de grãos. Além disso, as respostas à produção de grãos e outras características agrônômicas diferem entre cultivares trigo em função da adubação nitrogenada (FREITAS et al. 1994).

TEIXEIRA FILHO et al. (2007), estudando a resposta cultivares de trigo irrigados por aspersão na região do cerrado a diferentes doses de N (0, 30, 60, 90 e 120 Kg.ha⁻¹), aplicados na forma de uréia em cobertura, verificaram que as doses de N influenciaram significativamente e de forma quadrática a produtividade de grãos.

A **Figura 2.2** mostra a curva de produção de grãos, onde pode ser observado que o trigo Frontana submetido a doses mais elevadas de adubação nitrogenada apresentou maiores produções de grãos; o nível crítico de adubação nitrogenada, para produção de grão, em todos os cortes foi 90 Kg de N/ha, já para o tratamento sem cortes, o nível crítico foi de 120 Kg de N/ha.

Figura 2. 2 Curva de produção de grãos de cada corte do genótipo de trigo Frontana usado para Duplo Propósito em função das doses de nitrogênio.



No ano de 2009, experimento conduzido no mesmo local, mostrou produtividade e biomassa bem mais favoráveis que o ano de 2010 que foi atipicamente quente.

3.6. RENDIMENTO ECONÔMICO DO TRIGO DE DUPLO PROPÓSITO

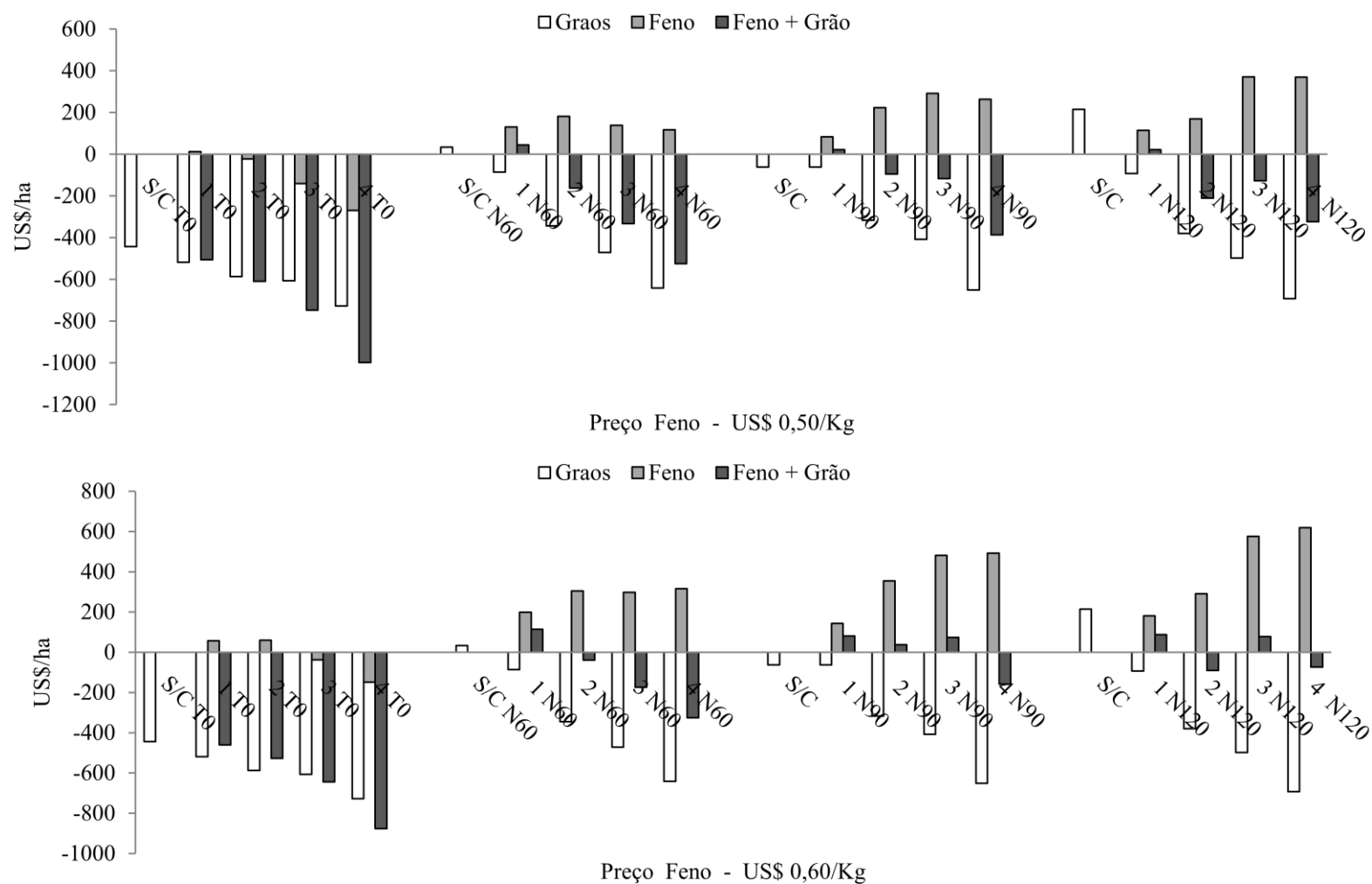
A **Figura 2.3** mostra o retorno econômico do genótipo Frontana selecionado para Trigo de Duplo Propósito no ano de 2010. Na análise econômica foi constatado que os custos gerados para a produção grãos e de feno foram muito elevados, isso ocorreu por que as condições climáticas desfavoráveis reduziu a produção de biomassa e de grãos nesse genótipo, fazendo com que o sistema de Trigo de Duplo Propósito se tronasse relativamente instável.

O tratamento sem adubação nitrogenada apresentou perdas de biomassa e de grãos, sugerindo que embora os custos com esta prática de adubação sejam elevados, a sua supressão pode levar a perdas ainda maiores. Nos tratamentos em que se realizaram adubação nitrogenada o maior rendimento da produção deu-se no manejo sem corte (produção exclusiva de grãos) e com a aplicação de 120 Kg de N/ha (US\$ 214,00/ha). Essa receita não foi superada por nem um outro manejo executado, independentemente do preço pago ao feno.

Com aplicação de 60 Kg de N/ha, o primeiro corte apresentou rendimentos de US\$ 44,00/ha (com o feno pago a US\$ 50,00/kg) e de US\$ 114,00/ha (com o feno pago a US\$ 60,00/kg) em quanto o tratamento sem corte apresentou valores de US\$ 33,00/ha. Já a aplicação de 90 Kg de N/ha, no primeiro corte forneceu rendimentos de US\$ 21,00/ha (com o feno pago a US\$ 50,00/kg) e de US\$ 82,00/ha (com o feno pago a US\$ 60,00/kg) em quanto o tratamento sem corte apresentou saldo negativo (US\$ - 63,00/ha).

Esse estudo só revela o caráter dinâmico do sistema integrado com Trigo de Duplo Propósito, mostra também que o processo de fenação demanda menores custos, por essa razão, a produção de feno nesse sistema, é um dos primeiros a responder a melhores ofertas de preços, maximizando os ganhos. Como os preços dos grãos e sementes de trigo, feno, leite, carne e lã podem variar, um bom monitoramento pode fazer com que o produtor decida pela ênfase ao grão ou forragem, dispondo, assim, de mais ferramentas para minimizar a erraticidade do mercado.

Figura 2. 3 Rendimento médio em US\$/ha de biomassa acumulada (feno com 15% de umidade) e grão no genótipo de trigo Frontana utilizado para cultivo em Duplo Propósito e submetido a diferentes doses de nitrogênio no Distrito Federal em 2010.



* Obs.: Cotação média do dólar comercial = R\$ 1,76; Preço médio do trigo = US\$ 0,26/Kg; Preços pagos ao feno do Trigo e Alfafa = US\$ 0,50/Kg; Preços pagos ao feno do Capim Tanzânia e Capim Marandú = US\$ 0,30/Kg; Custo Total com o processo de Fenação em cada corte = US\$ 220,00/ha.

O clima atípico (com temperaturas elevadas) de 2010 contribuiu para que o trigo como planta C₃ reduzisse muito os seus ganhos, o que não ocorreu em anos anteriores.

Em 2008, não ocorreram anormalidades climáticas, e um experimento conduzido no mesmo local, a produtividade de grãos e de biomassa, apresentaram valores mais elevados, o que culminou em rendimentos econômicos mais favoráveis, o trigo Frontana chegou a produzir 3600 Kg.ha⁻¹ de biomassa e 3600 Kg. ha⁻¹ de trigo com um corte realizado aos 50 dias, o tratamento sem corte produziu 4000 Kg.ha⁻¹, enquanto as forrageiras Brachiária (Piatã), o Pannicum (Vencedor) e a alfafa não se desenvolveram por causa do frio (MORAES et al., 2009). Admitindo que os custos e preços do trigo em 2008 fossem os mesmos aqui adotados, e que o valor pago ao feno produzido fosse US\$ 0,50/kg. A produção exclusiva de grãos teria um valor líquido de US\$ 297,38/ha, enquanto que no sistema de Duplo Propósito o valor líquido da produção de grãos (US\$ 193,38/ha) + feno (US\$ 1580,00/ha) seria de US\$ 1773,38/ha, um lucro mais de 5 vezes maior.

4. CONCLUSÕES

1 A cultivar de trigo Frontana apresentou valor nutritivo dentro dos padrões exigidos para uma boa forrageira, ou seja, os percentuais de FDN, FDA ficaram abaixo 60 e 40%, respectivamente, e os percentuais de DIV acima de 55%, independentemente de ser realizada adubação nitrogenada.

2 Os percentuais de FDN e DIV, não foram afetados pela adubação nitrogenada, mas intensificação dos cortes afetou negativamente as suas concentrações.

3 Os valores de FDA foram influenciados pela adubação nitrogenada, sendo menores na dose de 120 Kg de N/ha, e não foram afetados pelo aumento da intensidade de cortes.

4 O sistema de Duplo Propósito com o trigo Frontana apresentou maior rentabilidade econômica, em comparação como o tratamento sem corte, com a execução de apenas um corte e a aplicação de 60 ou de 90 Kg de N/ha. Já com o fornecimento de 120 Kg de N/ha, a maior rentabilidade foi para a produção exclusiva de grãos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, MAURICIO S. de. **Produção de bovinos em pastagem irrigada**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000, p. 23.
- BRISKE, D.D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. (Ed.). **Grazing management: an ecological perspective**. Portland: Timber Press, 2. ed. 1991, p. 85-108.
- BRITO, C.J.F.A.; ALQUINI, Y.; RODELLA, R.A.; DESCHAMPS, C.. Alterações histológicas de três ecótipos de capim-elefante (*Penisetum purpureum*) após digestão *in vitro* In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34. Juiz de Fora, *Anais...* MG, p.12-14, 1997.
- CAMARGO, C. E. O.; FELÍCIO, J. C.; PETTINELLI JUNIOR, A.; ROCCHA JUNIOR, L. **S. Adubação nitrogenada em cultura do trigo irrigada por aspersão no Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1988. 62p. (Boletim científico, 15).
- CECATO, U., FAVORETTO, V. & MALHEIROS, E. B. Influência da frequência de corte, de níveis e formas de aplicação de nitrogênio sobre a composição bromatológica do capim araúna (*P. maximum* jacq cv, aruana). **Revista Unimar**, Maringá, v. especial, n.16, p.203-216, 1994.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, Quarto levantamento**. Brasília. Janeiro 2011. p.41.
- BLASER, R.E. Symposium on forage utilization: effects of fertility levels and stage of maturity on forage nutritive value. **Journal of Animal Science**, Albany, v.23, p.246-253, 1964.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, Quarto levantamento**. Brasília. Janeiro 2011. p.41.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Insumos agropecuários**, 2009. Disponível em: <http://consultaweb.conab.gov.br/consultas/consultaInsumo.do?method=acaoCarregarConsulta>>Acesso em 29/01/2011.

CORSI, M.; GOULART, R. C. D.; ANDREUCCI, M. P. **Nitrogênio e enxofre em pastagens**. SIMPÓSIO SOBRE NITROGÊNIO E ENXOFRE NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2007, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: IPNI Brasil, 2007. 722 p.

CREGAN, P. B., BERKUM, P. Genetics of nitrogen metabolism and physiological/biochemical selection for increased grain crop productivity. **Theoretical and Applied Genetics**, Heidelberg, v. 67, p. 97-111, 1984.

DEL DUCA, L. J. A.; MOLIN, R.; SANDINI, I. **Experimentação de genótipos de trigo para duplo propósito na Paraná, em 1999**. Passo Fundo-Embrapa Trigo - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 6, 2000, 18 p.

FINANCEONE. **Cotações do Dólar em 2010**. Disponível em: <http://www.financeone.com.br/moedas/cotacoes-do-dolar>. Acesso em 14/10/2010.

FONTANELI, et al. Valor Nutritivo de Cereais de Inverno de Duplo Propósito. in: FONTANELI, ROBERTO SANTOS; SANTOS, HENRRIQUE PEREIRA dos; FONTANELI, RENATO SERENA. **Forrageiras para integração Lavoura-Pecuária floresta na região Sul-brasileira**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 340, 2009.

FONTANELI, Roberto Serena; DURR, João Walter; FONTANELI, Renato Serena; SANTOS, Henrique. Pereira dos; In: Valor nutritivo sereis de inverno de duplo propósito. FONTANELI, Roberto Serena; SANTOS, Henrique. Pereira dos. **Cereais de inverno de duplo propósito para a integração Lavoura-Pecuária no sul do Brasil**. 1. ed. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2006. p. 104.

FRANK, A. B.; BAUER, A. Temperature, nitrogen, and carbon dioxide effects on spring wheat development and spike numbers. **Crop Science**, Madison, v. 36, n. 3, p. 659-665, 1996.

HARPER, J.E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K.J., BENNETT. J.M., SINCLAIR, T.R. **Physiology and determination of crop yield**. Madison : ASA/CSSA/SSSA, 1994.Chapt.11A. p.285-302.SANGOI, L. et al. Características agronômicas de cultivares de trigo em resposta a época da adubação nitrogenada de cobertura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1564-1570, 2007.

HASTENPFLUG, M. **Desempenho de cultivares de Trigo de Duplo Propósito sob doses de adubação nitrogenada e regimes de corte.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, 2009. 68 p.

LITTELL, R.C., MILLIKEN, G.A., STROUP, W.W. **SAS system for mixed models.** Cary, NC: SAS Institute Inc. 633p, 1996.

MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS: pesquisas para o desenvolvimento sustentável, 1995, Brasília, DF. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p. 28-62.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition.** St. Lucia: Academic Press, 1990, 483p.

OURRY, A.; KIM, T. H.; BOUCAUD, J. Nitrogen reserve mobilization during regrowth of Medicago sativa L. Relationships between availability and regrowth yield. **Plant Physiology**, Stanford, v. 105, p. 831-837, 1994.

PIMENTEL, CARLOS. **Metabolismo de carbono na agricultura tropical.** Rio de Janeiro, Seropédica: Edur, 1998. p.158.

PRADO, R.M. **Manual de Nutrição de Plantas Forrageiras.** FUNEP, 2008. p. 500.

RESENDE, HUMBERTO. **Produção de feno de gramíneas.** Embrapa Gado de Leite. Disponível em: <[HTTP://cnpgc.embrapa.br/publicações/divulga/GCD39.html](http://cnpgc.embrapa.br/publicações/divulga/GCD39.html)>. Acesso em: 20 Set. 2006.

SAEB – secretaria de estado de agricultura e abastecimento. Pesquisa de Preços Pagos pelos produtores, 2011. Disponível em:<www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/deral/ppp.xls> Acesso em 17/06/2011.

SANTOS, HENRIQUE PEREIRA dos, FONTANELI, RENATO SERENA. **Cereais de inverno de duplo propósito para a integração Lavoura-Pecuária no sul do Brasil.** 1. ed. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2006. p. 104.

SAS Institute. User's Guide. versão 9.1.3, versão para Windows. Cary, NC, USA, - 2008.

SINCLAIR, T. R. & HORIE, T. 1989. Crop physiology & metabolism. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop radiation use efficiency: A Review. *Crop Science*, 29: 90-98.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ALVAREZ, R. C. F.; FREITAS, J. G.; ARF, O.; SÁ, M. E. Resposta de cultivares de trigo irrigado por aspersão ao nitrogênio em cobertura na região do Cerrado. **Acta Scientiarum-Agronomy**, Maringá, v.29, n.3, p.421-425, 2007. FREITAS, J. G.; CAMARGO, C. E. O.; PEREIRA FILHO, A. W. P. Produtividade e resposta de genótipos de trigo ao nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v.53, n.2, p.281-290, 1994.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal Dairy Science.*, Champaign, v.74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Corvallis: New York: Cornell University Press., 1994, p. 476.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Corvallis: O & B Books, 1982.

VOLENEC, J.J.; OURRY, A. & JOERN, B.C. A Role for Nitrogen Reserves in Forage Regrowth and Stress Tolerance. *Physiol. Plantarum*, 97:185-193, 1996.

WILSON, J.R. **Influence of temperature and nitrogen on growth, photosynthesis and accumulation of non – structural carbohydrates in a tropical grass, *Panicum maximum* var. *trichoglume***. *Neth. J. Agric. Sci.*, Wageningen, v. 23, n. 2, p. 48-61, 1975.

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**, Santa Maria, v. 32, n. 1, 2002.

**CAPÍTULO III – EFEITOS DO SISTEMA DE TRIGO DE DUPLO
PROPÓSITO NOS ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO NO DISTRITO
FEDERAL**

RESUMO

O Trigo de Duplo Propósito (TDP) é um sistema de cultivo em que se utiliza cultivares para a produção de grãos e para a produção de forragem destinada ao consumo animal, proporcionando ao tricultor um adicional a sua renda. O trigo é uma planta que pode exercer grande influência no solo rizosférico. A rizosfera é a região em que ocorrem as maiores taxas de mineralização da matéria orgânica do solo e a que mais contribui para a reciclagem dos nutrientes nesse ambiente devido maior interação entre microrganismos e plantas. O objetivo desse trabalho foi avaliar a interferência do sistema de TDP nos atributos microbiológicos do solo, quantificar a produção de grãos e da forragem, além de analisar o rendimento econômico gerado nesse sistema de cultivo na região do Distrito Federal. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas tendo seis blocos, seis parcelas (espécies utilizadas) e cinco subparcelas (cortes: variando de 0 a 2). A espécie Frontana foi a que proporcionou os maiores teores de carbono orgânico total (COT), N_{Total} , e da biomassa microbiana (BMS-N). Os maiores valores na relação $BMS-N/N_{Total}$ foram observados no trigo Frontana e BRS 264. As espécies estudadas não afetaram significativamente o qCO_2 do solo. O efeito isolado dos cortes não promoveram alterações significativas nas variáveis microbiológicas do solo do solo estudadas, o reflete positivamente na sustentabilidade do sistema. O corte estabelecido nas cultivares Frontana e Aliança provocou redução da RB do solo, assim como os teores de BMS-C no trigo Aliança, enquanto que no trigo BH 1146, essa variável teve aumento. O corte também provocou aumento nos percentuais de $qMIC$, no trigo Frontana. Nas demais cultivares o efeito da interação (espécie x corte) não foi significativo. Em todas as cultivares estudadas o rendimento econômico foi mais elevado no TDP que na produção exclusiva de grãos. O trigo Frontana foi a cultivar que teve maior produção de biomassa e o maior retorno econômico.

Palavra chave: Trigo de Duplo Propósito, integração Lavoura-Pecuária, atributos microbiológicos do solo, cerrado.

ABSTRACT

EFFECT OF DUAL PURPOSE WHEAT SYSTEM ON SOIL MICROBIOLOGICAL ATTRIBUTES IN DISTRITO FEDERAL

Dual purpose wheat (DPW) is a cultivation system which cultivars are utilized for grain and forage production for animal consumption leading to an additional income to the farmer. Wheat is a plant which exerts high influence on rhizospheric soil. The rizosphere is the soil region with the higher organic matter mineralization rate and this is the region which more contributes to the nutrient cycling due to the high plant microorganisms interactions. The aim of this work was to evaluate the influence of dual purpose wheat system on soil microbiological attributes, to quantify grain yield and forrage and analise economical income generated for this system at Distrito Federal. The aim of this work was to evaluate the effect of DPW system on soil microbiological attributes, quantify grain and forrage production and also analise economical yield of this system in Distrito Federal region. The experimental design was randomized blocks with split plot. The treatments were six plant cultivars and five subplots (cuts from 0 to 2). Frontana was the wheat cultivar with higher carbon organic total content (TOC), total N and nitrogen microbial biomass (NMB). Frontana and BRS 264 wheat cultivars showed higher ratio NMB /total N. The species studied did to affect significantly soil qCO_2 . The isolated effects of cuts did not promote significant alterations on soil microbiological attributes, which reflect on the sustainable of this system production. Cut on cultivars Frontana and Aliança promoted decrease on soil basal respiration (BR) and on Aliança cultivar NMB, while on BH1146 NBM had increased Cuts also promoted an increase on microbial quotient. On the others cultivars interaction plant cultivar X cut was not statistically significant. In all studied cultivars economical yield was higher on DPW than exclusive grain yield The higher biomass production and economical yield were obtained on Frontana cultivar,

Key words: Dual purpose wheat, integrated crop-livestock systems, soil microbiological attributes, Cerrado.

1. INTRODUÇÃO

O Trigo de Duplo Propósito (TDP) surgiu como uma das modalidades tecnológicas da integração Lavoura-Pecuária em que se utilizam cultivares, tanto para a produção de grãos, visando a alimentação humana; quanto para a produção de forragem objetivando a alimentação animal (SANTOS & FONTANELI, 2006). A utilização deste sistema na região do Cerrado Central pode aumentar rentabilidade da produção desse cereal e restabelecer sua competitividade com outras culturas, como o milho, feijão e hortaliças, tendo em vista que permite uma maior exploração do potencial vegetal, além de proporcionar uma maior flexibilidade ao sistema produtivo, permitindo ao produtor o gerenciamento da produção em função do produto mais rentável (forragem ou grão). Além disso, o emprego do TDP nessa região pode ser uma solução para produção de forragem durante as estações frias, período em que a maioria das forrageiras tropicais sofre efeito da estacionalidade (ANDRADE, 2000).

No entanto, sistemas em que a atividade antrópica é intensificada, com o TDP, podem exercer influencia negativa no comportamento dos microrganismos do solo afetando a qualidade deste, e conseqüentemente a sustentabilidade do agroecossistema. Segundo KAISER et al. (1995), os ecossistemas naturais apresentam uma integração harmônica entre a cobertura vegetal e os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, devido à ciclagem de nutrientes, acumulação e decomposição da matéria orgânica. Entretanto, as atividades agrícolas promovem alterações e provocam, na maioria das vezes, impacto ambiental negativo nesses atributos. Por essa razão, a agricultura moderna vem se desenvolvendo de forma a permitir uma exploração mais racional e com menor impacto no uso do solo, mantendo a qualidade deste. A qualidade do solo é definida como a capacidade do solo sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade do meio ambiente e promover a saúde das plantas e dos animais (DORAN & PARKIN, 1994).

A produtividade biológica pode ser quantificada através biomassa microbiana do solo (BMS) que representa 1-3% do carbono orgânico total (COT); os microrganismos atuam como agentes decompositores e como reserva de carbono e nutrientes e, no fluxo de energia do solo (SILVA et al, 2007). Esses agentes microbianos são predominantes nas

regiões adjacentes às raízes, ou seja, na rizosfera, havendo um decréscimo, qualitativo e quantitativo, em sua população em frações não rizosféricas do solo (MARSCHNER, 1995).

As plantas, através da liberação de exsudados e secreções, alteram o ambiente rizosférico promovendo o crescimento, de bactérias e fungos que colonizam este ambiente (GRIFFITHS et al., 1999). Por sua vez, esses microrganismos, afetam a rizogênese, a morfologia e estrutura das raízes alterando a sua permeabilidade e metabolismo; promovendo o estímulo ou inibição de determinados exsudados, o que altera a população de microrganismos nesse ambiente; como consequência esta interação acaba influenciando na disponibilidade de nutrientes às plantas (CARDOSO, 2007).

A cultura do trigo apresenta dois tipos de sistemas radiculares, as raízes seminais (ou embrionárias) e as adventícias, estas últimas podem chegar até 2 m de profundidade; seu crescimento poder ser superior ao da parte aérea e em condições de baixas temperaturas, podem manter-se parcialmente ativas, mesmo sob estresse hídrico, ou deficiência de nitrogênio (CASTRO, 1999). As raízes do trigo possuem forte interação com a microbiota do solo, pela rizodeposição (CHENG et al., 1993) e pela liberação de sinais químicos que atuam como indutores da germinação dos esporos ou da elongação das hifas fúngicas (CARDOSO, 2007), no caso das relações simbióticas com os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs).

No cultivo do TDP os cortes ou pastejos, como ocorre em todas as forrageiras submetida a essa prática, induzem a uma resposta fisiológica, oriunda da redução no suprimento de carbono para a planta, devido à perda de parte dos tecidos fotossintetizantes; e uma resposta morfológica, que resulta em modificações na alocação do carbono entre os diferentes órgãos de crescimento da planta como, folhas, perfilhos e raízes (LAMAIRE, 1997). Assim, o trigo utilizado para Duplo Propósito ao ser submetido ao pastejo (ou ao corte) pode ter sua fisiologia modificada provocando alterações no metabolismo de suas raízes afetando indiretamente a microbiota na região rizosférica do solo.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a interferência do sistema de TDP nos atributos microbiológicos do solo, quantificar a produção de grãos e da forragem, além de analisar o rendimento econômico gerado nesse sistema de cultivo na região do Distrito Federal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. CARACTERIZAÇÃO EDAFO-CLIMÁTICA

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Cerrados (CPAC), localizada nas coordenadas geográficas de 15° 35' 30'' S e 47° 42' 00'' W, com 1175 m de altitude.

Segundo a classificação de Köppen, o clima do Distrito Federal é tropical, concentrando-se no verão as precipitações. O período chuvoso corresponde aos meses de novembro a janeiro, e o período seco ocorre no inverno, especialmente nos meses de junho a agosto (**Tabela 3.1**).

Tabela 3.1 Série histórica das precipitações, temperaturas máximas e mínimas, e da radiação solar de 1974 a 2010 e dos anos de condução do experimento (2009 e 2010).

Série Histórica												
Mês	Precipitações Médias (mm)			Temperaturas Médias Máximas (°C)			Temperaturas Médias Mínimas (°C)			Radiação Solar Média (cal.cm ⁻² .dia ⁻¹)		
	2009	2010	1974/ 10	2009	2010	1974/ 10	2009	2010	1974/ 10	2009	2010	1974/ 10
Jan	149	113	240	28	29	27	18	18	18	471	460	411
Fev	135	122	187	29	29	28	18	18	18	470	477	425
Mar	64	271	207	29	28	28	18	18	18	478	429	400
Abr	220	68	95	27	28	28	17	17	17	377	428	392
Mai	162	101	202	26	29	27	15	15	15	390	416	385
Jun	4	0	4	26	28	26	13	14	14	413	413	376
Jul	0	0	5	28	26	27	13	14	13	450	392	392
Ago	52	9	16	28	28	28	15	14	15	450	461	430
Set	65	33	40	30	31	30	18	16	17	458	479	428
Out	104	77	91	28	30	29	18	18	18	432	408	420
Nov	113	176	182	29	27	28	18	17	18	465	363	391
Dez	157	178	223	27	27	27	18	18	18	336	403	391
Méd	1226	1361	1497	28	28	28	16	16	16	433	428	403

* Dados fornecidos pela Estação Principal da EMBRAPA/CPAC. A elevada temperatura do mês de maio (29 °C) de 2010 ocorreu apenas uma vez no período de 37 anos ($P_{\text{maio}} = 1/37$), enquanto que as do mês de junho (28 °C) ocorreram apenas quatro vezes em 37 anos ($P_{\text{junho}} = 4/37$).

2.2. HISTÓRICO E DIMENSIONAMENTO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em sistema de plantio convencional, sem revolvimento do solo, retirando-se a cobertura morta antes da instalação do mesmo. Foram feitas aplicações de herbicidas (Glifosato) para controle de ervas daninhas, principalmente o “picão preto”, *Bidens subalternans* e “capim colchão” *Digitaria horizontalis*, e

posteriormente foi realizada a roçagem e a eliminação da cobertura morta, para que se pudesse proceder ao sulcamento da área.

A área experimental possuía 372 m² (31 m x 12 m). Foram realizadas 4 as linhas de cultivo foram espaçadas em 20 cm em cada parcela, esta possuía as dimensões de 5 x 0,8 m, enquanto as subparcelas possuíam as dimensões de 1,00 x 0,80 m.

Após a demarcação da área, em 17 de abril 2009, foi realizada a semeadura manual das cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L) com 550 sementes por metro quadrado (peso de 1000 sementes em torno de 35 g); as espécies forrageiras Capim Marandú (*Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*) e Alfafa (*Medicago sativa* L.) foram semeadas utilizando-se, respectivamente 6 e 5 g de sementes por metro quadrado. As sementes trigo e das outras forrageiras apresentaram germinação, superior a 90%.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com seis blocos (repetições) e seis parcelas por bloco. As parcelas eram constituídas de quatro cultivares de trigo (Aliança, BH 1146, BRS 264, Frontana) e duas forrageiras (Capim Marandú e Alfafa).

Os genótipos foram submetidos a três tratamentos (sem corte, com um corte e dois cortes) nas subparcelas e os cortes foram realizados de acordo com desenvolvimento fisiológico de cada cultivar (no final do perfilhamento), mas obedecendo a altura máxima de 10 cm, no intuito simular o pastejo direto realizado pelos animais.

2.3 PREPARO DO SOLO

A adubação em fundação foi realizada utilizando-se o fertilizante 03-30-10 na dosagem de 400 Kg.ha⁻¹, já adubação nitrogenada (em cobertura) foi realizada com 50 Kg.ha⁻¹ de N na forma de uréia (CO(NH₂)₂), sendo que as parcelas nas quais não foram realizados cortes e nas que receberam apenas um corte, foi realizada uma única aplicação de N; as outras aplicações foram parceladas e realizadas após cada corte, seguidas de posterior irrigação.

O solo da área experimental classificado como Latossolo Vermelho distroférico de apresentava as seguintes características químicas na camada de 0 a 20 cm: pH – (H₂O – 1:2,5) = 5,63; Al trocável – extrator KCl 1 mol L⁻¹ (cmolc dm⁻³) = 0,16; Ca + Mg (cmolc

dm^{-3}) = 3,51; P – Extrator Mehlich (cmolc dm^{-3}) = 0,18; K – Extrator Mehlich (cmolc dm^{-3}) = 0,20; Matéria orgânica = 20,0 g dm^{-3} ; V(%) = 45,32; m(%) = 4,13; Soma de bases (cmolc dm^{-3}) = 3,73; $\text{CTC}_{\text{efetiva}}$ (cmolc dm^{-3}) = 3,87 e $\text{CTC}_{(\text{pH } 7,0)}$ (cmolc dm^{-3}) = 8,23.

2.4. IRRIGAÇÃO

O sistema de irrigação adotado foi o de aspersão sobre copa, a lâmina aplicada foi fornecida pelo Software de monitoramento de irrigação da EMBRAPA/CPAC para a cultura do trigo, as irrigações foram realizadas duas vezes por semana e a lâmina média mensal foi de 64 mm e durante todo o ciclo da cultura do trigo foram aplicados 209 mm.

2.5. ESTABELECIMENTO DOS CORTES

Os cortes foram baseados no desenvolvimento fisiológico de cada cultivar de trigo, sendo efetuado acima do segundo nó basal da planta, numa altura de 10 cm do solo, e realizado de modo a manter a integridade do primórdio floral (futura espiga). O corte das forrageiras tropicais seguiu o padrão de desenvolvimento de cada espécie e a altura de corte de 10 cm.

A biomassa vegetal coletada foi depositada em sacos de papel, em que se procederam às identificações, da cultivar, épocas e número de cortes para cada amostra. Em seguida, o material colhido foi envidado para a estufa da EMBRAPA – CPAC e seco a uma temperatura de 60 °C por sete dias, após esse prazo foram realizadas as pesagens da matéria seca, numeração laboratorial das amostras e ensacamento.

2.6. COLHEITA DO TRIGO

Os grãos foram colocados em sacos de papel em seguida, foram trilhados, limpos e pesados. Posteriormente, o material foi conduzido para a câmara fria da EMBRAPA – CPAC, onde permaneceu armazenado a 5 °C, até o momento das análises.

2.7. ANÁLISES DE CUSTOS DE PRODUÇÃO

Os custos fixos e variáveis gerados na condução do experimento, assim com o teor médio 15% de umidade para produção de feno, foram adaptados de RESENDE (2005), os dados de produtos insumos e recursos para a produção foram atualizados segundo a SAEB

(2011) e a cotação anual do dólar comercial¹⁹, em 2009, foi de R\$ 1,96. O custo total médio com a produção de grãos foi de US\$ 742,62 ha⁻¹ e com a fenação foi de US\$ 220,00 ha⁻¹.corte⁻¹.

O preço médio pago ao grão de trigo na safra 2009/10 no Goiás e Distrito Federal foi de R\$ 31,45/saca de 60 kg (CONAB, 2010), ou seja, aproximadamente R\$ 0,52/Kg de grão (US\$ 0,26/Kg). Os preços estimados para o feno do Capim Marandú foi de US\$ 0,30/Kg e para o Trigo e a Alfafa foram adotados dois valores 0,50 e US\$ 0,60/Kg. Foi admitido que o feno da alfafa e do trigo podem alcançar os mesmos patamares de preços, já que, segundo HASTENPFLUG (2009), suas forragens possuem teores semelhantes de digestibilidade e proteína bruta.

A partir destes valores e estimativas, foi feita a análise econômica do potencial de rendimento do Trigo de Duplo Propósito, em comparação com a produtividade exclusiva de grãos.

2.8. METODOLOGIAS DAS ANÁLISES DO SOLO

2.8.1. Coleta do Solo

A coleta do solo foi realizada 26 dias após o último de corte, (13/07/2009), através de gradagem manual, sendo coletadas 5 amostras simples em cada subparcela, formando uma amostra composta, na profundidade de 0-20 cm, estas foram homogeneizadas, identificadas e colocadas em um saco plástico, e depositadas em um recipiente de isopor com gelo e, posteriormente foram transportadas para o Laboratório de Bioquímica do Solo da UnB e mantidas a 10 °C até o momento das análises.

As análises químicas microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Biologia do Solo da Universidade de Brasília (UnB), as amostras de solo foram novamente homogeneizadas, retirando-se restos de raízes ou resíduos vegetais com o auxílio de uma pinça, e peneiradas (em peneiras de 8 mm). Das amostras foram retiradas subamostras (10 g) para a determinação da umidade do solo (em estufa à 105°C por 24h). Posteriormente, procedeu-se a pesagem do solo, e correção da umidade para 88% da capacidade de campo (CC = 32% maioria dos latossolos) para a avaliação das análises microbiológicas do solo.

¹⁹ <http://www.financeone.com.br/moedas/cotacoes-do-dolar>. Cotações do Dólar em 2009. Disponível em: Acesso em 14/10/2010.

2.8.2. Carbono Orgânico Total

O carbono orgânico do solo foi calculado pelo método da oxidação via úmida, (WALKLEY-BLACK, 1934). Pesaram-se 0,5 g de terra fina seca ao ar (TFSA), passada em peneira 0,50 mm, e transferida para erlenmeyers de 500 ml, adicionando-se 10 ml da solução de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$ a 1 N) sob agitação. Em seguida adicionaram-se 20 ml de ácido sulfúrico e cada amostra foi mantida em repouso por trinta minutos. Após o repouso, adicionaram-se 200 ml de água destilada, 10 ml de ácido fosfórico (H_2PO_4) e 1 ml do indicador ferroína. Fez-se o mesmo procedimento com o branco (sem solo). Posteriormente, procedeu-se a titulação com sulfato ferroso amoniacal ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ a 0,5 N), até a viragem para a cor verde.

Calculou-se o teor de matéria orgânica da seguinte forma:

$$M.O_{total} (\%) = 10 \times (1-A/B) \times 1,34.$$

Onde: A = volume do sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da amostra e B = volume do sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação do branco.

Para a determinação do carbono orgânico do solo, o valor da matéria orgânica foi dividido por 1,724.

2.8.3. Nitrogênio Total

O nitrogênio total foi determinado de acordo com o método de BREMNER & MULVANEY (1982). Pesaram-se 0,2 g de terra fina seca ao ar (TFSA), transferiram-se as amostras para tubos de ensaio, e adicionaram-se 0,8 g da mistura catalítica ($K_2SO_4 + CuSO_4 \cdot 5H_2O$), e mais 3 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado. Os tubos foram agitados e levados ao bloco digestor a 335 °C, por 45 minutos. Esperou-se que os tubos de ensaio resfriassem e adicionou-se 1 ml de água oxigenada para clarear a solução. Posteriormente, acrescentaram-se em cada tubo de ensaio 10 ml de água destilada. Essa mistura digerida e posteriormente, destilada em erlenmeyer contendo 10 ml de ácido bórico (H_3BO_3 a 2 %). O destilado foi titulado com H_2SO_4 a 0,003 N. O nitrogênio total foi calculado por meio de uma equação de regressão linear, baseada em concentrações variadas (0, 20, 40 e 60 mL) da solução de $(NH_4)_2SO_4$ (Sulfato de amônia) titulada com H_2SO_4 (ácido sulfúrico).

2.8.4. Respiração Basal

A respiração basal (RB) foi determinada segundo a metodologia de ALEF & NANNIPIERI (1995), sendo determinada a partir da quantidade de C-CO₂ liberado em amostras de solo. Pesaram-se 20 g de solo e foram colocados em frascos de 500 mL juntamente com outro frasco menor, contendo 10 ml de hidróxido de potássio (KOH a de 0,3 M), para captação do CO₂ respirado pela amostra. Também foram incubados três frascos sem solo (branco) com as mesmas proporções de KOH (supracitada). Os frascos de 500 mL foram hermeticamente fechados com filme plástico e tampa, os quais ficaram assim incubados por sete dias. Após esse período, acrescentaram-se 3 ml de cloreto de bário (BaCl₂ a 20%) aos frascos que continham o KOH 0,3 M. Esta solução foi transferida imediatamente para um erlenmeyer de 100 ml, em seguida foi adicionado quatro gotas de fenolftaleína. Em seguida foi feita a titulação com ácido clorídrico (HCl a 0,1N). O ponto de viragem da solução caracterizou-se pela mudança de uma cor rósea para um branco-leitoso.

2.8.5 Carbono da Biomassa Microbiana do Solo

O carbono da biomassa microbiana (C_{BMS}) foi avaliado pelo método da fumigação-extração (VANCE et al.,1987). A determinação de C da biomassa microbiana do solo foi realizada com base em três repetições analíticas (três fumigadas e três não fumigadas). Para cada amostra de solo coletada no campo foram pesadas 20 g, essas amostras foram colocadas em frascos de vidro, os quais foram hermeticamente fechados com filme plástico e tampa, ficando incubados por sete dias.

No sexto dia de incubação das amostras de solo foi realizadas a fumigação. As amostras fumigadas foram distribuídas em um dessecador que continha uma placa de pétri com 25 mL de clorofórmio, isento de etanol, para provocar a morte dos microrganismos e liberação dos componentes celulares (mediante lise celular). As amostras ficaram 24 horas no escuro, sob vácuo e foram transferidas para um frasco de boca larga. Às amostras de solo, fumigadas e não fumigadas, foram adicionadas 70 ml da solução do extrator sulfato de potássio (K₂SO₄ 0,5 mol L⁻¹), essa solução teve o seu pH previamente ajustado para a faixa de 6,5 a 6,8. Em seguida as amostra foram transferidas para um agitador circular horizontal onde permaneceram por 45 minutos a 45 rpm. Após a agitação, as amostras ficaram em

repouso por 30 minutos para a decantação do solo e, posteriormente o sobrenadante foi filtrado em papel de filtro. Os extratos juntamente com os brancos de K_2SO_4 (sem solo) foram congelados, para posterior análise de digestão.

Para a digestão do carbono, pipetaram-se 8 ml de cada extrato e dos brancos. As amostras foram colocadas em tubos de ensaio, adicionaram-se 2 ml de solução de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) a 0,066 M (ou a 0,4 N), e 15 ml da solução concentrada de ácido sulfúrico (H_2SO_4) e ácido fosfórico (H_3PO_4) na proporção 2:1. Posteriormente, os tubos de ensaio foram colocados em bloco digestor a 100 °C por trinta minutos. Depois que as amostras esfriaram transferiu-se o conteúdo de cada tubo de ensaio para uma proveta de vidro com capacidade para 50 ml, completou-se o volume com água destilada e transferiu-se todo o conteúdo para erlenmeyers de 125 ml. Adicionaram-se 4 gotas de indicador ferroína e procedeu-se a titulação com solução padronizada de sulfato ferroso amoniacal hexahidratado ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$). Nesse procedimento a solução passou de uma coloração amarelo-esverdeada a vermelho-tijolo, no ponto de virada.

O carbono da biomassa microbiana do solo foi determinado pela diferença entre o carbono extraído das amostras fumigadas e o das amostras não fumigadas. Calculou-se pela diferença com o branco, assumindo-se que 1 ml de $K_2Cr_2O_7$ 0,4 N, equivale a 1200 μg carbono. Os cálculos foram os seguintes:

$$CMB = (C_F - C_{NF}) / K_{ec}.$$

Onde: C_F e C_{NF} representam o C total do CO_2 liberado das subamostras fumigadas e não fumigadas respectivamente.

K_{ec} : (0,38) é uma constante, que representa a fração do carbono da biomassa microbiana extraída após a fumigação (WARDLE, 1994).

2.8.6 Nitrogênio da Biomassa Microbiana do Solo

Os valores de nitrogênio da biomassa microbiana foram calculados pelo método de fumigação e extração (BROOKES et al., 1985). Para tanto as amostras foram divididas em subamostras (triplicatas) de 20g de solo; parte das amostras foi submetida ao processo de fumigação seguida de extração e a outra parte, apenas ao processo de extração. As amostras foram fumigadas com clorofórmio isento de etanol por 24 horas, sendo posteriormente

retiradas e extraídas, juntamente com as amostras não fumigadas. As amostras foram extraídas com 70 mL de sulfato de potássio (K_2SO_4 a 0,5M) com pH ajustado entre 6,5 a 6,8 em agitador contínuo a uma velocidade de 150 rpm por 40 minutos, sendo então filtradas. Posteriormente, retiraram-se alíquotas de 20 mL que foram transferidas para tubos de vidro com 1 g de mistura catalítica (K_2SO_4 : $CuSO_4$: Selênio em pó, na relação 1: 0,1: 0,01) e 3 mL de H_2SO_4 concentrado. Em seguida, fez-se a digestão a $80^\circ C$ por uma noite, $150^\circ C$ por 1h e 30 min e $300^\circ C$ durante 3 horas. A destilação foi feita com 20 mL de NaOH 400 g L^{-1} e o destilado foi recolhido em erlenmeyer de 50 mL contendo 10 mL de H_3BO_3 20 g L^{-1} juntamente com 15 mL de verde de bromocresol e 6 mL de vermelho de metila a 0,1% em meio alcoólico e algumas gotas de NaOH 0,1N. Procedeu-se então a titulação com H_2SO_4 0,0025 N.

O nitrogênio da biomassa microbiana foi calculado pela seguinte fórmula:

$$NBM\text{ (mg kg}^{-1}\text{ solo)} = (N_F - N_{NF}) / K_n.$$

Onde: N_F e N_{NF} representam o N total liberado das subamostras fumigadas e não fumigadas respectivamente.

K_n : (0,54) é uma constante, expressa que 54% da fração do nitrogênio da biomassa microbiana foram recuperadas pelo extrator após o processo de fumigação extração (JENKINSON, 1988).

2.8.7. Quociente Metabólico (qCO_2), Quociente Microbiano ($qMIC$) e Relação $N_{BMS}:N_{total}$

O quociente metabólico (qCO_2) foi obtido pela divisão da Respiração Basal (RB) pelo Carbono da Biomassa Microbiana do solo BMS-C, no intuito de aferir a eficiência do uso de carbono pelos microrganismos do solo (CERRI et al., 1992); bem como o nível de estresse ambiental ocasionado pelo manejo fornecido ao agroecossistema (MONTEIRO & GAMA-RODRIGUES, 2004).

O índice obtido através do $qMIC$ (relação entre o $C_{BMS}:C_{org}$) foi calculado para avaliar a qualidade da matéria orgânica do solo fornecida pelo sistema de Trigo de Duplo Propósito, mediante a maior eficiência na conversão de carbono do solo em carbono microbiano, segundo (WARDLE, 1994).

A relação $N_{BMS}:N_{total}$ foi calculada com a finalidade de oferece uma estimativa da quantidade de nutriente, disponibilidade de substrato e a dinâmica da matéria orgânica no solo (SPARLING, 1992). Esta relação pode aferir a capacidade da microbiota do solo em imobilizar o nitrogênio disponível em sua biomassa, representando uma fração lábil desse nutriente para as plantas.

As relações $C_{BMS}:C_{org}$ e $N_{BMS}:N_{total}$ expressam a eficiência da biomassa microbiana em imobilizar carbono e nitrogênio, respectivamente, em função da qualidade nutricional da matéria orgânica.

2.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA

O modelo utilizado na análise dos dados foi modelo misto balanceado gerado pelo procedimento PROC MIXED (LITTELL et al., 1996):

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + C_j + (EC)_{ij} + B_k + (EB)_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

μ : Média das parcelas;

E_i : é o efeito da espécie no sistema;

C_j : é o efeito do Corte no sistema;

$(EC)_{ij}$: Efeitos da interação Espécies x Cortes no sistema;

B_k : é o efeito de bloco;

$(EB)_{ik}$: erro **a**, gerado pela observação das espécies nas parcelas;

ϵ_{ijk} : erro **b**, gerado pela observação de vários cortes nas subparcelas;

Onde: E_i , C_j e $(EC)_{ij}$ são efeitos fixos; B_k e $(EB)_{ik}$ são efeitos aleatórios; e ϵ_{ijk} é o erro aleatório.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias das espécies foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e as médias dos cortes foram comparadas pelo Teste t de Student ao nível de 5% de probabilidade. O teste t de Student é um teste liberal e, por tanto, não protege do ERRO TIPO I quando há muitas comparações de médias (pois o aumento do número de amostras causará aumento no nível de significância), mas pode ser usado quando essas comparações são em menor número. Nesse teste, uma pequena diferença na comparação entre duas médias pode produzir efeitos significativos, por essa razão, ele refletiu melhor a realidade dos efeitos do corte no sistema quando comparado ao teste de Tukey que, conquanto proteja do ERRO TIPO I (por ser um teste conservador), necessita de maiores diferenças na comparação entre duas médias para que possa produzir efeitos significativos. Por isso foram usados dois testes.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software SAS, versão 9.1 (SAS, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores do carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (N_{Total}), carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C), respiração basal (RB), nitrogênio da biomassa microbiana do solo (BMS-N), quociente metabólico (qCO_2), quociente microbiano (qMIC), relação $BMS-N/N_{Total}$, produção de biomassa acumulada (PBA) e a produção de grãos (PG) foram submetidos à análise de variância, onde constatou-se os efeitos significativos das Espécies nas variáveis COT, N_{Total} , RB, BMS-N e $BMS-N/N_{Total}$; dos cortes no BMS-C e qMIC e da interação nas variáveis RB, BMS-C, qMIC, PBA e PG (**Tabela 3.2**).

Tabela 3. 2 Valores do teste F para o Carbono Orgânico Total (COT), Nitrogênio Total (N_{Total}), Carbono da Biomassa Microbiana do Solo (BMS-C), Respiração Basal (RB), Nitrogênio da Biomassa Microbiana do Solo (BMS-N), Quociente Metabólico (qCO_2), Quociente Microbiano (qMIC), relação $BMS-N/N_{Total}$, Produção de Biomassa Acumulada (PBA) e Produção de Grãos (PG) relacionados ao efeito da Espécies, dos Cortes e da interação entre os mesmos.

F.V.	GL	COT	N_{Total}	RB	BMS-C	BMS-N	qCO_2	Qmic	$BMS-N/N_{Total}$	GL	PBM	GL	PG
Espécies	5	5,43*	9,65*	2,55*	1,15 ^{ns}	6,81*	0,74 ^{ns}	1,20 ^{ns}	3,97*	3	35,03*	3	32,8*
Cortes	2	1,19 ^{ns}	0,96 ^{ns}	2,36 ^{ns}	2,62*	0,80 ^{ns}	1,05 ^{ns}	5,80*	1,14 ^{ns}	1	3,16*	2	12,83*
Espécies x Cortes	4	0,16 ^{ns}	0,21 ^{ns}	2,90*	3,51*	1,43 ^{ns}	0,97 ^{ns}	2,45*	1,53 ^{ns}	1	11,38*	4	3,48*

F.V – Fonte de variação; G.L – Grau de liberdade; * significativo ao nível de 5% de probabilidade no teste F; ^{ns} – Não significativo.

3.1. CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT) E NITROGÊNIO TOTAL (N_{TOTAL})

As frações de Carbono Orgânico e Nitrogênio Total, embora estejam essencialmente relacionadas ao processo de decomposição/mineralização realizadas pelos microrganismos, têm um elevado tempo de ciclagem, ou seja, têm respostas lentas às práticas que afetem a Matéria Orgânica do Solo (MOS) (SILVA et al, 2007).

Essa pode ser uma das razões da ausência de diferença significativa entre os tratamentos que receberam cortes e os que não receberam, já que estes cortes foram realizados em espaços relativamente curtos de tempo (a cada trinta dias). Por outro lado, houve diferenças significativas na comparação de COT entre as espécies (**Tabela 3.3**), destacando-se a cultivar de trigo Frontana com 23,76 g de $C.Kg^{-1}$ de solo, não houve diferenças significativas entre os outros genótipos que apresentaram COT entre 17,40 e 18,42 g de $C.Kg^{-1}$ de solo; e entre o Capim Marandú e a Alfafa com, respectivamente, 20,23 e 18,66 g de $C.Kg^{-1}$ de solo.

Tabela 3. 3 Efeito do número de cortes, das espécies forrageiras e dos genótipos de Trigo de Duplo Propósito sobre o Carbono Orgânico Total (COT) do solo no Distrito Federal.

Espécies							
Cortes	Aliança	BH 1146	BRS 264	Frontana	Capim Marandú	Alfafa	Média (g de C Kg ⁻¹ de solo)
Sem Cortes	17,65	18,93	17,67	24,58	20,23	18,66	19,62 a
1 Corte	17,14	18,04	17,35	23,21	-	-	18,91 a
2 Cortes	-	18,31	-	23,50	-	-	20,91 a
Média (g de C Kg ⁻¹ de solo)	17,40 B	18,42 B	17,51 B	23,76 A	20,23 B	18,66 B	

* Médias seguidas de mesma letra maiúsculas, na linha inferior, não diferenciam significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula, na última coluna da direita não diferem entre si pelo Teste t de Student a 5 % de probabilidade.

A mesma tendência foi obtida na determinação do N_{Total} (**Tabela 3.4**); a cultivar Frontana apresentou N total de 1,34 g de N.Kg⁻¹ de solo e não diferenciou-se significativamente da Capim Marandú (1,35 g de N.Kg⁻¹ de solo) e da alfafa (1,29 g de N.Kg⁻¹ de solo), mas superou significativamente a cultivar BH 1146.

Tabela 3. 4 Efeito do número de cortes, das espécies forrageiras e dos genótipos de Trigo de Duplo Propósito sobre o Nitrogênio Total (N_{Total}) do solo no Distrito Federal.

Espécies							
Cortes	Aliança	BH 1146	BRS 264	Frontana	Capim Marandú	Alfafa	Média (g de N Kg ⁻¹ de solo)
Sem Cortes	1,17	1,13	1,16	1,34	1,35	1,29	1,24 a
1 Corte	1,15	1,09	1,15	1,31	-	-	1,18 a
2 Cortes	-	1,11	-	1,36	-	-	1,24 a
Média (g de N Kg ⁻¹ de solo)	1,16 BC	1,11 C	1,16 BC	1,34 AB	1,35 A	1,29 AB	

* Médias seguidas de mesma letra maiúsculas, na linha inferior, não diferenciam significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula, na última coluna da direita não diferem entre si pelo Teste t de Student a 5 % de probabilidade.

Esses dados sugerem que há influência da espécie vegetal no COT, no N_{Total} e, conseqüentemente, na sustentabilidade do sistema de Trigo de Duplo Propósito. Além disso, o fato da cultivar de trigo Frontana e a Capim Marandú terem apresentado os maiores resultados de COT, sugerem a boa capacidade dessas plantas em fixar de carbono atmosférico. Segundo CORAZZA et al. (1999), em áreas de Cerrado, sistemas conservacionistas, como as pastagens ou plantio direto, aumentam os teores de C orgânico e contribuem para o sequestro do C atmosférico, diferentemente dos sistemas convencionais.

A diferença nos valores de COT e N_{Total} pode esta relacionada ao desenvolvimento radicular do genótipo de trigo pois as raízes renovam-se constantemente podendo liberar mais carbono e nitrogênio para o solo.

3.2. RESPIRAÇÃO BASAL

A Respiração Basal (RB) está relacionada com atividade microbiológica do solo; é quantificada pela emissão de CO_2 resultante da atividade de microrganismos aeróbios ou anaeróbios (GAMA-RODRIGUES, 1999).

As cultivares de trigo e as forrageira não apresentaram diferença significativa, na Respiração Basal, quando comparadas em um mesmo corte (**Tabela 3.5**), sugerindo que a atividade microbiana não foi influenciada pelas diferentes espécies estudadas.

Tabela 3.5 Efeito do número de cortes, das espécies forrageiras e dos genótipos de Trigo de Duplo Propósito sobre a Respiração Basal (RB) do solo no Distrito Federal.

Forrageiras	RB (mg de $\text{CO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1}$ de solo seco.dia ⁻¹)		
	Sem Cortes	1 Corte	2 Cortes
Aliança	13,41 A ^a	8,82 A ^b	-
BH 1146	11,39 A ^a	11,71 A ^a	13,32 A ^a
BRS 264	9,36 A ^a	9,48 A ^a	-
Frontana	13,15 A ^a	8,81 A ^b	9,19 A ^b
Alfafa	13,15 A	-	-
Capim Marandú	13,02 A	-	-

* Médias seguidas de mesma letra maiúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste t de Student a 5 % de probabilidade.

Por outro lado, a cultivar Frontana apresentou redução significativa da RB na comparação do tratamento sem cortes (13,1 mg de $\text{CO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1}$ de solo dia⁻¹) com os tratamentos que receberam um (8,8 mg de $\text{CO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1}$ de solo dia⁻¹) e dois cortes (9,19 mg de $\text{CO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1}$ de solo dia⁻¹). O efeito do corte também afetou significativamente a cultivar Aliança, no tratamento, sem corte (13,4 mg de $\text{CO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1}$ de solo dia⁻¹) e com um corte (8,8 mg de $\text{CO}_2 \cdot \text{Kg}^{-1}$ de solo dia⁻¹). Esses resultados mostra que a atividade microbiana foi reduzida com a intensificação do número de cortes, entretanto, a RB isoladamente não é um bom indicador de sustentabilidade, esse atributo microbiológico deve ser avaliado em conjunto com os outros para que as conclusões possam ser melhor avaliadas.

3.3. CARBONO DA BIOMASSA MICROBIANA DO SOLO (BMS-C) E NITROGÊNIO DA BIOMASSA MICROBIANA DO SOLO (BMS-N)

A disponibilidade de nutrientes e a produtividade do agroecossistema dependem muito do tamanho e da atividade da Biomassa Microbiana do Solo (BMS), pois esta representa a fração lábil do carbono e do nitrogênio nesse ambiente (JENKINSON & LADD. 1981). O Carbono associado à Biomassa Microbiana do Solo representa um dos compartimentos da Matéria Orgânica do Solo com menor tempo de ciclagem, ou seja, a BMS-C responde rapidamente as práticas que afetem diretamente esse compartimento (SILVA et al, 2007).

De acordo com a **Tabela 3.6**, comparando-se os genótipos sem cada corte pode ser constatado que a cultivar Aliança, com um corte apresentou BMS-C menor que a cultivar BH 1146, e este não apresentou diferenciou significativamente das demais cultivares de trigo. Nos outros cortes não houve diferença significativa entre os genótipos.

Tabela 3. 6 Efeito do número de cortes, das espécies forrageiras e dos genótipos de Trigo de Duplo Propósito sobre o Carbono da Biomassa Microbiana do Solo (BMS-C) no Distrito Federal.

Forrageiras	BMS-C (mg de C.Kg ⁻¹ de solo seco)		
	Sem Cortes	1º Corte	2º Corte
Aliança	147,9 A ^a	113,0 B ^b	-
BH 1146	116,5 A ^b	165,2 A ^a	187,0 A ^a
BRS 264	131,9 A ^a	117,4 AB ^a	-
Frontana	150,8 A ^a	141,0 AB ^a	162,0 A ^a
Alfafa	111,0 A	-	-
Capim Marandú	121,2 A	-	-

* Médias seguidas de mesma letra maiúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste t de Student a 5 % de probabilidade.

Comparando-se os cortes dentro de cada genótipo, a cultivar Aliança foi a única que sofreu um decréscimo significativo com a intensificação da desfolha.

Após os cortes, o tratamento com o trigo Frontana apresentou uma redução na atividade microbiana do solo (**Tabela 3.5**), mas manteve valores elevados de BMS-C. O genótipo de trigo BH 1146, foi o único que sofreu tombamento, esse fato pode ter contribuído para os menores valores de BMS-C no tratamento sem corte (116,5 mg de C.Kg⁻¹ solo) quando comparado àquele que recebeu um corte (165,2 mg de C.Kg⁻¹ solo).

A **Tabela 3.7** mostra que os valores de BMS-N não foram afetados significativamente pela intensificação dos cortes. A cultivar de trigo Frontana possibilitou um dos maiores valores de BMS-N (26,54 mg de N.Kg⁻¹ solo), mas não diferenciou significativamente das demais cultivares, com exceção do BH 1146, que apresentou os níveis mais baixos de BMS-N, esse fato também pode estar relacionado ao tombamento sofrido por essa cultivar, no tratamento sem corte.

Tabela 3. 7 Efeito do número de cortes, das espécies forrageiras e dos genótipos de Trigo de Duplo Propósito sobre o Nitrogênio da Biomassa Microbiana do Solo (BMS-N) no Distrito Federal.

Espécies							
Cortes	Aliança	BH 1146	BRS 264	Frontana	Capim Marandú	Alfafa	Média
Sem Cortes	27,56	19,10	22,57	25,76	22,24	25,10	2372 a
1 Corte	23,14	20,18	23,58	28,06	-	-	23,74 a
2 Cortes	-	16,99	-	25,79	-	-	21,39 a
Média	25,35 A	18,76 B	23,08 A	26,54 A	22,24 AB	25,10 A	

* Médias seguidas de mesma letra maiúsculas, na linha inferior, não diferenciam significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula, na última coluna da direita não diferem entre si pelo Teste t de Student a 5 % de probabilidade.

O BMS-N também está associado a MOS que disponibiliza o N de compostos orgânicos em formas relativamente lábeis, de ciclagem rápida, ou de moléculas bastante unificadas e recalcitrantes. O N lábil corresponde àquela fração mais ativa do nitrogênio no solo (representando cerca de 10 a 15% do N total em solos agrícolas) que passa pelas reações de mineralização/imobilização e, portanto, pela Biomassa Microbiana (STEVENSON, 1982).

Os demais genótipos de trigo não diferenciaram significativamente das espécies forrageiras nos níveis de BMS-C e BMS-N. Os cortes, em tais espécies, também não promoveu efeito significativo, de acordo com o teste t, sobre essas frações da MOS.

3.4. QUOCIENTE METABÓLICO (QCO₂), QUOCIENTE MICROBIANO (QMIC) E RELAÇÃO NITROGÊNIO DA BIOMASSA MICROBIANA/NITROGÊNIO TOTAL (BMS-N/N_{TOTAL})

De acordo com a **Tabela 3.8**, o quociente metabólico dos microrganismos do solo nos diferentes tratamentos com cortes e nas diferentes espécies foi semelhante, indicando que não houve alteração na eficiência metabólica dos microrganismos em incorporar carbono em suas estruturas.

Tabela 3. 8 Efeito do número de cortes, das espécies forrageiras e dos genótipos de Trigo de Duplo Propósito sobre o Quociente Metabólico do Solo (qCO₂) do solo no Distrito Federal.

Espécies							
Cortes	Aliança	BH 1146	BRS 264	Frontana	Capim Marandú	Alfafa	Média
Sem Cortes	0,09	0,01	0,07	0,06	0,11	0,12	0,06 a
1 Corte	0,08	0,08	0,01	0,07	-	-	0.06 a
2 Cortes	-	0,07	-	0,06	-	-	0,07 a
Média	0,08 A	0,05 A	0,04 A	0,06 A	0,11 A	0,12 A	

* Médias seguidas de mesma letra maiúsculas, na linha inferior, não diferenciam significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula, na última coluna da direita não diferem entre si pelo Teste t de Student a 5 % de probabilidade.

Segundo MONTEIRO & GAMA-RODIGUES (2004) o indicador qCO₂ relaciona a quantidade de energia que os microrganismos necessitam para manter sua atividade metabólica com a energia necessária para a síntese da biomassa (BMS-C). Por isso, baixos valores qCO₂ revelam uma biomassa eficiente que proporciona uma maior incorporação de carbono em função de uma menor liberação na forma de CO₂ (ALQUINO et al., 2005), enquanto que, valores elevados de qCO₂ revelam que o microrganismos do solo estão sob estresse ambiental (WARDLER et al., 1995). Assim, o potencial de utilização do atributo qCO₂ pode ser utilizado como indicador de qualidade do solo e da sustentabilidade agrícola PEREIRA et al. (2007).

A **Tabela 3.9** mostra que a intensificação dos cortes aumentou significativamente a fração qMIC no solo na cultivar Frontana e BH1146, de acordo com o teste t. Isso mostra que a interferência antrópica, ocasionada pelos cortes, além de não minimizar a capacidade de utilização de carbono pelos microrganismos pode mesmo aumentar a sua eficiência dependendo da espécie com que se está trabalhando. Esse fato pode estar relacionado à maior qualidade de produtos rizosféricos liberados, por essas espécies, para o solo.

Tabela 3. 9 Efeito do número de cortes, das espécies forrageiras e dos genótipos de Trigo de Duplo Propósito sobre o Quociente Microbiano (qMIC) do solo no Distrito Federal.

Forrageiras	qMIC (%)		
	Sem Cortes	1º Corte	2º Corte
Aliança	0,84 A ^a	0,67 A ^a	-
BH 1146	0,61 A ^b	0,90 A ^a	1,03 A ^a
BRS 264	0,75 A ^a	0,69 A ^a	-
Frontana	0,62 A ^b	0,65 A ^b	0,80 A ^a
Alfafa	0,60 A	-	-
Capim	0,61 A	-	-
Marandú			

* Médias seguidas de mesma letra maiúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste t de Student a 5 % de probabilidade.

O quociente microbiano (qMIC) fornece uma medida da qualidade da matéria orgânica em função da capacidade de utilização de carbono pelos microrganismos, assim, com a adição de matéria orgânica de boa qualidade, a massa microbiana pode aumentar rapidamente, mesmo se os níveis do carbono orgânico permanecem inalterados (WARDLE, 1994). Além disso, relação BMS-C/COT de um solo fornece uma indicação sobre o quanto um solo está distante do seu estado de equilíbrio. Em muitos solos e ecossistemas não perturbados, assume-se a existência de um estado de equilíbrio, sendo que a quantidade de C fixada anualmente pela fotossíntese é contrabalanceada por uma quantidade similar de C liberada para a atmosfera na forma de CO₂ (ASSAD, 1997). Assim quanto maior o qMIC, maior equilíbrio natural em termos de desenvolvimento das plantas (CARNEIRO et al., 2009).

Portanto, pode-se inferir que os cortes, no curto prazo, não prejudicaram de modo significativo a qualidade de matéria orgânica do solo disponibilizada no sistema de Trigo de Duplo Propósito, revelando a sustentabilidade desse sistema; e em algumas cultivares, como o BH 1148 e o Frontana, promoveram melhoria da qualidade da matéria orgânica do solo, pois os valores do qMIC foram maiores que os tratamento sem corte.

O corte não influenciou significativamente, a eficiência dos microrganismos em utilizar o N para a maioria das espécies utilizadas neste trabalho (**Tabela 3.10**). Entre os genótipos de trigo, BH 1146 apresentou relação BMS-N/N_{Total} de 1,17%, e foi significativamente menor que o Aliança (2,19%) e Frontana (2,04%); o BRS 264

apresentou um valor intermediários de 1,71%. O Capim Marandú apresentou valores inferiores a cultivar Frontana; e a Alfafa teve o melhor relação BMS-N/N_{Total} (2,36 %).

Tabela 3. 10 Efeito do número de cortes, das espécies forrageiras e dos genótipos de Trigo de Duplo Propósito sobre a Relação Nitrogênio da Biomassa Microbiana do Solo/Nitrogênio Total (Relação BMS-N/N_{Total}) no Distrito Federal

Cortes	Espécies						Média (%)
	Aliança	BH 1146	BRS 264	Frontana	Capim Marandú	Alfafa	
Sem Cortes	2,35	1,70	1,94	2,00	1,65	2,36	2,00 a
1 Corte	2,02	1,90	2,05	2,14	-	-	2,03 a
2 Cortes	-	1,54	-	2,00	-	-	1,77 a
Média (%)	2,19 A	1,71 B	2,0 AB	2,04 A	1,65 B	2,36 A	

* Médias seguidas de mesma letra maiúsculas, na linha inferior, não diferenciam significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula, na última coluna da direita não diferem entre si pelo Teste t de Student a 5 % de probabilidade.

A relação N_{BMS}/N_{total} fornece uma estimativa da quantidade do nitrogênio na BMS, da disponibilidade de substrato e da dinâmica da matéria orgânica no solo (SPARLING, 1992). Assim essa relação representa uma fração disponível desse nutriente para as plantas o que repercute numa maior qualidade da matéria orgânica presente no solo. Nesse sentido, quanto maior essa relação, maior é a capacidade da microbiota em imobilizar o nitrogênio disponível no solo em sua biomassa. Assim, quando a matéria orgânica apresenta baixa qualidade nutricional os microrganismos são incapazes de assimilar totalmente o nitrogênio da mesma, o que caracteriza as condições de estresse da BMS (GAMA-RODRIGUES, 1999).

3.5. PRODUÇÃO DE GRÃO E FORRAGEM PARA FENO

A **Tabela 3.11**, mostra que no tratamento sem corte, a cultivar Aliança apresentou a maior produtividade de grãos (4319 Kg.ha⁻¹) e Frontana, a menor (2470 Kg.ha⁻¹); esses resultados foram mantidos no segundo corte. Os genótipos BH 1146 e Frontana não diferenciaram significativamente entre si, na produtividade de grãos, no segundo corte.

Apesar disso, o genótipo Frontana foi o único que produziu biomassa com produtividade 4325 Kg.ha⁻¹, no primeiro corte, diferenciando-se significativamente das demais cultivares. No segundo corte não houve diferenças significativas na produtividade de biomassa da cultivar Frontana (4325 Kg.ha⁻¹) e do BH 1146 (3346 Kg.ha⁻¹). Este fato revela o elevado potencial forrageiro dessas duas cultivares.

A comparação entre os cortes dentro de uma mesma cultivar mostra que à medida que estes são efetivados há uma queda na produção de grãos para a maioria das cultivares de trigo. Essas perdas não foram significativas no genótipo BRS 264, após o primeiro corte, em quanto que no BH 1146 houve um aumento, significativo, no rendimento do grão após o primeiro corte. Esse fato pode está relacionado ao efeito combinado do estímulo do perfilhamento e do não tombamento, ocorrido nesse genótipo, ambos, induzidos pela execução dos cortes. Esse fato também foi observado por DUNPHY *et al.*(1982), WINTER & TOMPSOM (1990) e BORTOLINI (2004) onde foram constatados que independentemente do período de pastejo, houve redução da altura do meristema apical ao se comparar com o tratamento sem pastejo, este último autor ainda constatou que o pastejo com período de uma e duas semanas beneficiou a produção de grãos ao prevenir o acamamento. A cultivar Frontana apresentou redução na produtividade de grãos após o primeiro corte (2470 Kg.ha⁻¹), diferenciando significativamente da produtividade do segundo corte (1015 Kg.ha⁻¹).

No genótipo BH 1146 a produção de biomassa acumulada foi significativamente maior no segundo corte (3346 Kg.ha⁻¹) quando comparada ao primeiro (1964 Kg.ha⁻¹), enquanto que no genótipo Frontana o primeiro corte apresentou maior produção de biomassa acumulada (4699 Kg.ha⁻¹) em relação ao segundo (4325 Kg.ha⁻¹).

Tabela 3. 11 Rendimento médio, em Kg.ha⁻¹, da produção de biomassa acumulada (feno com 15% de umidade) e da produção de grão nas cultivares utilizadas no sistema integrado de Duplo Propósito no Distrito Federal.

	Rendimento do Feno e Grão (Kg.ha ⁻¹)				
	Sem Cortes	1º Corte		2º Corte	
	Grão	Biomassa	Grão	Biomassa	Grão
Aliança	4319 A ^a	1372 B	3464 A ^b	-	-
BH 1146	1988 B ^a	1964 B ^b	2279 BC ^a	3346 A ^a	556 A ^b
BRS 264	3333 AB ^a	1164 B	2947 AB ^a	-	-
Frontana	2470 B ^a	4699 A ^a	1015 C ^b	4325 A ^a	1069 A ^b

*Médias seguidas de mesma letra maiúsculas, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste t de Student a 5 % de probabilidade.

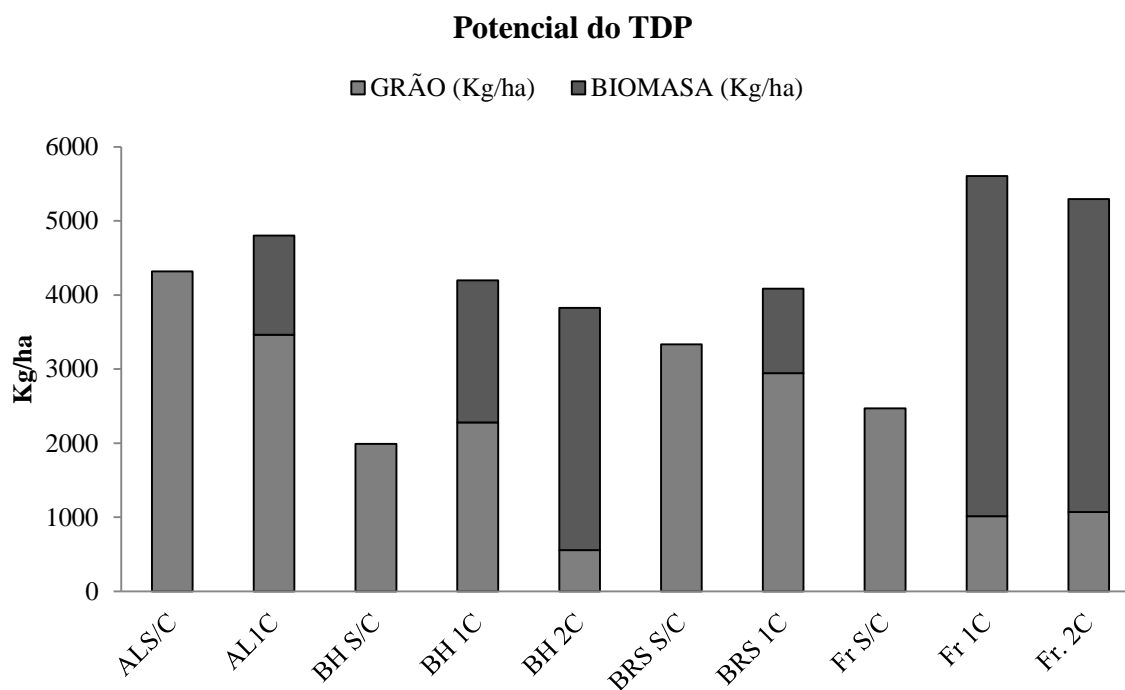
Não foram realizados cortes na Alfafa, pois esta sofreu problemas de germinação, nem tão pouco no Capim Marandú que pode ter sofrido efeito da estacionalidade provocada pelas baixas temperaturas e radiação solar.

Segundo BARTMEYER (2006), os experimentos demonstram que o sistema de Duplo Propósito é viável, mas a desfolha afeta a produção final de grãos, sendo que, quanto mais intenso e longo for o período de pastejo, menor será a produção de grãos.

As boas condições climáticas no ano de 2009, também permitiram bons rendimentos na produção de grão e, principalmente, na forragem. Segundo CUNHA (2003), a maior limitação nos rendimentos trigo é o ambiente, portanto, pode-se trabalhar muito ainda com a produção de biomassa e obter melhor rendimento nas das espigas.

O Trigo de Duplo Propósito contribuiu para o aumento do potencial produtivo (biomassa + grão) de todos os genótipos de trigo estudados, sendo que os melhores resultados foram obtidos com a realização de apenas um corte (**Figura 3.1**).

Figura 3. 1 Influência do Trigo Duplo Propósito no aumento do potencial vegetal da cultura.



3.6. RENDIMENTO ECONÔMICO

A **Figura 3.2** mostra em dois gráficos, o comportamento do rendimento líquido dos genótipos de trigo testados para Duplo Propósito pagos a dois valores distintos de mercado (US\$ 0,50/Kg e US\$ 0,60/Kg).

Em todas as cultivares a utilização do sistema TDP superou a produção exclusiva de grãos. Quando o preço do feno foi pago a US\$ 0,50/Kg o trigo Aliança apresentou um

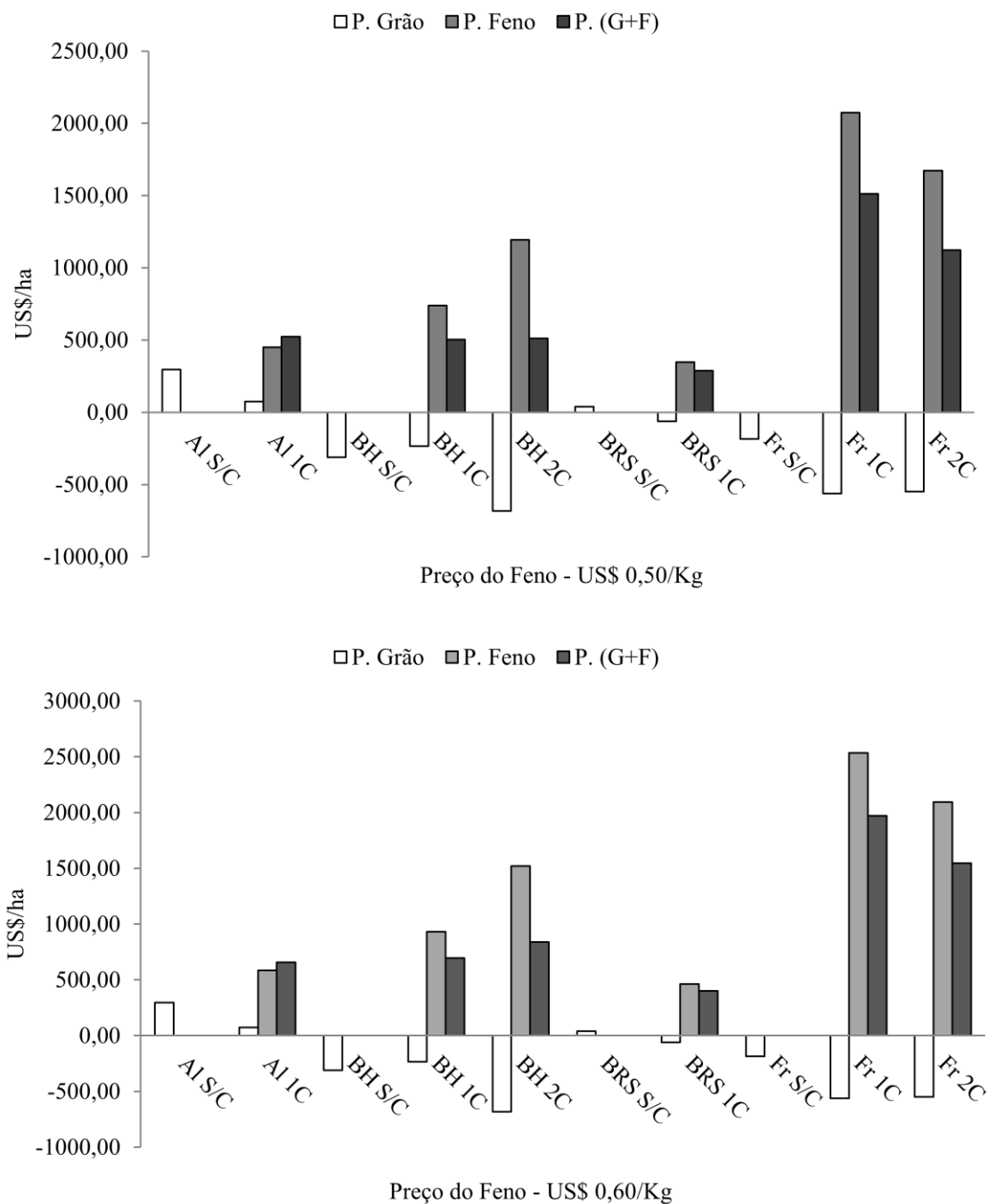
rendimento líquido de US\$ 523,73/ha com o sistema TDP (rendimento do grão mais o feno), esse valor superou a produção exclusiva de grãos em US\$ 227,93/ha, já com o feno pago a US\$ 0,60/Kg o sistema TDP forneceu rendimentos de US\$ 361,95/ha a mais que a produção exclusiva de grãos (US\$ 295,80/ha). O genótipo BRS 264 apresentou rendimentos de US\$ 39,47/ha no tratamento sem cortes, no entanto, seus rendimentos foram mais elevados com o sistema TDP como mostra o primeiro (US\$ 287,49/ha) e segundo gráfico (US\$ 401,17/ha).

Os genótipos Frontana e BH1146 apresentaram rendimentos negativos na produção exclusiva de grãos, esse déficit foi recuperado quando essas cultivares foram submetidas ao sistema TDP. O genótipo Frontana apresentou maiores rendimentos no primeiro corte de US\$ 1511,55/ha (preço do feno = US\$ 0,50/Kg) e US\$ 1970,49/ha (para valores de US\$ 0,60/Kg de feno). Já o BH 1146 o saldo positivo foi mais elevado no segundo corte US\$ 511,68/ha e US\$ 838,49/ha, quando feno foi pago a US\$ 0,50/Kg e US\$ 0,60/Kg, respectivamente.

Embora tenha se destacado como o genótipo que menos produziu grãos, de uma maneira geral, o trigo Frontana, foi quem proporcionou os maiores, em relação às outras cultivares. Esse fato ocorreu devido à elevada capacidade dessa planta em acumular biomassa, o que contribuiu para a elevação da receita, que superou os custos de produção gerados pelo sistema. Esse aspecto apenas ratifica o potencial forrageiro do trigo Frontana em detrimento dos demais genótipos avaliados.

Segundo MORI et al. (2009), a propriedades que possuem atividade de produção mista, como o sistema Trigo de Duplo Propósito (produção de grãos e animal), apresentam maior estabilidade especialmente em situações de baixos preços de produtos.

Figura 3. 2 Receita líquida, em US\$/ha, da produção de grão e de Feno + Grão nas cultivares utilizadas no sistema integrado de Duplo Propósito no Distrito Federal em 2009.



* Obs.: Cotação média do dólar comercial = R\$ 1,96; Preço médio do trigo = US\$ 0,26/Kg; Preços pagos ao feno do Trigo e Alfafa = US\$ 0,50/Kg e US\$ 0,60/Kg; Custo Total com a produção de Grãos (US\$ 742,62/ha); Custo Total com o processo de Fenação em cada corte = US\$ 220,00/ha.

Em 2008, um experimento conduzido no mesmo local, o trigo Frontana chegou a produzir 3600 Kg.ha⁻¹ de biomassa e 3600 Kg/ha de trigo com um corte realizado aos 50

dias, o tratamento sem corte produziu 4000 Kg/ha, enquanto as forrageiras Brachiária (Piatã), o Pannicum (Vencedor) e a alfafa não se desenvolveram por causa do frio (MORAES et al., 2009). Admitindo que os custos e preços do trigo em 2008 fossem os mesmos aqui adotados, e que o valor pago ao feno produzido fosse US\$ 0,50/kg. A produção exclusiva de grãos teria um valor líquido de US\$ 297,38/ha, enquanto que no sistema de Duplo Propósito o valor líquido da produção de grãos (US\$ 193,38/ha) + feno (US\$ 1580,00/ha) seria de US\$ 1773,38/ha, um lucro mais de 5 vezes maior que a produção exclusiva de grãos.

4. CONCLUSÕES

1 Os atributos microbiológicos do solo foram mais influenciados pelos genótipos utilizados e menos influenciados pela desfolha.

2 O trigo Frontana proporcionou os maiores teores de COT e, juntamente com as forrageiras Capim Marandú e a Alfafa contribuíram para o aumento dos teores de N_{Total} , e do BMS-N. Os maiores valores na relação $BMS-N/N_{Total}$ foram observados na Alfafa, Aliança, Frontana e BRS 264. As espécies estudadas não afetaram significativamente o qCO_2 .

3 O efeito isolado dos cortes não promoveram alterações significativas nas variáveis microbiológicas do solo estudadas, o que reflete positivamente na sustentabilidade do sistema.

4 O corte estabelecido nas cultivares Frontana e Aliança provocou redução da RB do solo, reduziu também os teores de BMS-C no trigo Aliança, enquanto que no trigo BH 1146 essa variável teve aumento. O corte também provocou aumento nos percentuais de $qMIC$, no trigo Frontana. Nas demais cultivares o efeito da interação (espécie x corte) não foi significativo.

5 Em todas as cultivares de trigo o rendimento econômico foi mais elevado no sistema de Duplo Propósito quando comparado a produção exclusiva de grãos. O trigo Frontana foi a espécie que proporcionou maior retorno econômico nesse sistema atingindo rendimentos de US\$ 1970,49/ha no primeiro corte, a elevada produção de biomassa dessa cultivar (4589 Kg/ha) foi o fator determinante para essa receita tão elevada.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEF, K.; NANNIPIERRE, P. *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. London: **Academic Press**, 1995
- ALQUINO, A. M., SILVA, E. M. R., SAGGIN JUNIOR, O., RUMJANEK, N. DE POLLI, H., REIS, V. M. A biota e processos relevantes num novo contexto da agricultura. In: **Recomendações para adubação e manejo da fertilidade do solo no estado do Acre**. Rio Branco, 2005, v. prelo, cap. 4.
- ANDRADE, MAURICIO S. de. **Produção de bovinos em pastagem irrigada**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000, p. 23.
- ASSAD, M. L. L. Fauna do solo. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M., ed. **Biologia dos solos dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. 542p.
- BARTMEYER, T. N. **Produtividade de trigo de duplo propósito submetido a pastejo de bovinos na região dos Campos Gerais - PR**. Curitiba, 2006. 82 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Paraná. 2006.
- BORTOLINI, P. C. **Duração do pastejo na produção de forragem e de grãos em cereais de inverno no sul do Brasil**. Curitiba, 2004; 90 p. Tese (Doutorado em Agronomia Produção Vegetal) Setor de Ciências Agrárias . Universidade Federal do Paraná, 2004.
- BROOKES ,P. C. LANDMAN, A. PRUDEN, G. & JENKINSON, D.S. Chloroform fumigat ion and the release of soil nitrogen: A rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biol. Biochem.*, 17:837-842, 1985.
- CARDOSO, ELKE JURANDY BRAN NOGUEIRA; NOGUEIRA, MARCO ANTONIO. A Rizosfera e seus Efeitos na Comunidade Microbiana e na Nutrição de Plantas. In SILVEIRA, ADRIANA PARADA DIAS DA; FREITAS, SUELI DOS SANTOS. **Microbiota do solo e qualidade ambiental**, Campinas: Instituto Agrônômico, 2007. p. 312.
- CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. C.; REIS, D. F.; PEREIRA, H. S. & AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 147-157, 2009.

CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R.A.; EDS. **Ecofisiologia de cultivos anuais**. São Paulo: Ed. Nobel, 1999. p.128.

CERRI, C. C.; ANDREUX, F.; EDUARDO, B. P. O ciclo do carbono no solo. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. **Microbiologia do Solo**. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. 360p.

CHENG, W.; COLEMAN, D.C. CARROLL, C.R.; HOFFMAN, C.A. In: Situ measurement of root respiration and soluble carbon concentrations in the rhizosphere. **Soil Biol. Biochem.**, v.25, p. 1189-1196, 1993.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, quarto levantamento**. Brasília. Janeiro 2010. 39 p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Insumos agropecuários**, 2009. Disponível em: <http://consultaweb.conab.gov.br/consultas/consultaInsumo.do?method=acaoCarregarConsulta>>Acesso em 29/01/2011.

CORAZZA, E.J.; SILVA, J.E.; RESCK, D.V.S.; GOMES, A.C. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.425-432, 1999.

CUNHA, GILBERTO ROCCA da. **Meteorologia: Fatos e Mitos – 3**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003.p 440.

DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison, Soil Science Society of America, 1994. p.3-35.

DUNPHY, D. J.; McDANIEL, M. E.; HOLT, E. C. **Effect of forage utilization on wheat grain yield**. Crop Science, Texas, v. 22, p. 106-109, 1982.

FINANCEONE. **Cotações do Dólar em 2009**. Disponível em: <http://www.financeone.com.br/moedas/cotacoes-do-dolar>> Acesso em 14/10/2010.

GAMA-RODRIGUES, E. F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In SANTOS, G. A., CAMARGO, F. O., **Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre, RS, p. 227-243, 1999.

GRIFFITHS, B.S.; RITZ, K.; EBBLEWHITE, N.; DOBSON, G. Soil microbial community structure: effects of substrate loading rates. **Soil Biol. Biochem.**, v.31, p.145-153, 1999.

HASTENPFLUG, M. **Desempenho de cultivares de Trigo de Duplo Propósito sob doses de adubação nitrogenada e regimes de corte**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, PR, 2009. 68 p.

JENKINSON, D. S., LADD, J. N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: PAUL, E. A., LADD, J. N. **Soil Biochemistry**. New York: Marcel Dekker, v. 5, p. 415-471, 1981.

KAISER, E.A.; MARTENS, R.; HEINEMEYER, O. Temporal changes in soil microbial biomass carbon in an arable soil. **Plant and Soil**, v.170, p.287-295, 1995.

LEMAIRE, G. 1997. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa. *Anais...* Viçosa: UFV, p. 117-144. LITTELL, R.C., MILLIKEN, G.A., STROUP, W.W. **SAS system for mixed models**. Cary, NC: SAS Institute Inc. 633p, 1996.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Academic Press. San Diego. 1995.

MONTEIRO, M. T. & GAMA-RODRIGUES, E. F. Carbono, Nitrogênio e Atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serrapilheira de uma floresta natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 819-826, 2004.

MORAIS, AURI F. DE et. al. Viabilidade do Trigo Duplo Propósito no Inverno para o Brasil Central In: VILELA, MARINA DE FATIMA et. al.. **IV Encontro de Jovens Talentos da Embrapa Cerrados: resumos apresentados**. Embrapa Cerrados, Planaltina – DF. 2009, p. 191.

MORI, CLAUDIA De et al. Análise Econômica de Cereais de Inverno de Duplo Propósito. in: FONTANELI, ROBERTO SANTOS et. al. **FORAGEIRAS PARA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA floresta na região Sul-brasileira**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 340, 2009.

PEREIRA, A. A.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; KASCHUK, G.; CHUEIRE, L. M. de O.; CAMPO, R. J. & TORRES, E. Variações qualitativas e quantitativas na microbiota do solo e na fixação biológica do nitrogênio sob diferentes manejos com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1397-1412, 2007.

RESENDE, HUMBERTO. **Produção de feno de gramíneas**. Embrapa Gado de Leite. Disponível em: <[HTTP://cnpgc.embrapa.br/publicações/divulga/GCD39.html](http://cnpgc.embrapa.br/publicações/divulga/GCD39.html)>. Acesso em: 20 Set. 2006.

SAEB – secretaria de estado de agricultura e abastecimento. Pesquisa de Preços Pagos pelos produtores, 2011. Disponível em:<www.seab.pr.gov.br/arquivos/File/deral/ppp.xls> Acesso em 17/06/2011.

SANTOS, HENRIQUE PEREIRA dos, FONTANELI, RENATO SERENA. **Cereais de inverno de duplo propósito para a integração Lavoura-Pecuária no sul do Brasil**. 1. ed. Passo Fundo, RS: Embrapa Trigo, 2006. p. 104.

SAS Institute. User's Guide. versão 9.1.3, versão para Windows. Cary, NC, USA, - 2008.

SILVA, IVO RIBEIRO DA; MENDONÇA, EDUARDO DE SÁ. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, Roberto Ferreira et. al. **Fertilidade do solo**. 1. ed. Viçosa: Minas Gerais, 2007. cap. 6, p.1017.

SPARLING, G.P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. *Aust. J. Soil Res.*, 30:195-207, 1992.

STEVENSON, F. J. Origin and distribution of nitrogen in soil. In: STEVENSON, F.J.; BREMNER, J.M.; HAUCK, R.D. & KEENEY, D.R., eds. **Nitrogen in agricultural Soils**. Madison, American Society of Agronomy, 1982. p.1-42.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S.. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 19, p.703-707, 1987.

WADLER, D. A., GHANI, AA. A of the microbial metabolic quotient as a bioindicator of disturbance and ecosystem development. **Soil Biol. Biochem.** Vol. 27, Nº 12, pp. 1601-1610, 1995.

WALKLEY, A.; BLACK, I.A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, v. 37, p. 29-38, 1934.

WARDLE, D.A. Metodologia para quantificação da biomassa microbiana do solo. In: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. (Eds.) **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 542 p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 46).

WINTER, S.R.; THOMPSON, E.K. Grazing winter wheat: I. Response of semidarf cultivars to grain and grazed production systems. **Agronomy Journal**, Arkansas, v.82, p.34, 1990.

CONSIDERAÇÕES FINAS

1. A implantação do Trigo de Duplo Propósito no mostrou-se um investimento, agrônômico e economicamente, viável para o Distrito Federal.
2. O genótipo mais apto ao sistema de cultivo de Trigo de Duplo Propósito foi o Frontana que apresentou maiores rendimentos econômico com o estabelecimento de quatro cortes. Também foi o cultivar que apresentou o melhor valor nutritivo da forragem. E a que menos afetou negativamente os atributos microbiológicos do solo.
3. A dose de adubação nitrogenada que proporcionou o melhor retorno líquido ao sistema de Duplo Propósito foi aplicação de 120 kg de N.ha⁻¹ efetuada no terceiro e quarto corte.
4. O sistema de Trigo de Duplo Propósito, independentemente da cultivar, não provocou impactos significativos nos atributos microbiológicos do solo.

ANEXOS

FIGURAS



Figura 1: Evolução do Cultivo do Trigo no Brasil – As mudanças institucionais ocorridas a partir de 1990; Defasagem tecnológica; Os fatores climáticos (CONAB, 2010). Na safra 2006/07 ocorreram sete dias com valores de temperatura mínima inferiores a 0°C, considerada, como a temperatura a partir da qual podem ocorrer danos ao trigo, especialmente nas áreas mais baixas do relevo (SCHEEREN, 2000).

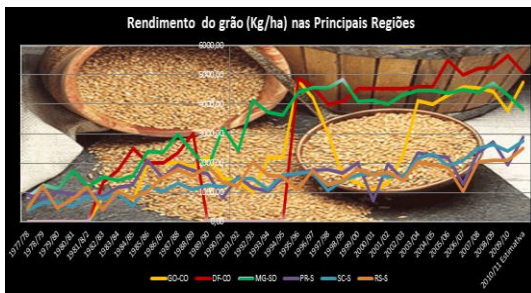


Figura 2: Rendimento do trigo nas principais regiões produtoras.

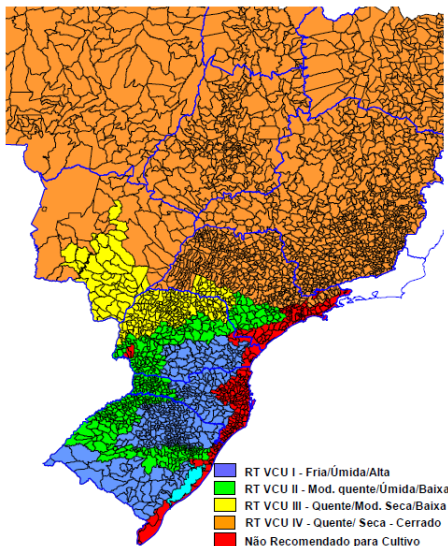


Figura 3: Valor de Cultivo e Uso da Cultura do Trigo: Região “quente e seca”, envolvendo parte do

estado de SP, além de GO, DF, MG, MT e BA (CUNHA, 2006).

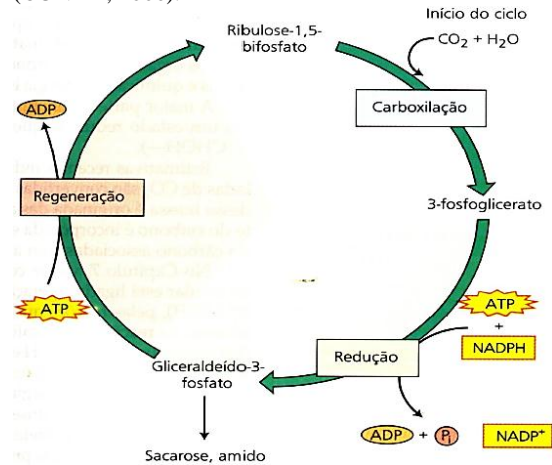


Figura 4: Ciclo de Calvin – Na Fase Carboxilação, o CO₂ é fixado em uma molécula de ribulose-1,5-bifosfato (esta reação é catalisada pela ribulose-1,5-bifosfato carboxilase/oxigenase - *rubisco*) e o primeiro intermediário estável dessa reação é o 3-fosfoglicerato, com 3 C - que dá nome ao ciclo. A Fase de Redução é caracterizada pela conversão do 3-fosfoglicerato em gliceraldeído-3-fosfato (um açúcar); que ao sair do ciclo, pode ser convertido em uma triose-fosfato e depois a sacarose (açúcar de transporte) ou amido (açúcar de reserva), que representam as principais formas saída de carbono do ciclo. Na Fase de Regeneração, o gliceraldeído-3-fosfato, é usado para restaurar o ribulose-1,5-bifosfato (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Temperature (°C)	α (CO ₂)	[CO ₂] (μM in solution)	α (O ₂)	[O ₂] (μM in solution)	$\frac{[CO_2]}{[O_2]}$
5	1.424	21.93	0.0429	401.2	0.0515
15	1.019	15.69	0.0342	319.8	0.0462
25	0.759	11.68	0.0283	264.6	0.0416
35	0.592	9.11	0.0244	228.2	0.0376

Figura 5: Propriedades físico-químicas do CO₂ – Mesmo o CO₂ apresentando menores concentrações atmosféricas que O₂, (0,0345% e 20,95%, respectivamente) sua absorção, pela solução, é bem maior. A quantidade de qualquer gás dissolvido na água é proporcional à sua pressão parcial do gás (PGAs - μM) acima dessa solução (lei de Henry - [gás]μM = P_{gas} x α x 10⁶/V₀, onde V₀ = 22,4 mol L⁻¹) e sua absorção determinada pelo coeficiente Bunsen (α) (relação entre o volume de um gás absorvido e o volume de água, a uma pressão de 1 atmosfera, ambas diminuem com o aumento da temperatura. (Fonte: <<http://5e.plantphys.net>>Tópico 8,6 Dióxido de Carbono: Algumas propriedades físico-químicas importantes).

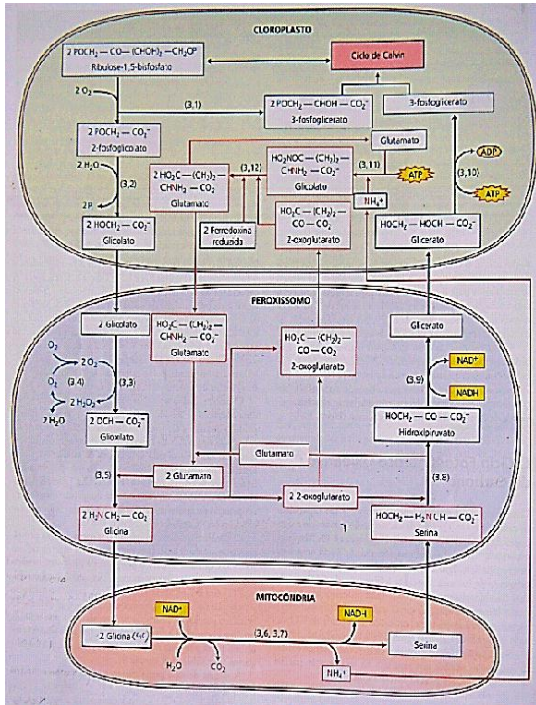


Figura 6: Fotorrespiração - Na fotorrespiração, átomos de C, N, O circulam simultaneamente por três ciclos que envolvem três organelas distintas. **1º Ciclo** - O C sai do cloroplasto como 2 moléculas de glicolato (2C) e entra com 2 de glicerato (3C), deixando CO₂ na mitocôndria. **2º Ciclo** - O N deixa o cloroplasto como uma molécula de glutamato e retorna como NH₄⁺ (associado a 2-oxogluturato), permanecendo então inalterado. A formação NH₄⁺ na mitocôndria é balanceada com a síntese de glutamina no cloroplasto. **3º ciclo** - O₂ é catalisado pela rubisco no cloroplasto e pela glicolato oxidase no peroxissomo incorporando-o em ribulose-3-fosfato e no glicolato, respectivamente, dando um caráter oxidativo ao processo. Nessa reação ocorre absorção de O₂ dependente de luz (no ciclo de Calvin) e liberação de CO₂ em folhas fotossinteticamente ativas. O balanço final do ciclo C₂ é que, duas moléculas de fosfoglicerato (4C) perdidas no ciclo de Calvin, pela oxidação de ribulose-1,5-bifosfato, são convertidas em uma molécula de 3-fosfoglicerato (3C) com o custo de uma molécula de CO₂ (1C); ou seja, 75% do C perdido é recuperado e reconduzido ao ciclo de Calvin (TAIZ & ZEIGER, 2009).

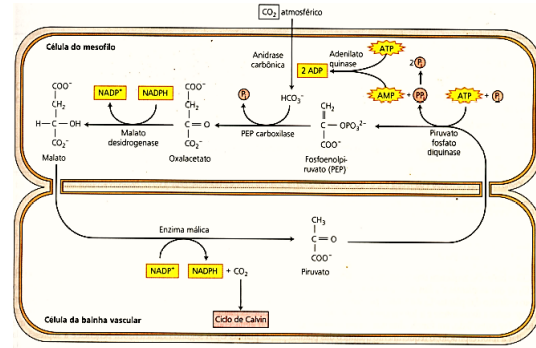


Figura 7: Ciclo C₄ - este ciclo envolve quatro estádios sucessivos em dois diferentes compartimentos de células vegetais. Na periferia das células do mesofilo o HCO₃⁻ originando do CO₂ atmosférico por ação da PEPcase é um ácido de 4 carbonos (malato) que flui através da barreira de difusão para as células da bainha vascular. A descarboxilação do malato ocorre na mitocôndria das células do feixe vascular por ação da NAD-málica e gera uma alta concentração de CO₂ ao redor da rubisco o que facilita a assimilação pelo Ciclo de Calvin. O piruvato residual volta para o cloroplasto da célula do mesofilo onde é regenerada a PEP, pela enzima Piruvato-fosfato diquinase (Taiz & Zeiger 2009).

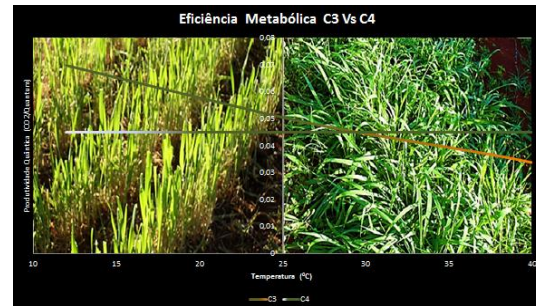


Figura 8: Eficiência Metabólica de Plantas C₃ e C₄ - As plantas C₃ apresentam Produtividade Quântica (Φ) mais elevada do que plantas C₄ em temperaturas abaixo de 30 °C, mas esse efeito é invertido sob temperaturas superiores, já as C₄ não são afetadas pelas variações nas concentrações de CO₂ devido ao seu mecanismo concentrador nas células da bainha vascular. (adaptado de TAIZ & ZEIGER, 2009).

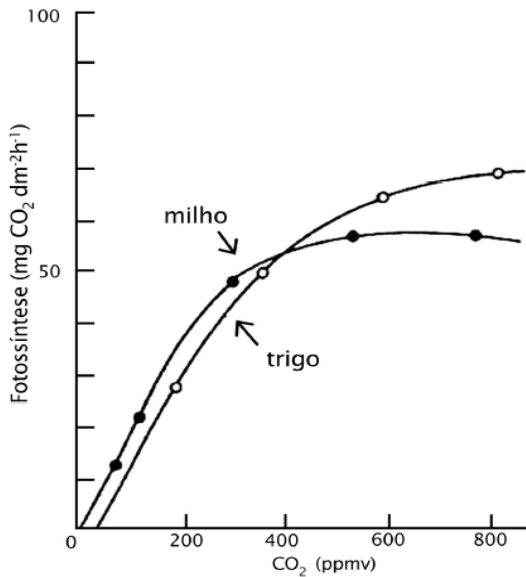


Figura 9: Resposta da fotossíntese do trigo e milho aos níveis de CO₂ (BRANDÃO, 2006).

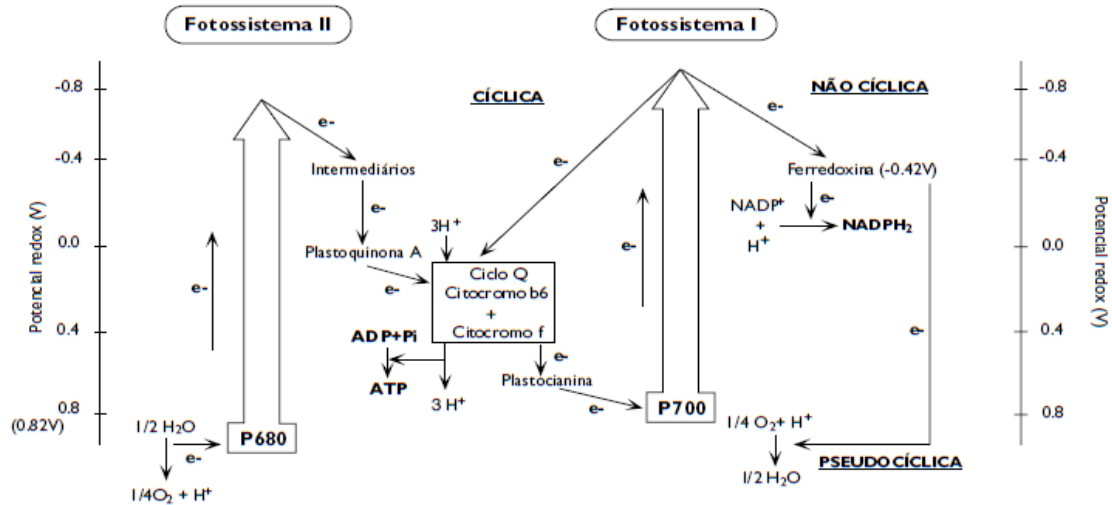


Figura 10: Transporte Cíclico e Pseudocíclico de elétrons (ou reação de Mehler) – O NADP⁺ é o aceptor final de elétrons no PS II. Se o elétron, após a excitação do P₇₀₀, ao invés de ser transferido para o NADP⁺, retornar para o complexo citocromo b/f (ciclo Q), haverá então somente geração de ATP, com o transporte cíclico de elétrons, no PS I (RITCHER, 1993). No entanto, ocorrendo a fotoinibição a ferredoxina transferirá os seus elétrons para o O₂ molecular (consumindo-o) e formando H₂O₂, que deverá ser reduzido pela catalase, gerando mais ATP sem NADPH, na chamada reação de Mehler, que é o transporte pseudo-cíclico de elétrons. O O₂ tem dois efeitos antagonistas sobre a fotossíntese, um de proteção, pela utilização de NADPH e ATP quando produzidos em excesso sob fotoinibição, pela fotorrespiração (visto adiante) e pela reação de Mehler, e o outro destrutivo, pela formação das espécies ativas de oxigênio, como a H₂O₂. Essas espécies ativas de oxigênio desestabilizam as membranas, como, por exemplo, os tilacóides (VÁCHA, 1995).

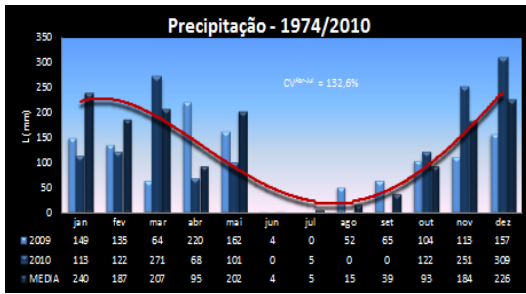


Figura 11: Histórico de Precipitação no DF (1974 a 2010).

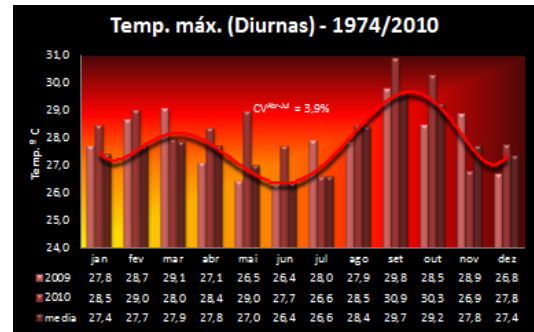


Figura 13: Histórico de $T_{Máximas}$ (°C) Diurnas na região do DF (1974 a 2010).

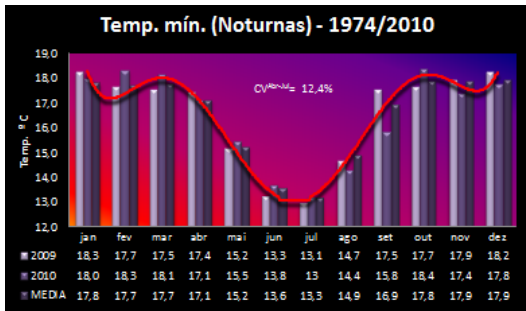


Figura 12: Histórico de $T_{Mínimas}$ (°C) Noturna na região do DF (1974 a 2010).

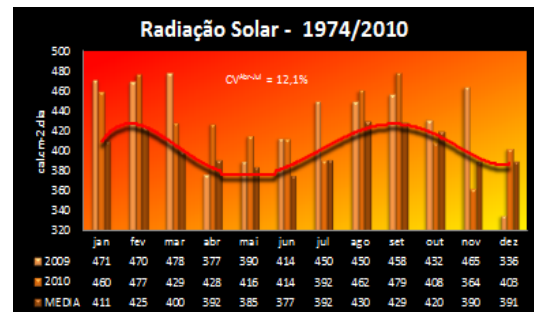


Figura 14: Histórico de Radiação Solar na região do DF (1974 a 2010).

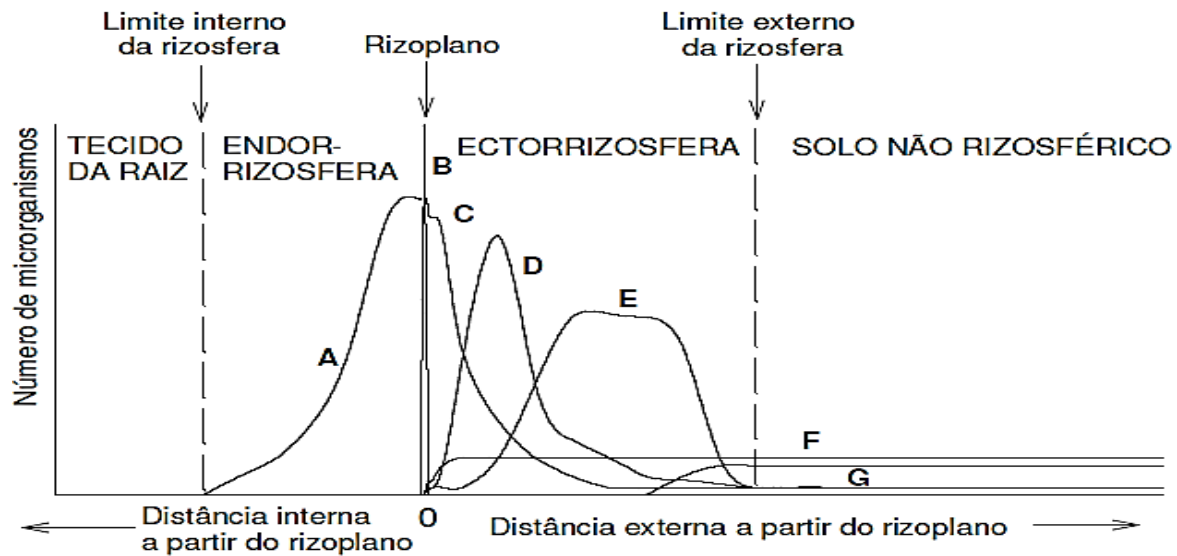


Figura 15: Distribuição de Grupos Microbiano na Rizosfera – Internos à raiz: A = desenvolvem-se nos espaços intercelulares; B = desenvolvem-se no rizoplano e seu número cai drasticamente à medida que se distancia. Externos à raiz: C = São excluídos fisicamente do rizoplano pelos microrganismos B, mas utilizam material orgânico proveniente das raízes e/ou produtos dos organismos B; D = São excluídos física ou bioquimicamente pelos microrganismos B e C, mas utilizam produtos dos organismos C, ou materiais provenientes das raízes e não utilizados pelos microrganismos B e C. E = Utilizam produtos secundários provenientes dos microrganismos rizosféricos, mas são incapazes de competir por moléculas diretamente provenientes da raiz. F = Microrganismos não rizosférico, fisicamente, excluídos dos nichos próximos ao rizoplano (não são inibidos pelos demais microrganismos). G = Microrganismos não rizosféricos, excluídos da rizosfera pela atividade e produtos inibitórios dos demais (como antibióticos) e são pouco hábeis em competir por fontes de C e elementos essenciais, como o Fe. Adaptado de Bazin et al. (1990).

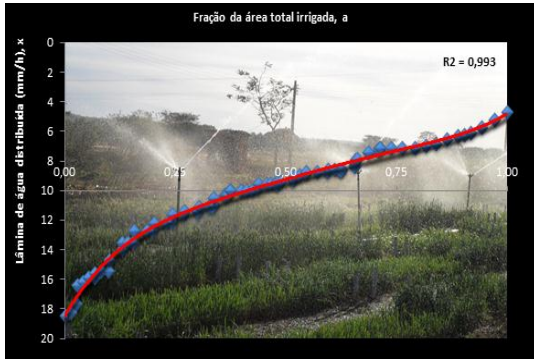


Figura 16: Fração da área total irrigada.

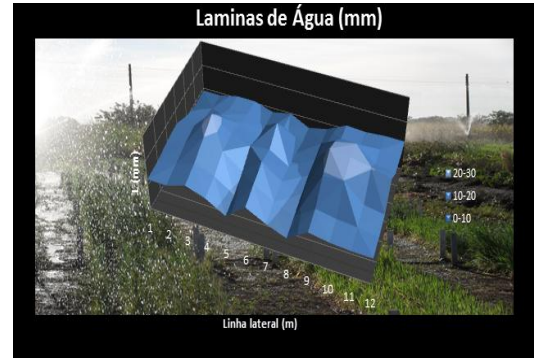


Figura 17: Distribuição da lâmina de irrigação

5 m				5 m				5 m				5 m				5 m				5 m						
1	2	3	G	1	2	3	G	1	2	3	G	1	2	3	4	G	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ALIANÇA				BH				BRS 264				FORNTANA				ALFAFA				BRAQUIARIA						
Alfafa				Frontana				BRS264				BH				Braquiaria				Aliança						
Aliança				BRS264				Alfafa				Braquiaria				BH				Frontana						
Aliança				Braquiaria				BH				BRS264				Frontana				Alfafa						
Alfafa				Frontana				BRS264				Braquiaria				BH				Aliança						
BRS264				Aliança,				Frontana				Alfafa				BH				Braquiaria						

Figura 18: Croqui da área de TDP (EMBRAPA/CPAC – 2009).

MAPA DA AREA TRIGO DUPLO PROPOSITO

	5 m				5 m				5 m				5 m				5 m				5 m														
	P1				P2				P3				P4				P5				P6				P7										
R1	TRIGO FRONTANA				BRAQ. MARANDÚ				TRIGO ALIANÇA				TRIGO BRS 264				LEGUMIN. ALFAFA				PANIC. TANZÂNIA				TRIGO BH 1146										
	G	4	3	2	1	5	4	3	2	1	G	G	3	2	1	G	G	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	G	G	3	2	1
R2	BRAQ. MARANDÚ				TRIGO ALIANÇA				TRIGO BRS 264				TRIGO BH 1146				TRIGO FRONTANA				LEGUMIN. ALFAFA				PANIC. TANZÂNIA										
	5	4	3	2	1	G	G	3	2	1	G	G	3	2	1	G	G	3	2	1	G	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
R3	TRIGO FRONTANA				TRIGO BH 1146				LEGUMIN. ALFAFA				PANIC. TANZÂNIA				TRIGO ALIANÇA				BRAQ. MARANDÚ				TRIGO BRS 264										
	G	4	3	2	1	G	G	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1	G	G	3	2	1	5	4	3	2	1	G	G	3	2	1
R4	TRIGO BRS 264				TRIGO BH 1146				TRIGO ALIANÇA				BRAQ. MARANDÚ				TRIGO FRONTANA				LEGUMIN. ALFAFA				PANIC. TANZÂNIA										
	G	G	3	2	1	G	G	3	2	1	G	G	3	2	1	5	4	3	2	1	G	4	3	2	1	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1

Figura 19: Croqui da área de TDP (EMBRAPA/CPAC – 2010).

TESTE FORNTANA N

5 m					5 m					5 m					5 m					5 m					5 m																								
TO ₁					← I 90					I 120					← I 60					III 60					← III 120					← III 90																			
1	2	3	4	G	G	4	3	2	1	1	2	3	4	G	G	4	3	2	1	1	2	3	4	G	G	4	3	2	1	1	2	3	4	G	G	4	3	2	1	1	2	3	4	G	G	4	3	2	1
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
II 120					II 90					← II 60					IV 120					IV 90					IV 60					← TO ₂																			
1	2	3	4	G	1	2	3	4	G	G	4	3	2	1	1	2	3	4	G	1	2	3	4	G	1	2	3	4	G	1	2	3	4	G	G	4	3	2	1	1	2	3	4	G	G	4	3	2	1
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Figura 20: Croqui da área de TDP submetido à dose de N (EMBRAPA/CPAC – 2010).

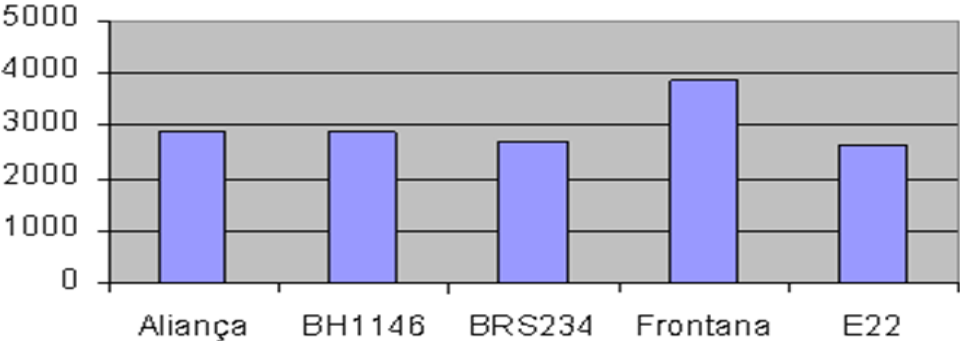


Figura 21: Produção de matéria seca 50 dias após a germinação (MORAIS et al., 2009)

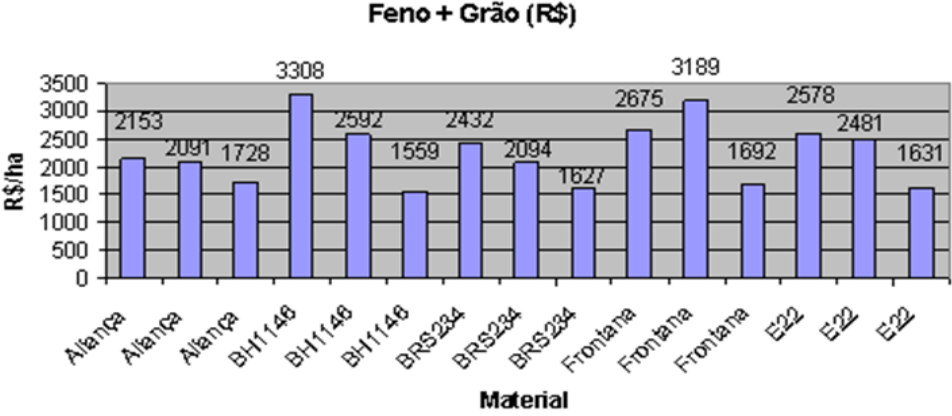


Figura 22: Retorno econômico do TDP (MORAIS et al., 2009)



Figura 23: Estabelecimento das cultivares de trigo e das espécies forrageiras.



Figura 24: Estabelecimento de cortes executados nas cultivares de trigo.



Figura 25: Restabelecimento das cultivares de trigo após o segundo corte.



Figura 26: Principais efeitos do corte (Imagens: 10 – Emborrachamento precoce; 11 – Colmo oco e 12 – Estimulo ao perfilhamento).



Figura 27: Efeito dos níveis de adubação nitrogenada na cultivar Frontana (Imagens: 13 – T₀ e N₁₂₀; 14 – T₀ e N₉₀, 15 – Restabelecimento deficiente no nível T₀)



Figura 28: Diferenças de ciclo na cultura



Figura 29: Ponto de colheita e secagem.

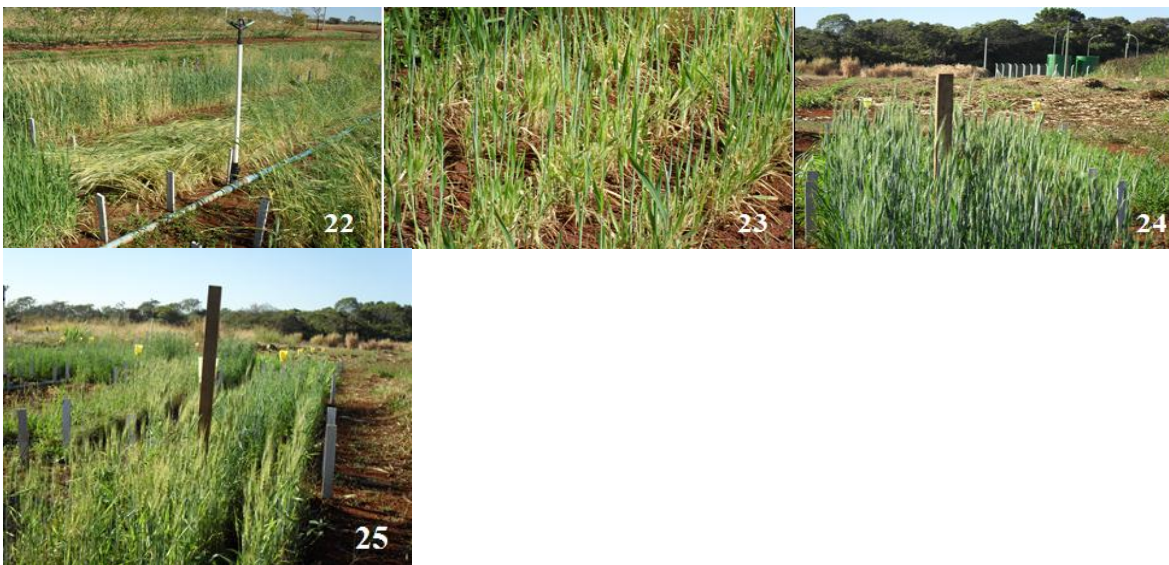


Figura 30: Particularidades de algumas cultivares de trigo (Imagens: 22 – Tombamento do BH1146; 23 e 25 –Restabelecimento precoce e porte reduzido do BRS 264 em razão das elevadas temperaturas; 24 – O trigo Aliança não sofreu redução de porte expressiva mesmo com as adversidades climáticas).



Figura 31: Estabelecimento dos cortes executados nas forrageiras (imagens: 26 – Alfafa; 27 – Capim Marandú; 28 – Capim Tanzania).



Figura 32: Incidência de pragas e doenças (Imagens: 29 – Broca-da-cana (*Diatrea saccharalis*); 30 – Tombamento provocado por corós-do-trigo (*Phyllophaga triticophaga*); 31 – Ataque de cochonilha nas raízes; 32 – Pulgões-da-espiga (*Sitobion avenae*) 33 – Brusone (*Magnaporthe grisea*); 34 – Mancha marrom (*Bipolaris sorokiniana*).

TABELAS

Tabela 1: Épocas de execução de manejo e duração do ciclo das forrageiras e do trigo utilizado para Duplo Propósito na Embrapa – CPAC em 2009.

CULTIVAR	MANEJOS				
	Plantio	1º Corte e Adução	2º Corte e Adução	Colheita	Ciclo (Dias)
Frontana Sem Cortes	17/04			25/08	130
Frontana 1 Corte	17/04	18/05		31/08	136
Frontana 2 Cortes	17/04		17/06	11/09	147
Aliança Sem Cortes	17/04			31/07	105
Aliança 1 Corte	17/04	18/05		13/08	118
BH 1146 Sem Cortes	17/04			24/07	98
BH 1146 1 Corte	17/04	18/05	17/06	03/08	108
BRS 264 Sem Cortes	17/04			31/07/	105
BRS 264 1 Corte	17/04	18/05		18/08/	123
DAP (Dias Após o Plantio)	0	31	61		

* Os a adubação nitrogenada realizada nas forrageiras Alfafa e Capim Marandú foi realizadas antes do primeiro corte.

Tabela 2: Épocas de execução de manejo e duração do ciclo das forrageiras e do trigo utilizado para Duplo Propósito na Embrapa – CPAC em 2010.

MANEJOS							
CULTIVAR	Plantio	1º Corte (Adução)	2º Corte (Adução)	3º Corte (Adução)	4º Corte (Adução)	Colheita	Ciclo (Dias)
Frontana Sem Cortes	20/04					27/08	129
Frontana 1 Corte	20/04	(02/06)				30/08	132
Frontana 2 Cortes	20/04		16/06			30/08	133
Frontana 3 Cortes	20/04			01/07		10/09	143
Frontana 4 Cortes	20/04				15/07	21/09	148
Aliança Sem Cortes	20/04						99
Aliança 1 Corte	20/04	28/05					107
BH 1146 Sem Cortes	20/04						99
BH 1146 1 Corte	20/04	28/05					113
BRS 264 Sem Cortes	20/04						87
BRS 264 1 Corte	20/04	28/05					113
DAP (Dias Após o Plantio)	0	39/ (44)	58	73	87		
B. Brizanta 1 Corte	20/04	01/07					73
B. Brizanta 2 Cortes	20/04		25/07				97
B. Brizanta 3 Cortes	20/04			10/09			144
P. Tanzânia 1 Corte	20/04	01/07					73
P. Tanzânia 2 Cortes	20/04		25/07				97
P. Tanzânia 3 Cortes	20/04			10/09			144
Alfafa Sem 1 Corte	20/04		25/07				97
Alfafa Sem 2 Cortes	20/04			10/09			144
DAP (Dias Após o Plantio)	0	73	97	144			

Tabela 3: Épocas de execução de manejo e duração do ciclo das cultivares de trigo utilizado para Duplo Propósito submetido a dosagens de adubação nitrogenada na Embrapa – CPAC em 2010.

MANEJOS - 2010							
CULTIVAR	Plantio	1º Corte (Adução)	2º Corte (Adução)	3º Corte (Adução)	4º Corte (Adução)	Colheita	Ciclo (Dias)
FRONTANA							
N ₆₀ , N ₉₀ , N ₁₂₀	20/04					27/08	129
N ₆₀ , N ₉₀ , N ₁₂₀ e T ₀	20/04	02/06				30/08	132
N ₆₀ , N ₉₀ , N ₁₂₀ e T ₀	20/04		02/06			30/08	133
N ₆₀ , N ₉₀ , N ₁₂₀ e T ₀	20/04			01/07		10/09	143
N ₆₀ , N ₉₀ , N ₁₂₀ e T ₀	20/04				15/07	21/09	148
DAP (Dias Após o Plantio)	0	44	58	73	87		

Tabela 4: Estimativa para o custo para a produção de 1 ha de Trigo de Duplo Propósito.

CUSTOS DE PRODUÇÃO DO TRIGO DE DUPLO PROPÓSITO					
I- Custo de Produção do Grão (1,0 ha)	UNID.	QUANT.	Valor Unit. (R\$)	Valor (R\$/ha)	%
1. Operações					
1.1. Preparo do solo			Subtotal	2,16	0,15
Dessecação	HM	0,14	15,43	2,16	
1.2. Plantio			Subtotal	28,37	1,9
Plantio	HM	0,9	25,86	23,27	
Transporte Internos	HM	0,33	15,43	5,09	
1.3. Tratos Culturais			Subtotal	51,13	3,4
Adução de Cobertura	HM	0,16	15,43	2,47	
Aplicação de Defensivos	HM	0,32	15,43	4,94	
Aplicação de Herbicidas (FL+FE)	HM	0,28	15,43	4,32	
Suporte (tanque 6000 litros)	HM	1	15,43	15,43	
Transportes Internos	HM	0,33	15,43	5,09	
Rocada com o Triton	HM	0,73	25,86	18,88	
1.4. Colheita			Subtotal	110,00	7,4
Colheita	ha.	1	110	110,00	
2. Irrigação			Subtotal	123,99	8,3
Energia	KW/h	10,92	9,46	103,30	
Mudança de posição do pivô	HM	0,8	25,86	20,69	
3. Insumos			Subtotal	605,50	40,7
3.1 fertilizantes					
03-30-10	kg	500	0,95	475,00	
Ureia	kg	145	0,9	130,50	
3.2 sementes/ Mat. Plantio			Subtotal	128,00	8,6
Sementes	Kg	40	3,2	128,00	
3.3 Defensivos Agrícolas			Subtotal	417,80	28,1
Glifosato	L	3	13,8	41,40	
Fungicidas	L	1,5	58	87,00	
Herbicidas	L	3	28,8	86,40	
Inseticidas	L	2	17,5	35,00	
Outros insumos utilizados	Kg	4	42	168,00	
4. Pós colheita			Subtotal	21,25	1,4
Transporte até armazém	sc	85	0,25		
Custo Total com Grão				1486,03	100,0
Depreciação em 6 anos					0,0
			TOTAL (DEP.)	1486,03	
Produção de Grão (Kg.ha-1)				835,25	
Custo R\$/Kg				1,78	
II - CUSTO COM FENO					
SERVIÇOS E INSUMOS					
1. Colheitas Biomassa			Subtotal	374,10	71,9
Corte com segadeira de 2 discos	htr	2	39,00	78,01	
Esparramação e/ ancinho (3 vezes/corte)	htr	1,9	33,54	63,73	
Enleiramento e/ ancinho (2 vezes/corte)	htr	1,425	33,54	47,80	
Enfardamento e/ enfardadeira motorizada	htr	2,7	39,76	107,36	
Transporte interno do feno (+ 1 km)	htr	2,625	26,92	70,68	
Auxiliar tratorista/enfardar	dh	0,35	18,64	6,52	
2. Armazenamento			Subtotal	116,02	22,3
Carga, descarga e empilhamento	dh	1,9	18,64	35,42	
Galpão/armazenamento	ud	1	80,60	80,60	
3. Outros custos			Subtotal	30,00	5,8
Assistência técnica	sm	0,1	300,00	30,00	
Custo Total Colheita, Armazenamento e Outros	RS/ha	-	-	520	100,0
Produção de Feno (Kg.ha⁻¹)				1710,88	
IV - Custo Total do Feno de Trigo					
Custos					
1 - Custo Fixo (Depreciado em 6 anos)			Subtotal		
2 - Custos Variáveis			Subtotal	520,12	
* Manutenção anual da lavoura				0,00	
* Colheita, armazenamento e outros custos				520,12	
3 - Custo Total/ha				520,12	
4 - Custo Total/Kg de feno (85% de MS)				0,30	
5 - Custo Total/Kg de MS				0,36	
Resende, H., Setembro de 2005.					

Tabela 5: Estimativa do custo para a produção de 1 ha de Alfafa.

CUSTO DE PRODUÇÃO DE FENO DE ALFAFA						
I - Custo do plantio e estabelecimento de 1,0 ha						
SERVIÇOS E INSUMOS			UNID.	QTDE	PREÇO (R\$)	R\$/ha
1- Preparo e correção do solo					Subtotal	753,46
1.1- Calagem					Subtotal	405,13
* transporte interno do calcário			htr	0,5	26,92	13,46
* distribuição do calcário			htr	1,2	30,06	36,07
* auxiliar de tratorista			dh	0,3	18,64	5,59
* calcário dolomítico			Kg	3500	0,10	350,00
1.2- Preparo do Solo					Subtotal	194,90
* Rocaça, Aceiro e Queimada			dh	6	18,64	111,845446
* aração com grade aradora			htr	1,5	36,82	55,24
* gradagem c/niveladora			htr	0,82	33,93	27,82
1.3 - Controle Inicial de Invasoras					Subtotal	153,43
* aplicação de herbicida PPI			htr	1,5	39,21	58,81
* incorporação do herbicida com grade			htr	1,5	33,93	50,89
* auxiliar tratorista			dh	0,2	18,64	3,73
* herbicida trifluralina			l	2	20,00	40,00
2- Plantio / Semeio					Subtotal	1715,61
* transporte de insumos			htr	0,5	26,92	13,46
*03-30-10			kg	500	0,95	475,00
* cloreto de potássio			kg	120	0,95	114,00
* sulfato de amônio			kg	280	0,70	196,00
* FTE BR16			kg	50	1,50	75,00
* semente de alfafa			kg	17	46,00	782,00
* plantio e adubação com semeadora Jumil			htr	1,6	37,59	60,14
3- Controle de invasoras					Subtotal	138,09
* aplicação de herbicida (1 aplicação/estabelecimento)			htr	0,6	39,21	23,52
* herbicida			l	2	20,00	40,00
* capinas (complementação)			dh	4	18,64	74,56
4- Adubação de cobertura					Subtotal	282,05
* distribuição manual do adubo			dh	0,6	18,64	11,18
* transporte do adubo			htr	0,5	26,92	13,46
* superfosfato simples			kg	60	0,46	27,60
* cloreto de potássio			kg	120	0,95	114,00
* FTE BR16			kg	25	1,50	37,50
* Ureia			kg	87	0,9	78,30
3.3- Irrigação					Subtotal	206,61
Energia			KW/h	10,92	9,46	103,30
Mudança de posição. Do pivô			HM	0,8	25,86	103,30
4- Outros custos					Subtotal	60,00
* assistência técnica			sm	0,2	300,00	60,00
5- Custo total						2667,16
RS/ha						100,00
II - Custo anual de manutenção/ha da cultura de Alfafa						
SERVIÇOS E INSUMOS			UNID.	QTDE	PREÇO (R\$)	R\$/ha
1.1- Adubação de cobertura					Subtotal	1044,24
*Ureia (uma vez)			Kg	87	0,9	78,30
* distribuição manual do adubo - 3 vezes/ano			dh	1,8	18,64	33,55
* transporte do adubo - 3 vezes/ano			htr	1,5	26,92	40,39
* superfosfato simples (4 aplicações/ano)			kg	240	0,46	475,00
* cloreto de potássio (3 aplicações/ano)			kg	360	0,95	342,00
* FTE BR16 (1 aplicações/ano)			kg	50	1,50	75,00
1.2- Controle de invasoras					Subtotal	350,74
* aplicação de herbicida (2 aplicações/ano)			htr	1,2	39,21	47,05
* herbicida			l	4	20,00	80,00
* capinas			dh	12	18,64	223,69
1.3- Irrigação					Subtotal	123,99
*Energia			KW/h	10,92	9,46	103,30
*Mudança de posição do pivô			HM	0,8	25,86	20,69
2- Outros custos					Subtotal	210,00
* assistência técnica			sm	0,1	300,00	30,00
* remuneração do uso da terra			mês	12	15,00	180,00
3- Custo total de manutenção						1728,97
RS/ha						100,00
III - Custo Anual de Colheita, Fenação e Armazenamento (1 corte)						
SERVIÇOS E INSUMOS			UNID.	QTDE	PREÇO	R\$/ha
1- Colheitas e secagem (fenação)					Subtotal	373,72
* corte com segadeira de 2 discos			htr	2	39,00	78,01
* esparramação c/ ancinho (1 vez/pré-secagem)			htr	0,6	33,54	20,13
* enleiramento c/ ancinho (1 vez/corte)			htr	0,7	33,54	23,48
* carga e descarga forrageira pré-secada			dh	0,1	18,64	1,04
* utilização do secador + galpão			t	2,3	4,50	10,35
* lenha (0,7 m ³ / t feno)			m ³	1,6	45,00	72,45
* energia (3 h / t feno)			Kwh	50,8	0,29	14,61
* mão de obra / secador			dh	0,9	18,64	16,16
* enfardamento c/ enfardadeira motorizada			htr	2,7	39,76	107,36
* transporte interno			htr	0,9	26,92	23,93
* auxiliar tratorista/enfardar			dh	0,3	18,64	6,21
2- Armazenamento					Subtotal	115,30
* carga, descarga e empilhamento			dh	1,1	18,64	20,30
* utilização de galpão/armazenamento			ud	1,0	95,00	95,00
3- Outros custos					Subtotal	30,00
* assistência técnica			sm	0,1	300,00	30,00
4- Custo Total Colheita, Armazenamento e Outros						519,02
RS/ha						100,00
5- Produção de feno						2335,9
Kg/ha¹						
IV - Custo Total do feno de alfafa						
Custos						
1- Custo Fixo (Depreciado em 6 anos)					Subtotal	540,61
2- Custos Variáveis					Subtotal	2247,99
* Manutenção anual da lavoura						1728,97
* Colheita, armazenamento e outros custos						519,02
3- Custo Total/ha						2788,60
4- Custo Total/Kg de feno (85% de MS)						1,19
5- Custo Total/Kg de MS						1,40

Resende, H., Setembro de 2005.

Tabela 6: Estimativa do custo para a produção de 1 ha de Capim Marandú.

CUSTO DE PRODUÇÃO DE FENO DE CAPIM MARANDÚ BRIZANTA					
I - Custo de formação e estabelecimento de 1.0 ha de Capim Marandú					
SERVIÇOS E INSUMOS	UNID.	QTDE	PREÇO (R\$)	R\$/ha	%
1- Preparo e correção do solo			Subtotal	450,03	40,02
1.1- Calagem			Subtotal	255,13	
* transporte interno do calcário	htr	0,5	26,92	13,46	
* distribuição do calcário	htr	1,2	30,06	36,07	
* auxiliar de tratorista	dh	0,3	18,64	5,59	
* calcário dolomítico	Kg	2000	0,10	200,00	
1.2- Preparo do Solo			Subtotal	194,90	17,33
* Roçada, Aceiro e Queimada	dh	6	18,64	111,85	
* aração com grade aradora	htr	1,5	36,82	55,24	
* gradagem c/niveladora	htr	0,82	33,93	27,82	
2- Plantio / Semeio			Subtotal	347,10	30,86
* transporte de insumos	htr	0,5	26,92	13,46	
* Distribuição manual de adubo (a lanço)	dh	0,8	18,64	14,91	
* Distribuição manual de sementes	dh	0,6	18,64	11,18	
* Incorporação das sementes e adubo c/ grade	htr	0,8	33,93	27,14	
* adubo super fósforo simples	Kg	500	0,46	230,00	
* semente de capim Marandú CV 40%	Kg	12	4,20	50,40	
3- Tratos culturais			Subtotal	143,46	12,76
* adubação de cobertura	dh	0,7	18,64	13,05	
* Ureia	kg	87	0,86	74,82	
* Combate às formigas	dh	0,3	18,64	5,59	
* Formicida - Isca Granulada	Kg	5	10,00	50,00	
4- Irrigação			Subtotal	123,99	11,03
Energia	KW/h	10,92	9,46	103,30	
Mudança de posição do pivô	HM	0,8	25,86	20,69	
5- Outros custos			Subtotal	60,00	
* assistência técnica	sm	0,2	300,00	60,00	
6- Custo total	R\$/ha			1124,58	100,00
II - Custo anual de manutenção/ha do feno					
SERVIÇOS E INSUMOS	UNID.	QTDE	PREÇO (R\$)	R\$/ha	%
1.1- Adubação de cobertura - 3 vezes/ano			Subtotal	632,83	61,88
* distribuição manual do adubo	dh	2,10	18,64	39,15	
* transporte do adubo (até 10 ha)	htr	1,50	26,92	40,39	
*03-30-10	kg	500	0,95	475,00	
* Ureia (uma vez)	Kg	87	0,9	78,30	
1.2- Controle de invasoras			Subtotal	55,92	5,47
* Roçada Manual	dh	3	18,64	55,92	
1.3- Irrigação			Subtotal	123,99	12,12
* Energia	KW/h	10,92	9,46	103,30	
* Mudança de posição do pivô	HM	0,8	25,86	20,69	
2- Outros custos			Subtotal	210,00	20,53
* remuneração do uso da terra	mês	12,00	15,00	180,00	
* Assistência técnica	sm	0,10	300,00	30,00	
3- Custo total de manutenção	R\$/ha			1022,75	100,00
III - Custo Anual de Colheita e Armazenamento (1 corte)					
SERVIÇOS E INSUMOS	UNID.	QTDE	PREÇO (R\$)	R\$/ha	%
1- Colheitas			Subtotal	374,10	71,93
* corte com segadeira de 2 discos	htr	2	39,00	78,01	
* esparramação c/ ancinho (3 vezes/corte)	htr	1,9	33,54	63,73	
* enleiramento c/ ancinho (2 vezes/corte)	htr	1,425	33,54	47,80	
* enfardamento c/ enfardadeira motorizada	htr	2,7	39,76	107,36	
* transporte interno do feno (+/- 1 km)	htr	2,625	26,92	70,68	
* auxiliar tratorista/enfardar	dh	0,35	18,64	6,52	
2- Armazenamento (de 4 colheitas)			Subtotal	116,02	22,31
* carga, descarga e empilhamento	dh	1,9	18,64	35,42	
* galpão/armazenamento	ud	1	80,60	80,60	
3- Outros custos			Subtotal	30,00	5,77
* assistência técnica	sm	0,1	300,00	30,00	
4- Custo Total Colheita, Armazenamento e Outros	R\$/ha	-		520,12	100,00
5- Produção de feno	Kg.ha⁻¹			2278,8	
IV - Custo Total do Feno de Capim Marandú					
Custos					
1 - Custo Fixo (Depreciado em 6 anos)			Subtotal	201,83	11,57
2 - Custos Variáveis			Subtotal	1542,87	88,43
* Manutenção anual da lavoura				1022,75	58,62
* Colheita, armazenamento e outros custos				520,12	29,81
3 - Custo Total/ha				1744,69	100,00
4 - Custo Total/Kg de feno (85% de MS)				0,77	
5 - Custo Total/Kg de MS				0,90	

Resende, H., Setembro de 2005.

Tabela 7: Estimativa do custo para a produção de 1 ha de Capim Tanzânia.

CUSTO DE PRODUÇÃO DE FENO DE CAPIM TANZÂNIA						
I - Custo de formação e estabelecimento de 1.0 ha de Capim Tanzânia						
SERVIÇOS E INSUMOS		UNID.	QTDE	PREÇO (R\$)	R\$/ha	%
1- Preparo e correção do solo				Subtotal	466,05	41,18
1.1- Calagem				Subtotal	255,13	
* transporte interno do calcário		htr	0,5	26,92	13,46	
* distribuição do calcário		htr	1,2	30,06	36,07	
* auxiliar de tratorista		dh	0,3	18,64	5,59	
* calcário dolomítico		Kg	2000	0,10	200,00	
1.2- Preparo do Solo				Subtotal	210,93	18,64
* Roçada, Aceiro e Queimada		dh	6	18,64	111,85	
* aração com grade aradora		htr	1,5	47,51	71,26	
* gradagem c/niveladora		htr	0,82	33,93	27,82	
2- Plantio / Semeio				Subtotal	334,70	29,58
* transporte de insumos		htr	0,5	26,92	13,46	
* Distribuição manual de adubo (a lanço)		dh	0,8	18,64	14,91	
* Distribuição manual de sementes		dh	0,6	18,64	11,18	
* Incorporação das sementes e adubo c/ grade		htr	0,8	33,93	27,14	
* adubo super fosfato simples		Kg	500	0,46	230,00	
* semente de capim Marandú CV 40%		Kg	10	3,80	38,00	
3- Tratos culturais				Subtotal	146,94	12,98
* adubação de cobertura		dh	0,7	18,64	13,05	
* Ureia		Kg	87	0,90	78,30	
* Combate às formigas		dh	0,3	18,64	5,59	
* Formicida - Isca Granulada		Kg	5	10,00	50,00	
4- Irrigação				Subtotal	123,99	10,96
Energia		KW/h	10,92	9,46	103,30	
Mudança de posição do pivô		HM	0,8	25,86	20,69	
5- Outros custos				Subtotal	60,00	
* assistência técnica		sm	0,2	300,00	60,00	
6- Custo total		R\$/ha			1131,69	100,00
II - Custo anual de manutenção/ha do feno						
SERVIÇOS E INSUMOS		UNID.	QTDE	PREÇO (R\$)	R\$/ha	%
1.1- Adubação de cobertura - 3 vezes/ano				Subtotal	632,83	61,88
* distribuição manual do adubo		dh	2,10	18,64	39,15	
* transporte do adubo (até 10 ha)		htr	1,50	26,92	40,39	
*03-30-10		kg	500	0,95	475,00	
Ureia (uma vez)		Kg	87	0,9	78,30	
1.2- Controle de invasoras				Subtotal	55,92	5,47
* Roçada Manual		dh	3	18,64	55,92	
1.3- Irrigação				Subtotal	123,99	12,12
*Energia		KW/h	10,92	9,46	103,30	
*Mudança de posição do pivô		HM	0,8	25,86	20,69	
2- Outros custos				Subtotal	210,00	20,53
* remuneração do uso da terra		mês	12,00	15,00	180,00	
* Assistência técnica		sm	0,10	300,00	30,00	
3- Custo total de manutenção		R\$/ha			1022,75	100,00
III - Custo Anual de Colheita e Armazenamento do Feno (1 corte)						
SERVIÇOS E INSUMOS		UNID.	QTDE	PREÇO (R\$)	R\$/ha	%
1- Colheitas				Subtotal	374,10	75,83
* corte com segadeira de 2 discos		htr	2	39,00	78,01	
* esparramação c/ ancinho (3 vezes/corte)		htr	1,9	33,54	63,73	
* enleiramento c/ ancinho (2 vezes/corte)		htr	1,425	33,54	47,80	
* enfardamento c/ enfardadeira motorizada		htr	2,7	39,76	107,36	
* transporte interno do feno (+- 1 km)		htr	2,625	26,92	70,68	
* auxiliar tratorista/enfardar		dh	0,35	18,64	6,52	
2- Armazenamento (de 4 colheitas)				Subtotal	89,23	18,09
* carga, descarga e empilhamento		dh	2,625	18,64	48,93	
* galpão/armazenamento		ud	1	40,30	40,30	
3- Outros custos				Subtotal	30,00	6,08
* assistência técnica		sm	0,1	300,00	30,00	
4- Custo Total Colheita, Armazenamento e Outros		R\$/ha	-		493,33	100,00
5- Produção de feno		Kg.ha⁻¹			4785,4	
IV - Custo Total do Feno de Capim Tanzânia						
Custos						
1 - Custo Fixo (Depreciado em 6 anos)				Subtotal	203,10	11,81
2 - Custos Variáveis				Subtotal	1516,08	88,19
* Manutenção anual da lavoura					1022,75	59,49
* Colheita, armazenamento e outros custos					493,33	28,70
3 - Custo Total/ha					1719,18	100,00
4 - Custo Total/Kg de feno (85% de MS)					0,36	
5 - Custo Total/Kg de MS					0,42	

Resende, H., Setembro de 2005.