

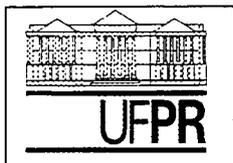
MARIA HELENA ELIAS VALENTINI

**ÉPOCAS DE MANEJO QUÍMICO DE COBERTURAS
DE SOLO PARA A CULTURA DO FEIJOEIRO EM
SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Paraná, como parte dos pré-requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências, do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de Concentração em Produção Vegetal, vinculado ao Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo

Professor Dr. Pedro Ronzelli Júnior, Orientador e Professores Dr. Edelclaiton Daros e M.Sc. Henrique Soares Koehler e Pesquisador M.Sc. Volnei Pauletti, Conselheiros.

CURITIBA
1999



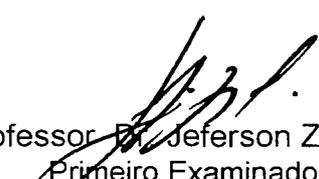
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL

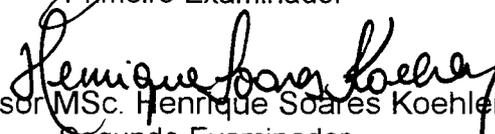
PARECER

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a argüição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pela candidata **MARIA HELENA ELIAS VALENTINI**, sob o título “**ÉPOCAS DE MANEJO QUÍMICO DE COBERTURAS DE SOLO PARA A CULTURA DO FEIJOEIRO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA**”, para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

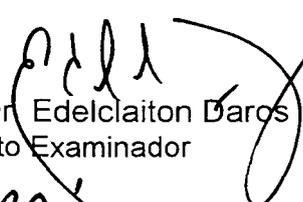
Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

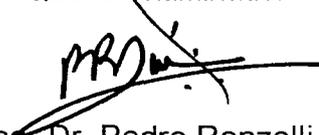
Curitiba, 14 de outubro de 1999.


Professor Dr. Jeferson Zagonel
Primeiro Examinador


Professor MSc. Henrique Soares Koehler
Segundo Examinador


Engº Agrº MSc. Volnei Pauletti
Terceiro Examinador


Professor Dr. Edelclaiton Daros
Quarto Examinador


Professor Dr. Pedro Ronzelli Júnior
Presidente da Banca e Orientador

Ao meu querido esposo Marcos

Aos meus filhos Breno, Marina e Nicole

Aos queridos e saudosos pais, Yolanda e Jorge

Agradecimentos

A Deus por cada conquista.

À memória de meus pais de cuja lembrança emana uma força inesgotável que me faz lutar constantemente.

Ao Marcos, esposo querido, incansável na ajuda para vencer os momentos difíceis. Sempre pronto com sugestões e apoio.

Aos meus filhos Breno, Marina e Nicole, paixões da minha vida, pelo prejuízo em tempo que viveram nesses meses.

Ao professor Pedro Ronzelli Junior pela sua amizade e apoio na condução dos trabalhos. Pessoa íntegra, justa e competente, sempre pronto a ajudar e escutar os desabafos. Um orientador de fato.

Ao professor Edelclayton Daros, sempre entusiasta, me dando força pelos corredores da vida.

Ao professor Henrique Soares Koehler pela simplicidade com que delinea os problemas estatísticos

Ao professor Luís Doni Filho pela amizade, espírito de equipe, sempre inovando na coordenação do pós-graduação.

À Fundação ABC pelo apoio para execução desse projeto.

Ao amigo e pesquisador Volnei Pauletti pelas dicas, conselhos técnicos, companheirismo e paciência.

Ao Técnico Agrícola Orontes José Grein, da Fundação ABC, que não mediu esforços, colaborando para que o projeto de pesquisa se concretizasse dentro do máximo rigor.

Ao pessoal da Fundação ABC (Zezinho, Pedrinho, Costa, Galo, Orangel, Adão, Claudino, Nelson, Mário, Luís Hamilton, Português, Rose, Audrey, Renata e D. Juraci) pela oportunidade de convivência.

Às amigas Sônia Povas e Lucineia de Fátima Almeida pela bondade e humildade. Que nunca nos separemos.

Aos amigos da Fundação ABC, Carlos Proença, Olavo Corrêa da Silva, Walter Buzatti, Rudimar Molin, Dorothi de Geus Bouwman e José Carlos dos Santos pelas trocas de idéias.

Ao amigo Zezo que me aturou nessas idas e vindas.

Às Bibliotecárias Doroti (UFPR) e Ângela Maria (UEPG) e aos funcionários Agrinaldo e Evelin (UFPR) pela ajuda durante o desenvolvimento desta dissertação

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
SUMÁRIO	vi
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE ANEXOS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 SEMEADURA DIRETA.....	4
2.2 ROTAÇÃO DE CULTURAS	5
2.3 COBERTURAS DE SOLO	6
2.4 VELOCIDADE DE DECOMPOSIÇÃO DAS COBERTURAS DE SOLO ...	11
2.5 CULTURA DO FEIJOEIRO X ROTAÇÃO	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL	15
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	16
3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 MATÉRIA SECA DAS COBERTURAS DE SOLO.....	23
4.2 POPULAÇÕES INICIAL E FINAL DA CULTURA DO FEIJOEIRO.....	26
4.3 COMPONENTES DO RENDIMENTO.....	29
4.4 RENDIMENTO DA CULTURA DO FEIJOEIRO	31
5 CONCLUSÕES.....	34
6 BIBLIOGRAFIA CITADA.....	35
7 ANEXOS.....	42

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Resultados das análises química e física do solo da área experimental, nas camadas de 0 - 10 cm e 10 - 20 cm. Fazenda Capão do Cipó/Fundação ABC, Castro, PR, 1998/99.....	16
TABELA 2: Descrição dos tratamentos utilizados, combinação de coberturas de solo e épocas de manejo químico. Fazenda Capão do Cipó/Fundação ABC, Castro, PR, 1998/99.....	18
TABELA 3: Coberturas de solo e respectivas quantidades de matéria seca ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) antes da operação de manejo químico. Fazenda Capão do Cipó/Fundação ABC, Castro, PR, 1998/99.....	25
TABELA 4: Produção de matéria seca de azevém em 2 cortes, realizados após a semeadura. Fazenda Capão do Cipó/Fundação ABC, Castro, PR, 1998/99.....	26
TABELA 5: Efeito das coberturas vegetais de solo e épocas de manejo destas sobre as populações inicial e final, em mil plantas. ha^{-1} , da variedade de feijão-comum "FT Bonito". Fazenda Capão do Cipó/Fundação ABC, Castro, PR, 1998/99.....	27
TABELA 6: Efeito das coberturas vegetais de solo e épocas de manejo destas sobre número médio de vagens por planta (NMVP), e número médio de sementes por vagem (NMSV), da variedade de feijão-comum "FT Bonito". Fazenda Capão do Cipó/Fundação ABC, Castro, PR, 1998/99.....	29
TABELA 7: Massa média de cem sementes (MM100S) quando submetidas a cinco coberturas e a 3 épocas de manejo químico da variedade de feijão-comum 'FT-Bonito'. Fazenda Capão do Cipó/Fundação ABC, Castro, PR, 1998/99.....	31
TABELA 8: Efeito das coberturas vegetais de solo e épocas de manejo químico destas sobre rendimento, em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, da variedade de feijão-comum "FT Bonito". Fazenda Capão do Cipó/Fundação ABC, Castro, PR, 1998/99.....	33

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Croqui da área experimental. Fazenda Capão do Cipó, Fundação ABC, Castro, PR, 1998.....	22
FIGURA 2: Temperaturas mínima, máxima e precipitação pluvial nos meses de abril de 1998 a março de 1999, Fazenda Capão do Cipó, Fundação ABC, Castro, PR. 1998/99	24

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: Análise de variância dos dados referentes a matéria seca das coberturas de solo, Fazenda Capão do Cipó, Fundação ABC, Castro, PR. 1998/99.....	42
ANEXO 2: Análise de variância dos dados referentes as populações inicial e final da variedade de feijão-comum 'FT-Bonito', Fazenda Capão do Cipó, Fundação ABC, Castro, PR. 1998/99.....	42
ANEXO 3: Análise de variância dos dados referentes a número médio de vagens por planta (NMVP), número médio de sementes por vagem (NMSV) e massa média de cem sementes (MM100S) da variedade de feijão-comum 'FT-Bonito', Fazenda Capão do Cipó, Fundação ABC, Castro, PR. 1998/99.....	43
ANEXO 4: Análise de variância dos dados referentes ao rendimento da variedade de feijão-comum 'FT-Bonito', Fazenda Capão do Cipó, Fundação ABC, Castro, PR. 1998/99.....	43

RESUMO

Na Estação Experimental da Fundação ABC, em Castro, PR, foi conduzido um experimento objetivando estudar o efeito de coberturas de solo e épocas de manejo químico dessas coberturas, sobre o rendimento e seus componentes da cultura do feijoeiro. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos testados foram resultantes das combinações de cinco coberturas de solo, nas parcelas, e três épocas de manejo químico, nas subparcelas. As coberturas de solo foram: aveia branca (*Avena sativa*), aveia preta (*Avena strigosa*), azevém (*Lolium multiflorum*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e trigo (*Triticum aestivum*). As épocas de manejo químico foram: 0, 15 e 30 dias antes da semeadura (DAS) da cultura do feijoeiro, variedade 'FT-Bonito'. A semeadura das coberturas de solo, em até três épocas distintas, garantiu, no momento do manejo químico, a mesma quantidade de matéria seca das espécies utilizadas. Exceção ocorreu com o azevém que foi submetido a um corte extra. O feijão semeado sobre a cobertura por azevém foi o que obteve maiores populações de plantas inicial e final. Sobre a aveia branca foi observada a menor população inicial de plantas e sobre trigo a menor população final de plantas. As épocas de manejo químico não apresentaram efeitos significativos sobre as populações inicial e final de plantas. Não foram identificadas, nos tratamentos, diferenças significativas nos números médios de vagens por planta, e de sementes por vagem e no rendimento. A massa média de 100 sementes foi influenciada pela época de manejo das coberturas de solo. Foi maior aos 0 e 15 DAS para aveia preta e nabo forrageiro, aos 15 e 30 DAS para aveia-branca, aos 0 e 30 DAS para trigo e indiferente para o azevém.

ABSTRACT

It was carried out, at the ABC Foundation Experiment Station, Castro, PR, an experiment to study the effects of cover crops, and their chemical management time influence on the yield and components of dry beans. The experimental design was a randomized complete block utilizing split-plots with four replications. The tested treatments were the combination of five cover crops on the plots, and three chemical management times on the split-plots. The cover crops were: white oats (*Avena sativa*), Black oats (*Avena strigosa*), ryegrass (*Lolium multiflorum*), forage turnip (*Raphanus sativus*), and Wheat (*Triticum aestivum*) and the chemical management times were 0, 15 and 30 days (DAS) before seedling the beans crop 'FT Bonito' variety. Seedling the cover crops in three different times guarantee the same amount of dry matter at the moment of species chemical management. An exception occurred with ryegrass that was submitted to an extra cut. Dry beans seeded on ryegrass cover crop showed the best initial and final plant populations. On white oats get the lowest initial plant population and on wheat the lowest final plant population. The chemical management times did not showed any significant effect on the plant population. It was not verified, on the treatments, any significant difference on the average number of pods per plant, and seeds per pod, and on the yield. The mass average of 100 seeds was affected by the chemical management time and cover crop species. It was higher at 0 and 15 DAS for black oats and forage turnip, at 15 and DAS for white oats, at 0 and 30 DAS for wheat, and it was indifferent for ryegrass.

1 INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é produto agrícola de alta expressão econômica e social além de ser alimento básico da população brasileira, sendo a principal fonte de suprimento protéico das classes de menor renda. Cultivado em todo o território nacional, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de feijão-comum, perdendo apenas para a Índia (34). Na Região Sul, o principal Estado produtor é o Paraná, que concentra sua maior safra no período das águas. A cultura do feijoeiro ganhou destaque em função dos bons preços praticados nos últimos anos promovendo incremento de renda dos produtores, principalmente aqueles que utilizam técnicas modernas como a semeadura direta e a irrigação. Na Região dos Campos Gerais, no Sul do Paraná, as áreas de feijão se expandem em rotação de culturas com soja, milho, trigo e aveia preta.

Os bons resultados econômicos alcançados com a cultura do feijoeiro têm estimulado os produtores a investirem na utilização de sementes melhoradas e de produtos fitossanitários modernos. Desde 1980, com a expansão da semeadura direta na Região dos Campos Gerais, se discute qual a melhor seqüência de culturas para compor uma maior diversidade de espécies com maior retorno econômico aos produtores (31, 32, 64, 77).

Na safra de verão, a falta de comprometimento com o sistema de rotação de culturas tem mostrado o cultivo de feijão em até duas safras sucessivas. Essa sucessão tem preocupado pesquisadores e extensionistas da região, especialmente em razão do recente aumento de doenças causadas por fungos de solo como *Fusarium solani* e *Rhizoctonia solani* (24, 32, 47).

O aumento substancial na área de cultivo de feijão em semeadura direta, a ausência de conhecimentos de um sistema de rotação em semeadura direta, que coloque o feijoeiro como cultura principal, a diminuição da produção de massa vegetal de aveia preta, devido a sua utilização praticamente como monocultura de inverno, a recente introdução de novas espécies alternativas, como nabo forrageiro e aveia-branca, o impacto da cultura do feijoeiro em rotação com poáceas (gramíneas) destinadas à pastagens e o aumento gradativo de doenças radiculares na cultura do feijoeiro, devido à diminuição da diversidade de espécies de inverno, justificam maior estudo da cultura do feijoeiro sobre as coberturas de inverno. Portanto, o relativo desconhecimento do desempenho e dos fatores positivos temporários de diferentes espécies de coberturas vegetais de solo, tornam a manutenção do sistema atual vulnerável quanto ao futuro, sendo necessários maiores estudos do sistema de rotação de culturas visando a manutenção de uma agricultura sustentável (32, 77, 64).

Dessa forma, desenvolveu-se o presente trabalho que teve como objetivo geral verificar o efeito de diferentes coberturas vegetais de solo, manejadas quimicamente (dessecadas) em três épocas, sobre a cultura do feijoeiro. Os objetivos específicos foram: a) promover maior conhecimento das diferentes espécies de cobertura de solo durante o inverno em rotação com o feijoeiro; b) estudar qual o melhor momento para dessecação química das coberturas de solo e sua influência sobre o feijoeiro; c) determinar, em função das coberturas de solo e da época de manejo químico (dessecação), a influência sobre o rendimento do feijoeiro e seus componentes.

Para comprovação formulou-se a hipótese de que diferentes coberturas de solo não influenciam o desempenho do feijoeiro, em função do volume e do tipo de matéria seca produzida. A decomposição da palhada provocada pelo manejo

químico, em determinadas épocas, permite melhor estabelecimento inicial e, conseqüentemente, maior rendimento da cultura do feijoeiro em semeadura direta.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SEMEADURA DIRETA

O aumento da produção agrícola, considerando tanto a capacidade de assimilação da natureza em relação às novas tecnologias, quanto a recuperação e/ou preservação dos recursos naturais, é o grande paradigma a ser vencido para o desenvolvimento sustentado dos agroecossistemas. É necessário, dentro de um sistema de produção agrícola, buscar essa visão holística, com enfoque sistêmico, para se alcançar maior elo simbiótico entre as atividades, no sentido de que cada setor seja parte integrante do outro, dentro de cada área da propriedade (35, 36).

Como o recurso natural é um dos fatores limitantes para a sustentabilidade do sistema, a semeadura direta tem sido a forma mais adequada para preservar e recuperar a qualidade biológica do agroecossistema, em regiões de clima subtropical como o Sul do Brasil, além de ser tida como uma das práticas mais completas, tanto do ponto de vista do controle de erosão quanto da melhoria do solo (14, 74, 24, 28, 31, 33, 36).

O plantio direto é um sistema de semeadura em solo não revolvido por implementos agrícolas (arados, grades, escarificadores, etc.), no qual a semente e o adubo são colocados em sulcos ou covas com largura e profundidade suficientes para se obter adequada cobertura e contato das sementes com a terra, mantendo os resíduos da cultura anterior na superfície do solo. O controle das plantas daninhas é, geralmente, feito por meio de métodos químicos, combinados ou não com práticas mecânicas e culturais específicas. A semeadura direta tem sido a mola propulsora do desenvolvimento econômico dos produtores dos Campos Gerais, Região Centro-Sul do Paraná, por garantir menores riscos de erosão e minimizar o estresse hídrico

e os efeitos nocivos de chuvas torrenciais freqüentes durante o ano (7, 24, 31, 33, 36, 43, 50, 51).

Na Região dos Campos Gerais, a cultura do feijoeiro foi introduzida no sistema de produção a partir da safra 1977/78. A quase totalidade das áreas encontra-se em sistema de semeadura direta, em diferentes sistemas de rotação de culturas. Os resultados obtidos a campo são satisfatórios, com produtividades alcançando médias de 2400 até 4000 kg.ha⁻¹ (32, 77).

2. 2 ROTAÇÃO DE CULTURAS

Com o desenvolvimento do sistema de semeadura direta, o conceito de rotação de culturas começou a ser disseminado e amplamente estudado. A rotação de culturas é uma prática agrícola recomendada há muito tempo e se constitui numa alternância ordenada de diferentes culturas, na mesma lavoura, obedecendo finalidades definidas, sendo que uma espécie vegetal não é repetida no mesmo lugar com intervalo menor do que dois e, se possível, três ou mais anos (23, 62, 67, 68, 69, 72, 73, 74).

Essa alternância de espécies deve ser feita de acordo com planejamento adequado, no qual devem ser considerados diversos fatores, entre eles, a cultura predominante da região, em torno da qual será programada a rotação, e dos fatores de ambiente, que influirão nas culturas escolhidas para integrarem o sistema. A diversidade de espécies propicia às plantas que têm exigências nutricionais diferenciadas, a exploração de camadas de perfis de solo distintas e a promoção da reciclagem de nutrientes do solo, contribuindo para a quebra do ciclo dos patógenos, sendo de extrema importância para a manutenção ou aumento da biodiversidade do solo (12, 15, 16, 28, 36, 40, 42, 61, 69, 73).

2.3 COBERTURAS DE SOLO

A implementação e manutenção do sistema de semeadura direta é atingido se houver a presença de cobertura vegetal morta para proteger o solo, onde o manejo adequado e a produção de massa seca dos resíduos vegetais são de vital importância e as plantas utilizadas como cobertura de solo têm como objetivo final beneficiar o rendimento das culturas econômicas, sem aumentar os custos. Para isso é necessário que essas plantas: (a) atinjam velocidade ideal de fechamento de área e volume de produção de massas vegetativas aérea e radicular, pois, durante o crescimento inicial das culturas o solo se encontra desprotegido e, portanto, mais suscetível à erosão; (b) mantenham a superfície do solo permanentemente coberta por materiais vegetais em fase vegetativa ou como resíduos; e (c) não sejam hospedeiras de pragas e doenças das culturas subsequentes (4, 5, 50, 74).

A presença de palha na superfície garante menor flutuação de temperatura do solo e, conseqüentemente, maior umidade no perfil do mesmo solo. Há trabalhos demonstrando que a prática de adubação verde quando utilizada em cobertura de inverno pode se constituir, comparativamente ao pousio, num dos métodos mais valiosos e baratos no combate de algumas pragas e doenças. Esse objetivo só será atingido por meio do uso de culturas específicas para a cobertura de solo, planejadas dentro de um sistema de produção para cada área da propriedade. O conhecimento das reações provocadas pela utilização de diferentes espécies vegetativas ao longo do tempo, em uma mesma área, constitui uma das grandes necessidades do produtor rural (24, 50, 74, 78).

Os resultados de pesquisa sobre sistemas de manejo em rotação de culturas, implantado em Carambeí, PR, mostraram claramente o efeito da deficiência de nitrogênio no tecido foliar, tanto no milho quanto no trigo, quando a seqüência de

culturas foi predominantemente de gramíneas (milho/trigo/milho). Esse trabalho evidenciou que a inclusão de uma leguminosa, como a soja, reduzia sensivelmente a carência de nitrogênio (N) nessas culturas. Posteriormente, trabalhos com diversas coberturas verdes de inverno, mostraram que as fabáceas (leguminosas) antecedendo a cultura do milho proporcionavam maior rendimento de grãos do que as gramíneas (13, 23, 51).

O que diferencia a introdução de leguminosas em sistemas de rotação é a possibilidade de elevação no teor de nitrogenados no solo e sua disponibilidade às culturas sucessoras, em função da composição diferenciada de N no tecido, promovida pela fixação simbiótica. A decomposição mais rápida de seus resíduos, motivada pela menor relação C/N, poderia tornar disponível mais rapidamente os nutrientes acumulados nos tecidos. Apesar do efeito expressivo da leguminosa é importante enfatizar o efeito remanescente dos resíduos, ao longo do tempo, na liberação de nutrientes, em função de diferentes taxas de decomposição. Esses aspectos induziram produtores e técnicos a procurar estabelecer um sistema de rotação de culturas onde possam alternar gramíneas e leguminosas, eventualmente incluindo crucíferas, onde ganhos significativos podem ser obtidos pela reciclagem de nutrientes. Isso se deve às características das leguminosas, bem como das crucíferas, em explorar camadas mais profundas do solo, quando comparadas com às gramíneas, influenciando principalmente o manejo da adubação nitrogenada de gramíneas em sucessão a leguminosas. Estas podem reduzir em até 50% a quantidade de N para a cultura sucessora (10, 12, 13, 16, 25, 39, 52).

Com o desenvolvimento do sistema de semeadura direta, nos Campos Gerais do Paraná, foram introduzidas diferentes espécies para cobertura verde, tais como tremoço, ervilhaca, aveia-preta, chícharo, serradela e centeio. Nos últimos anos os produtores praticamente abandonaram coberturas como tremoço e ervilhaca

pois essas não atendiam um dos requisitos básicos das coberturas que é não ser fonte de inóculo de doenças para a cultura sucessora (13, 14, 22, 23, 25, 32, 51).

Estudos realizados na Região dos Campos Gerais de rotação de culturas, até então, mostram melhores resultados no plantio de verão com um terço das áreas com milho e dois terços com leguminosas, principalmente soja e feijão e a seqüência de culturas em rotação mais utilizada é: aveia-preta/soja/trigo/soja/aveia-preta/milho. Os principais fatores que motivaram os produtores a optarem por tal rotação, foram: (a) poder semear aveia-preta à lanço, sem prejuízo na formação de uma boa cobertura, isto é, uma maior agilidade em relação às leguminosas tremoço e ervilhaca; (b) as leguminosas para produzirem bem precisam ser semeadas em março/abril, caso contrário o desenvolvimento é mais lento possibilitando incidência de maior população de ervas daninhas exigindo um maior custo no controle destas na fase de manejo químico da cobertura verde ou na cultura do milho; (c) baixa qualidade das sementes das leguminosas causando redução da população de plantas com formação de reboleiras com elevada infestação de ervas daninhas; (d) a influência da leguminosa no desenvolvimento de alguns patógenos prejudiciais à cultura da soja, cultivada no verão seguinte, devido às condições climáticas da região serem favoráveis à estes (22, 24, 31, 32, 64, 65,77).

A disseminação da aveia-preta como cobertura preferencial dos solos dos Campos Gerais, deveu-se aos baixos custos de semeadura, boa capacidade de produção de massa verde controlando a erosão, efeito supressor de plantas daninhas, fácil manejo e baixo custo na multiplicação de sementes, além de ser recomendada tanto para cobertura do solo quanto para produção de forragem (2, 16, 25, 27, 60, 63).

Excelentes resultados foram obtidos no Paraná com o uso da aveia-preta, que proporciona uma boa proteção ao solo, com produção de 4000 a 11500 kg.ha⁻¹

de matéria seca, e promove melhorias nas condições físicas do solo, amortecendo o impacto direto das gotas da chuva, regulando a temperatura da camada superficial, permitindo o desenvolvimento de raízes e aumentando significativamente a produção de algumas culturas subseqüentes, como o feijão e a soja (22, 23, 24, 60, 74).

Em testes comparativos de várias espécies de inverno em dois anos, observou-se que o feijão teve aumento de rendimento de 57% quando semeado após aveia preta, e 42% quando semeado após nabo forrageiro e a soja semeada sobre aveia-preta rendeu 770 kg.ha⁻¹ a mais do que a média de todas as outras alternativas (nabo, tremoço). Esses resultados mostram que a inclusão da aveia preta na rotação de culturas pode promover acréscimos apreciáveis nas culturas de soja e feijão (22, 23, 24, 32, 47, 60).

Do ponto de vista fitopatológico a aveia-preta é resistente a doença mal do pé. Muitos autores também ressaltam o valor dessa planta no efeito residual sobre o rendimento de soja e feijão propiciando aumentos de 45% e 29%, respectivamente, quando comparado com o centeio. Na sanidade do solo, reduz doenças como rizoctoniose e mofo branco na cultura da soja. Há casos em que o plantio de aveia-preta como adubo verde antes da soja, mostra-se mais rentável do que o plantio de trigo como cultura comercial precedente à soja, em anos chuvosos ou com seca prolongada. O intenso plantio de aveia-preta, nos últimos anos, pode colocar o sistema de produção em risco, em função da escolha repetitiva da mesma espécie. Com isso, aveia-branca e tritcale surgiram como novas opção, sendo usados tanto para cobertura do solo como para produção de grãos. O principal fator limitante ao cultivo da aveia-branca é ser suscetível à ferrugem e ao ataque de pulgões, embora já existam algumas variedades tolerantes. A aveia-branca é mais exigente do que a

aveia-preta em termos de fertilidade e menos resistente à seca (22, 24, 25, 32, 49, 64, 77).

No Paraná, o trigo é a cultura comercial de inverno que ocupa a maior área. Nos anos de 1974 e 1975 houve séria incidência de mal do pé nos municípios de Guarapuava e Castro, onde cerca de 200 ha de trigo foram quase totalmente perdidos somente na região de Castro, propiciado pelo clima úmido e frio, como também por altas doses de calcário e ausência de rotação de culturas. Apesar do trigo apresentar alto risco de produção na região, em função da freqüente presença de geadas nas fases críticas da lavoura, chuvas na colheita e baixos preços praticados nos últimos anos, boa parte dos produtores tem mantido o plantio como forma de diluição dos custos fixos da propriedade (24, 48, 68, 69, 74, 79).

Outra espécie que tem apresentado elevada capacidade de reciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio (30 kg/t de matéria seca), fósforo (2 kg/t de matéria seca) e potássio(39 kg/t de matéria seca), é o nabo forrageiro, qualificando-se como importante espécie no sistema de rotação de culturas. O cultivo do feijoeiro em áreas plantadas no inverno com nabo forrageiro e aveia-preta, tem apresentado rendimentos 39% e 36% superiores quando comparado a coberturas de inverno, como o trigo. Porém não deve ser semeado seguidamente no mesmo local e de preferência não deve preceder outras crucíferas em função de ocorrência de doenças comuns, como a esclerotínia, por exemplo. Resultados de pesquisa apontam para acréscimos de 20% no rendimento de milho, quando cultivado em sucessão ao nabo forrageiro, além de redução na incidência de plantas invasoras. Esta redução de plantas invasoras atribui-se ao acúmulo e liberação lenta ao longo do tempo de substâncias alelopáticas (2, 13, 22, 24, 25, 45, 50, 59, 63, 66, 80).

O azevém pode ser utilizado como planta de cobertura e melhoradora dos solos, como também para a produção de forragem na rotação com soja,

proporcionando bom efeito residual e diminuição na aplicação de herbicidas, no sistema de semeadura direta. Porém o azevém pode perpetuar doenças radiculares e servir de fonte de inóculo e também tornar-se facilmente uma planta daninha para a cultura do trigo, reduzindo o seu rendimento. O azevém é também utilizado em algumas propriedades destacando-se no controle supressor de guaxuma. Porém, devido ao seu ciclo longo e a sua peculiar formação radicular que tornam difícil o estabelecimento de culturas em sucessão, o azevém tem sua área de uso mais restrita. Atualmente, com a introdução de gado em áreas de semeadura direta, esta cultura voltou a ocupar uma importância maior, embora ela esteja presente naturalmente em regiões de pequenas propriedades produtoras de leite. A integração lavoura-pecuária, objetivando a produção de forragem de inverno e de verão, para manter a produção de leite e de carne, tem sido uma das opções para a ocupação do solo no período de inverno, onde tradicionalmente se cultiva o trigo. A introdução de culturas forrageiras, vem contribuir de forma decisiva para amenizar os problemas de degradação do solo e para reduzir o nível de inóculo de doenças da lavoura, em função da introdução de um sistema de rotação de culturas (26, 36, 58, 63, 75, 81).

2.4 VELOCIDADE DE DECOMPOSIÇÃO DAS COBERTURAS DE SOLO

A relação C/N das culturas em uma rotação influi na taxa de mineralização dos resíduos orgânicos, na imobilização e na liberação de N no solo, sendo a decomposição inversamente proporcional ao teor de lignina e à relação C/N dos resíduos, ou seja, quanto maior a relação C/N mais lenta será a decomposição dos resíduos depositados na superfície. Quando a relação C/N da parte aérea de diferentes espécies de adubação verde é analisada, pode-se observar variações dos

valores entre 16 e 33. Dados mostram que após adubos verdes com relação C/N menor que 23 (tremoço e nabo forrageiro), os cultivos principais devem ser semeados o mais cedo possível, para reduzir as perdas de N. Além do mais, esses adubos verdes deveriam ser seguidos por culturas de renda com alta demanda de N, como exemplo o milho. Por outro lado, quando leguminosas de verão (soja e feijão) são semeadas, deveriam ser precedidas de adubos verdes com relação C/N ampla (maior que 25), como a aveia-preta e o centeio, devido ao fato de a fixação simbiótica de N ser influenciada negativamente pelo excesso de nitrato no solo na fase inicial de crescimento. Assim, resíduos com relações C/N maiores que 25, formam coberturas mais estáveis no solo, enquanto valores menores, favorecem a mineralização. A relação C/N entre 23 e 24, favorecerá a mineralização uniforme dos resíduos orgânicos com reflexos positivos sobre o suprimento de N para plantas não leguminosas (23, 31, 38, 39, 64).

O menor acúmulo de N na planta quando o milho é cultivado em sucessão à aveia-preta, pode ser atribuído à alta relação C/N dos resíduos culturais dessa espécie. Para utilizar o carbono na biossíntese e também como fonte de energia, os microorganismos do solo imobilizam o N da palha da aveia-preta, inclusive parte do N mineral do solo, diminuindo a sua disponibilidade para o milho. Apesar de diminuir a disponibilidade de N no solo e interferir negativamente no rendimento de grãos de milho é alternativa interessante para o controle de erosão do solo. Para compensar a imobilização inicial, recomenda-se a aplicação de doses variando de 20 a 30 kg.ha⁻¹ de N na semeadura (23, 24, 38, 39, 52, 61, 65).

A massa da parte aérea e radicular, o teor de N e a relação C/N de diversas espécies de adubação verde foram comparadas entre si obtendo-se como resultados que algumas não leguminosas forneceram quantidade maior de N total em relação as leguminosas. Assim, o N total da parte aérea e massa radicular de

tremoço foi de 90 kg.ha^{-1} enquanto nabo forrageiro e aveia-preta incorporaram ao solo 135 e 145 kg.ha^{-1} , respectivamente. Portanto, nabo forrageiro e aveia-preta são particularmente adequados para absorver o nitrogênio deslocado para as camadas do subsolo e evitar ou reduzir perdas por lixiviação. As variações, normalmente verificadas na capacidade das coberturas de inverno em suprir N para as culturas de verão, devem estar relacionadas às características intrínsecas de cada espécie, do manejo utilizado e das condições edafo-climáticas predominantes em cada local. Isso evidencia a importância de avaliar criteriosamente as espécies para adubação verde em escala regional, bem como o efeito destas sobre as culturas subsequentes (21, 24, 50, 52, 74).

2.5 CULTURA DO FEIJOEIRO X ROTAÇÃO

Há aproximadamente cinco anos os agricultores têm ampliado suas áreas de plantio com a cultura do feijoeiro, em razão dos bons resultados econômicos atingidos e desenvolvendo seu próprio sistema de rotação (32, 77). Raros são os trabalhos disponíveis na literatura envolvendo o cultivo do feijoeiro em semeadura direta, em sucessão a espécies de inverno para cobertura de solo e adubação verde, embora hajam muitos trabalhos que referem-se a outras culturas, como soja e milho (22, 23, 24, 25).

Nas áreas onde foi utilizada a semeadura direta têm se verificado aumentos dos níveis de nutrientes, aumento da atividade de microrganismos, melhor aproveitamento do nitrogênio fixado, melhor infiltração e armazenamento de água, maior estabilidade dos agregados do solo, aumento de produção das culturas das secas e controle da variação de temperatura do solo.

A cultura do feijoeiro tem sido utilizada em rotação com milho, aveia, soja, trigo, leguminosas forrageiras e diferentes tipos de sorgo. Feijões foram testados em diferentes coberturas de inverno e mostraram melhores rendimentos quando semeados após aveia-preta (800 kg.ha⁻¹) e nabo forrageiro (830 kg.ha⁻¹) em relação ao tremoço, ervilhaca, chícharo, centeio, trigo, colza e girassol. Pesquisas desenvolvidas durante 5 anos em Ponta Grossa, PR, mostraram maiores produtividades da cultura do feijoeiro quando sucedeu aveia-preta (2435 kg.ha⁻¹) e centeio (2205 kg.ha⁻¹) quando comparado com o trigo (1725 kg.ha⁻¹), tremoço (1690 kg.ha⁻¹) e o monocultivo (1109 kg.ha⁻¹), evidenciando a aveia-preta como melhor opção. Pode-se observar redução dos níveis de infecção de *Rhizoctonia solani* e *Fusarium solani* quando o feijão sucedeu aveia-preta e uma tendência maior para número de vagens por planta e sementes por vagens quando o plantio de feijão foi após aveia preta e trigo (7, 14, 22, 23, 49).

Nos Campos Gerais, a maior parte do feijão é semeada no final de novembro e início de dezembro, a fim de diminuir os riscos de chuvas na colheita. Porém, não é difícil encontrar produtores que arriscam o plantio no início das águas, fazendo duas safras sucessivas, das águas e das secas comprometendo o sistema de rotação de culturas (31, 32).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL

O experimento foi conduzido à campo, no ano agrícola 1998/99, na Fazenda Capão do Cipó, Estação Experimental da Fundação ABC, em Castro, PR. A região apresenta as coordenadas geográficas de latitude Sul 24°47'30"; de longitude Oeste 49°56'43" e altitude média de 980 m. A escolha da área experimental foi baseada no histórico da gleba. Desde que a propriedade foi aberta para fins agrícolas a área não havia sido cultivada com a cultura do feijoeiro. Anteriormente à instalação do experimento foi adotada na área a rotação de culturas aveia-preta (*Avena strigosa*)/milho (*Zea mays*)/triticale (*X Triticosecale*)/soja (*Glycine max*)/aveia-preta/milho. As culturas de verão que antecederam o experimento receberam adubação mineral, conforme análise química do solo.

O solo da área experimental é caracterizado como um Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, A proeminente, textura argilosa, fase campo subtropical e relevo suave ondulado (LVA₃) (53). Anteriormente à instalação do experimento foram coletadas amostras para caracterização química e física nas camadas de 0 - 10 cm e 10 - 20 cm, sendo os resultados apresentados na Tabela 1.

A região, segundo a classificação de Köppen, apresenta clima tipo Cfb-sub-tropical úmido, mesotérmico, verões amenos, com geadas severas, demasiadamente freqüentes, sem estação seca, temperatura média anual de 20° C e precipitação pluvial média anual de 1569 mm (41).

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso com os tratamentos arranjados em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos testados foram os resultantes das combinações de cinco coberturas de solo, nas parcelas, com três épocas de manejo, nas sub-parcelas. As coberturas vegetais de solo foram: aveia-branca (*Avena sativa*), aveia-preta (*Avena strigosa*), azevém (*Lolium multiflorum*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e trigo (*Triticum aestivum*). As três épocas de manejo químico corresponderam a dessecação das coberturas vegetais de solo aos 0, 15, 30 dias antes da semeadura (DAS) da cultura do feijoeiro. Na Tabela 2 são apresentados os tratamentos.

Tabela 1 - Resultados das análises química e física iniciais do solo da área experimental, nas camadas de 0 - 10 cm e 10 - 20 cm. Fazenda Capão do Cipó/Fundação ABC, Castro, PR, 1998/99.

Faixa	cm	pH	Al ³⁺	H+Al	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	CTC	P ¹	M.O. ²	V	Al	Granulometria %		
													CaCl ₂	mmol.c.dm ⁻³	mg.dm ⁻³
00-10	5,2	0	42	51	28	2,7	123,7	74	54	66	0	37	37	26	
10-20	4,9	1	58	28	12	1,5	99,5	41	41	42	2,4	30	33	37	

¹ Determinação por resina de troca aniônica.

² Matéria orgânica

3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A área total do experimento foi de 56,0 m x 27,5 m, totalizando 1540,0 m². Cada um dos quatro blocos apresentou 5,0 m x 56,0 m = 280,0 m². Os blocos foram separados por corredores de 2,5 m para facilitar os tratos culturais, enquanto que as sub-parcelas foram separadas por 1,0 m de corredor para que não houvesse

sobreposição das espécies, conforme o croqui apresentado na Figura 1. Cada parcela foi constituída de 21 linhas de feijão de 5,0 m espaçadas de 0,40 m = 42,0 m². As sub-parcelas foram constituídas de sete linhas de feijão de 5,0 m espaçadas de 0,40 m = 14,0 m². A área útil das sub-parcelas, para efeito de colheita e análise dos dados, foi obtida a partir das três linhas centrais, mantendo-se bordaduras de 0,50 m em ambas as extremidades das sub-parcelas, totalizando 4,8 m² (Figura 1).

A gleba escolhida foi cultivada anteriormente com milho. Após a operação de colheita do milho, realizou-se a picagem dos restos culturais usando o equipamento "triton". As plantas daninhas remanescentes foram dessecadas com o herbicida sistêmico Glifosate, na dose de 960 g i a.ha⁻¹, com volume de calda de 150 l.ha⁻¹. Quinze dias após a aplicação do produto foi iniciada a semeadura das coberturas de solo. No intervalo entre a dessecação e a semeadura foi feita a coleta de solo para análise.

As sementes de aveia-branca, aveia-preta e trigo foram tratadas com fungicida para prevenir a ação de fungos e garantir a população desejável de plantas e as de azevém e nabo forrageiro não foram tratadas acompanhando a prática comum da região. A semeadura das coberturas de solo foi feita manualmente, a fim de aumentar o controle e garantir menor índice de erro na distribuição de sementes. Para tal operação optou-se pelo sulcamento mecânico das linhas, num espaçamento de 0,17 m para todas as espécies.

Partindo-se do princípio que cada cobertura apresenta ciclo reprodutivo diferente e a fim de garantir a mesma produção de massa verde das espécies nas sub-parcelas quando do momento da dessecação, optou-se pela semeadura das coberturas de solo em três épocas distintas, exceto para azevém. Para tanto, as semeaduras das sub-parcelas de aveia-preta foram feitas nos dias 13 maio 25 maio e 08 junho, mesma data usada para a semeadura das sub-parcelas de

aveia-branca e de nabo forrageiro, enquanto o trigo foi semeado nos dias 25 maio 08 junho e 20 junho, todos no ano de 1998.

Tabela 2 – Descrição dos tratamentos utilizados, combinação de coberturas de solo e épocas de manejo químico, Fazenda Capão do Cipó/Fundação ABC, Castro, PR, 1998/99.

Tratamento	Coberturas de solo	Épocas de manejo ¹
1	Nabo forrageiro	0
2	Nabo forrageiro	15
3	Nabo forrageiro	30
4	Aveia-preta	0
5	Aveia-preta	15
6	Aveia-preta	30
7	Aveia-branca	0
8	Aveia-branca	15
9	Aveia-branca	30
10	Trigo	0
11	Trigo	15
12	Trigo	30
13	Azevém	0
14	Azevém	15
15	Azevém	30

¹ Dias antes da semeadura(DAS) do feijoeiro.

Diferentemente da prática normal na região, o trigo foi utilizado como cobertura, não se chegando até a colheita de grãos, como forma de preservar a melhor época de semeadura do feijoeiro. Durante o ciclo da cultura do trigo foram realizadas duas aplicações de fungicidas, para o controle da ferrugem da folha e oídio. Para o azevém optou-se pela semeadura em única data, no dia 14 março de 1998. Dentro do princípio da obtenção da mesma produção de massa verde no ato da dessecação, o azevém recebeu dois cortes durante o ciclo. Tomou-se essa decisão de cortar o azevém com base na prática comum dos agro-pecuaristas, que fazem até três cortes por ciclo da cultura, para produção de pré-secado. Essa prática é parte da integração lavoura-pecuária com duplo propósito: produção de silagem e cobertura de solo para a semeadura do feijoeiro em semeadura direta.

O escalonamento de semeadura serviu de base para as épocas de manejo químico das coberturas de solo, aos 30, 15 e 0 DAS do feijoeiro. Assim, a dessecação das de aveia-preta, nabo forrageiro e aveia-branca ocorreram aos 115, 114 e 121 dias após a emergência dessas espécies. O trigo, foi dessecado aos 103, 101 e 108 dias após a emergência. O primeiro corte do azevém foi feito no dia 20 julho, três meses após a semeadura. O segundo corte foi feito no dia 20 agosto, a uma altura de 10 cm e o manejo químico no dia 09 setembro 1998 correspondente à dessecação 30 DAS do feijoeiro. Para o tratamento 15 DAS do feijoeiro, o segundo corte foi feito no dia 04 setembro a uma altura de 15 cm e a dessecação realizada no dia 26 setembro. Para as parcelas dessecadas no dia da semeadura do feijoeiro o segundo corte foi feito no dia 20 setembro 1998, a uma altura de 20 cm.

As diferentes alturas de corte do azevém foram feitas para que no momento da dessecação, o azevém já estivesse rebrotado a uma altura de pelo menos 10 cm, de modo que o herbicida pudesse ser eficiente no momento da dessecação. O azevém recebeu adubação nitrogenada, em diferentes fases do desenvolvimento: aos 30, 45, 90 e 120 dias após a emergência, na base de $22,5 \text{ kg N.ha}^{-1}$, totalizando 90 kg N.ha^{-1} durante o ciclo.

As quantidades de sementes utilizadas para aveia-branca, aveia-preta, azevém, nabo forrageiro e trigo foram, respectivamente: 60, 50, 30, 15, e 120 kg.ha^{-1} .

Para a dessecação das coberturas de solo foi utilizado o herbicida Glifosate na dose de $960 \text{ g i a.ha}^{-1}$. A pulverização foi feita com pulverizador costal, pressurizado com CO_2 , em pressão constante de 23 lb.pol^{-2} , equipado com barra de seis bicos, tipo leque XR 110:02, distanciados de 0,50 m entre si, utilizando-se volume de calda de 130 l. ha^{-1} .

A cobertura de solo foi avaliada mediante quantificação da matéria seca. ha^{-1} . Para essa quantificação foram coletadas três linhas de 2,0 m

de comprimento das plantas presentes nas sub-parcelas, porém, fora da área útil e antes de cada dessecação química, mantendo sempre a mesma posição em todas as sub-parcelas (Figura 1).

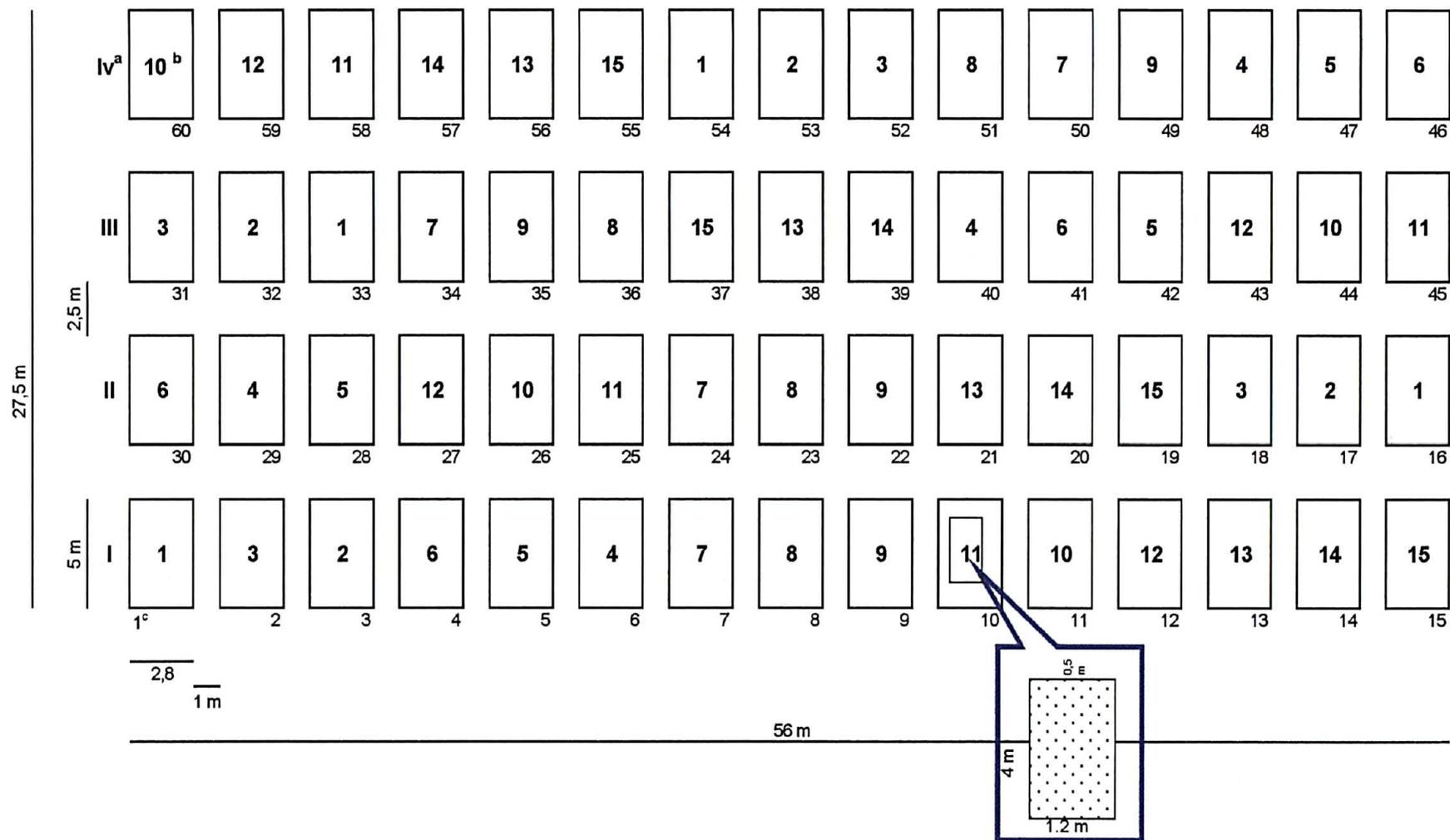
Após cada corte do azevém, foi determinado a matéria seca. ha^{-1} e retirada da área coletando-se três linhas de 2,0 m de plantas presentes nas sub-parcelas, fora da área útil. O material verde, após a coleta, foi colocado em sacos de papel e pesado. Posteriormente coletou-se amostra de 200 g de cada um deles, colocando-os em recipientes de metal e em estufa à temperatura de 65°C , por 72 horas para posterior pesagem.

Para a implantação da cultura do feijoeiro foi utilizada a variedade 'FT-Bonito', oriundo do cruzamento de 'IAPAR-14' com 'IAC-Carioca 80'. Este material tem como características o hábito de crescimento indeterminado, é do tipo II, porte semi-ereto e ciclo médio variando de 88 a 100 dias (28). A semeadura foi feita no dia 14 outubro de 1998, com semeadora-adubadora SHM adaptada a semeadura direta, distribuindo-se 15 sementes por metro linear. As sementes foram tratadas com fungicidas (Carboxin 50 g i a + Thiram 50 g i a + Imidacloprid 210 g i a por 100 kg de sementes) para prevenir quanto a problemas com fungos de solo. A adubação de semeadura foi baseada na análise de solo utilizando-se 16, 60 e 40 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N, P_2O_5 e K_2O respectivamente. A adubação nitrogenada em cobertura foi realizada aos 40 dias após a emergência (DAE) com $22,5 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$, na forma de uréia. A emergência dos feijoeiros ocorreu no dia 21 outubro de 1998. O controle de plantas daninhas foi feito aos 15 DAE com aplicações de Fomesafen $0,6 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ + Bentazon $288 \text{ g i a}\cdot\text{ha}^{-1}$ + Etilenoxi 0,2% Fomesafen $0,6 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$.Clethodim $160 \text{ g i a}\cdot\text{ha}^{-1}$ + Óleo Mineral 0,5% foi aplicado aos 23 DAE. O controle de pragas e doenças foi feito com quatro aplicações do inseticida Methamidophós $300 \text{ g i a}\cdot\text{ha}^{-1}$ aos 05, 15, 20 e 23 DAE. Foram feitas quatro aplicações de fungicidas com:

Tebuconazole 187,5 g i a.ha⁻¹ + Benomil 250 g i a.ha⁻¹; Fentin Hydroxyde 200 g i a.ha⁻¹; Tebuconazole 0,3 L.ha⁻¹+Fentin Hydroxyde 200 g i a.ha⁻¹; Tebuconazole 75 g i a.ha⁻¹+ Fentin Hydroxyde 200 g i a.ha⁻¹, aos 29, 38, 49 e 60 DAE, respectivamente.

Foram feitas avaliações nos estádios fenológicos V₂ (folhas primárias abertas) e R₉ (maturação fisiológica). Nos estádios V₂ e R₉ foram avaliados o número de plantas por parcela para determinar as populações inicial e final, respectivamente, contando-se as plantas de duas linhas de 3,0 m de comprimento, totalizando 2,4 m², no mesmo local nos dois estádios. Em R₉ foram amostradas dez plantas na área útil de cada subparcela, considerando-se sempre o mesmo ponto referencial. A partir destas plantas foram determinados os números totais de vagens e de sementes, por meio dos quais foram obtidos, respectivamente, os números médios de vagem por planta, e sementes por vagem e a massa média de 100 sementes, esta determinada a partir da contagem de três amostras. Também em R₉ foi determinado o rendimento na área útil das subparcelas. A massa das sementes das dez plantas utilizadas para determinação dos componentes do rendimento foram somadas e os resultados corrigidos para 13% de umidade.

Os resultados das avaliações das variáveis estudadas foram submetidos ao teste de Bartlett para verificação da homogeneidade das variâncias. Aquelas que se mostraram homogêneas e apresentaram significância para o teste de F a 5% e 1% de probabilidade, tiveram as médias avaliadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Quando necessário para homogeneização os dados foram transformados em raiz quadrada de x (37, 44, 82).



^a Repetição; ^b Número do tratamento; ^c Número da parcela.

Figura 1 - Croqui da área experimental, Fazenda Capão do Cipó, Fundação ABC, Castro, PR. 1998/99.

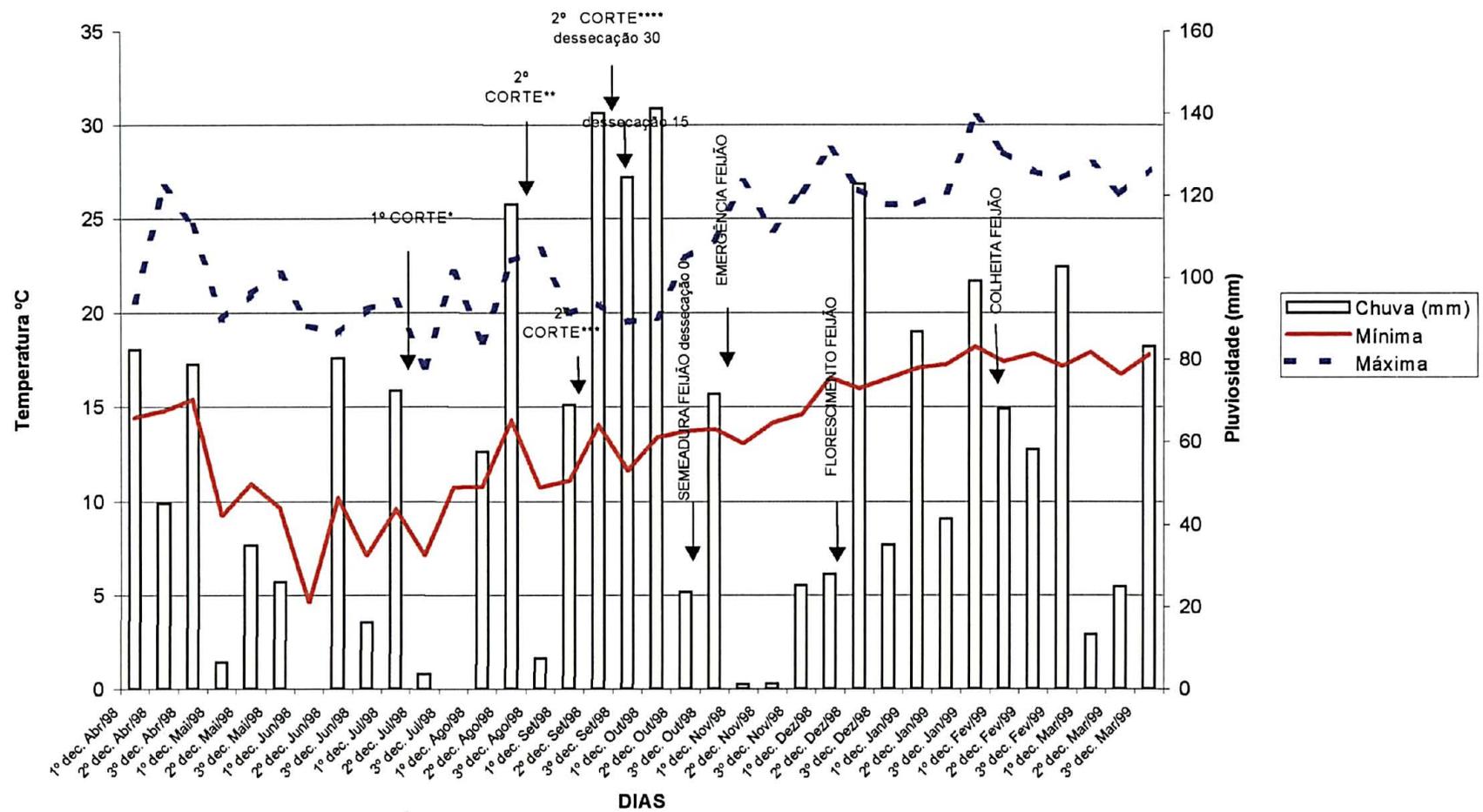
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O clima, para o ano agrícola 1998/99, pode ser considerado como típico da região, porém com menor índice pluviométrico nos meses de outubro e novembro onde houve 32 dias sem chuva (Figura 2). A ausência de precipitação ocorreu entre os estádios de desenvolvimento fenológicos V₃ (1ª. folha trifoliada aberta plenamente) e R₅ (pré-floração) dos feijoeiros. Esse período, que antecedeu o florescimento da cultura, apesar de longo, não comprometeu o desenvolvimento das plantas. O efeito da presença da palha na superfície no aumento e manutenção da umidade do solo pode ter amenizado o efeito da estiagem (24, 50).

A tolerância à seca nesta cultura implica na habilidade em sustentar rendimentos razoáveis na ocorrência de estresse hídrico moderado, e não na habilidade de sobreviver em prolongados períodos de déficit hídrico severo. Essa habilidade de recuperação após secas prolongadas é particularmente encontrada em cultivares com hábito de crescimento indeterminado, que têm a capacidade de continuar florescendo após período de estresse hídrico. Essa capacidade, no entanto, está associada a maturidade tardia e desuniforme das vagens. Verifica-se na Figura 2 que as temperaturas máximas diárias variaram de 22° C a 30° C, e as mínimas diárias de 13° C a 18° C, consideradas apropriadas para o feijoeiro, onde tanto o excesso de calor, como temperaturas muito baixas são prejudiciais ao feijoeiro, sendo a temperatura ótima na faixa de 19 e 22° C (34, 46, 47, 54, 55, 83, 84, 85).

4.1 MATÉRIA SECA DAS COBERTURAS DE SOLO

Os resultados da análise de variância dos dados referentes à matéria seca das coberturas de solo são apresentados no Anexo 1 e os dados de produção são



* Corte em todos os tratamentos de azevém; ** Corte de azevém no tratamento -30 dias antes da semeadura (DAS); *** Corte de azevém no tratamento 15 DAS; **** Corte de azevém no tratamento 0 DAS.

Figura 2: Temperaturas mínima, máxima e precipitação pluvial nos meses de abril de 1998 a março de 1999, Fazenda Capão do Cipó, Fundação ABC, Castro, PR. 1998/1999.

apresentados no Anexo 1 e os dados de produção são apresentados pela Tabela 3.

Tabela 3 – Coberturas de solo e respectivas quantidades de matéria seca ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) antes da operação de manejo químico. Fazenda Capão do Cipó/Fundação ABC, Castro, PR, 1998/99.

Tratamentos		Matéria Seca $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$
Cobertura	Manejo (DAS) ²	
Nabo Forrageiro		5.400 a
Aveia preta		5.200 a
Aveia-branca		6.300 a
Trigo		5.500 a
Azevém		1.400 b
	30	5.400 a
	15	4.700 ab
	0	4.200 b
Coeficiente de variação (%) ¹		11,88

¹ Coeficiente de variação obtido a partir de dados transformados.

² DAS = dias antes da semeadura do feijoeiro

As coberturas de solo apresentaram alta capacidade de produção de matéria seca, exceção feita ao azevém, uma vez que esta espécie foi cortada em duas oportunidades, seguindo os padrões regionais. Observa-se que também para a época de manejo a diferença efetiva ocorreu entre 0 e 30 DAS sendo os resultados inferiores estatisticamente para 0 DAS. Neste tratamento, a semeadura mais tardia pode ter prejudicado o desenvolvimento destas culturas (50).

A produção de matéria seca foi normal para cada cobertura de solo e pode-se inferir que há viabilidade de plantio de feijão sobre nabo forrageiro apenas com a operação de dessecação química. Verificou-se que sem manejo mecânico a decomposição da palha de nabo forrageiro foi lenta, concordando com dados obtidos em Maracaju, MS. O uso de alta população de nabo forrageiro permitiu o desenvolvimento de plantas pouco espessas e com raízes de reduzida grossura. Com isso, os discos de corte romperam com facilidade, a abundante massa formada (8, 25, 63, 66).

A aveia-preta apresentou crescimento inicial bastante rápido, com produção pouco inferior à da aveia-branca. A razão provável foi a menor tolerância à ferrugem

da folha, observada naquela espécie. No Rio Grande do sul, com a utilização de adubação nitrogenada em cobertura, obteve-se rendimentos de matéria seca um pouco superiores aos encontrados tanto para aveia-branca quanto aveia-preta (8). Também para essas espécies não foram verificadas dificuldades nas operações mecânicas de corte da palha e semeadura do feijão.

Para a cultura do azevém a quantidade obtida de matéria seca nos tratamentos, após a realização dos dois cortes foi evidentemente menor que o obtido por outros pesquisadores sem os cortes (31). A matéria seca exportada nos dois cortes exprime a alta capacidade de produção da Região dos Campos Gerais, conforme se pode ver pela Tabela 4.

Tabela 4 – Produção de matéria seca de azevém em dois cortes, realizados após a semeadura. Fazenda Capão do Cipó/Fundação ABC, Castro, PR, 1998/99.

TRATAMENTOS ¹	Primeiro corte	Segundo corte	Total
Matéria seca (kg.ha ⁻¹)			
0	3079	4001	7080
15	2570	3252	5822
30	2774	1575	4349

¹ Dias antes da semeadura do feijoeiro (DAS)

4.2 POPULAÇÕES INICIAL E FINAL DA CULTURA DO FEIJOEIRO

A análise de variância dos dados referentes as populações inicial e final de plantas é apresentada no Anexo 2 e os resultados dos efeitos médios das coberturas sobre as populações na Tabela 5. Observa-se pelo Anexo 2 que os fatores cobertura vegetal de solo e época de manejo químico são independentes, pois não houve interação entre eles e que somente foram identificadas diferenças significativas, a 5% de probabilidade, para coberturas de solo.

Vê-se pela Tabela 5 que as médias da população inicial de plantas variaram de 283 mil a 350 mil plantas por hectare, representando 75% e 93% respectivamente, da população esperada. Mesmo assim as populações estavam dentro dos limites aceitos para o monocultivo do feijão (29, 84).

A maior população encontrada sobre azevém permite inferir que os cortes feitos no azevém induziram a menor quantidade de palha na superfície do solo na época da semeadura do feijoeiro diminuindo, dessa forma, a interferência na emergência das plantas e assegurando, visualmente, maior velocidade inicial da emergência. Outro aspecto que pode ter favorecido tanto a maior população quanto a maior velocidade visual de emergência foi o efeito residual da adubação nitrogenada aplicada durante o ciclo do azevém.

Tabela 5 - Efeito das coberturas vegetais de solo e épocas de manejo destas sobre as populações inicial e final, em mil plantas.ha⁻¹, da variedade de feijão-comum 'FT Bonito'. Fazenda Capão do Cipó/Fundação ABC, Castro, PR, 1998/99.¹

Cobertura	Manejo (DAS) ²	População ¹	
		Inicial (mil plantas.ha ⁻¹)	Final
Nabo	-	323 ab	298 ab
Aveia-preta	-	308 bc	267 bc
Aveia-branca	-	283 c	298 ab
Trigo	-	302 bc	258 c
Azevém	-	350 a	334 a
-	30	310	285
-	15	312	292
-	0	318	296
Coeficiente de variação (%)		10,2	11,1
Qui-quadrado(χ^2)		13,0	20,4

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² DAS = Dias antes da semeadura do feijoeiro

Observa-se que parcelas sobre aveia-branca apresentaram menores populações iniciais em função de haver maior volume de palha na superfície do solo. Identificou-se visualmente dificuldade da cultura em emergir sobre essa cobertura.

Apesar disso, a aveia-branca não impediu que a cultura do feijoeiro emergisse mais tarde, garantindo uma população final maior que a inicial (Tabela 5). Resultados semelhantes foram obtidos para soja em áreas de produção de grãos (70, 72, 76), e discordantes para restos culturais de aveia, trigo e cevada que facilitaram a semeadura e o desenvolvimento da soja (69, 71).

Verificou-se, também que não ocorreu inibição da germinação do feijão sobre nabo forrageiro, contrariando dados obtidos em pesquisa, onde ocorreu inibição na germinação e no desenvolvimento vegetativo e radicular do feijoeiro, quando semeado sobre extrato aquoso proveniente dessa cobertura (2). O possível efeito alelopático desta cobertura sobre o feijoeiro parece não existir ou ser bastante reduzido a nível de lavoura.

Pode-se observar na Tabela 5 que as maiores populações finais foram mostradas nos tratamentos que receberam as coberturas azevém (334 mil plantas por hectare), nabo e aveia-branca (ambos com 298 mil plantas por hectare).

A não realização da colheita de grãos nos tratamentos que receberam trigo como cobertura vegetal propiciou o acamamento natural da palha e o feijoeiro apresentou plantas estioladas no desenvolvimento inicial, o que está de acordo com outros resultados de pesquisa (3).

Observa-se (Tabela 5), que não houve diferença nas populações inicial e final em função da época de manejo. Além de não serem significativas não indicam tendências fortes que permitam inferir que qualquer das épocas seja indicada. Assim sendo entende-se que a operação poderá ser executada, na prática, em quaisquer das épocas estudadas.

4.3 COMPONENTES DO RENDIMENTO

Os resultados das análises de variância de número médio de vagens por planta (NMVP), número médio de sementes por vagem (NMSV) e massa média de cem sementes (MM100S) são apresentados no Anexo 3. Pode-se verificar que não foram identificadas diferenças significativas pelo teste de F.

Para NMVP E NMSV não foi observado diferença significativa entre os tratamentos estudados (Tabela 6). Analisando os dados dessa tabela em associação com os da Tabela 5 verifica-se que houve relação inversa entre o NMVP e o número de plantas na área. Esses dados concordam com os obtidos por outros autores (6, 9, 57), onde o número de vagens por planta, em feijão das secas e de inverno, foi o componente de produção mais influenciado pela alta densidade populacional. Há ainda o efeito de compensação que existe entre esses fatores, onde cada vez que se aumenta um deles ocorre redução de outro (11, 17, 18, 20, 56, 86).

Tabela 6 - Efeito das coberturas vegetais de solo e épocas de manejo destas sobre número médio de vagens por planta (NMVP) e número médio de sementes por vagem (NMSV) da variedade de feijão-comum 'FT Bonito'. Fazenda Capão do Cipó/Fundação ABC, Castro, PR, 1998/99.

Tratamento		Componentes do Rendimento	
Cobertura	Manejo (DAS) ¹	NMVP	NMSV
Nabo	-	9,5	4,8
Aveia-preta	-	13,4	4,7
Aveia-branca	-	11,1	4,8
Trigo	-	12,3	4,8
Azevém	-	9,6	4,7
-	30	11,6	4,7
-	15	11,4	4,8
-	0	10,7	4,8
Coeficiente de variação (%)		31,4	8,7
Qui-quadrado (χ^2)		17,3	15,4

¹ DAS = Dias antes da semeadura do feijoeiro

Este comportamento (efeito de compensação) pode ser explicado pela plasticidade inerente ao feijoeiro-comum, pois ao se aumentar a densidade populacional ocorre diminuição do número de ramos da planta e conseqüentemente redução do número de nós que são considerados pontos potenciais de frutificação (18, 19).

Nota-se ainda (Tabela 6), que mesmo tendo havido variação não significativa no número de vagens por planta de 9,5 a 13,4, essa variação não foi acompanhada, nem proporcionalmente, pelo número médio de sementes por vagem reforçando que essa característica é muito ligada a herança (11).

Ainda no Anexo 3, verifica-se que para a massa média de cem sementes houve interação entre coberturas de solo e épocas de manejo. Os resultados médios da interação entre coberturas de solo e épocas de manejo são apresentados na Tabela 7. As diferenças significativas encontradas contrariam a expectativa de pequena variação nessa característica que é ligada fortemente a herança (11). Essa variação poderia ser explicada pela distribuição espacial das dez plantas amostradas para a quantificação dos componentes de rendimento, já que essas nem sempre estavam dispostas em eqüidistância. Era esperado um número de sementes por vagem de 6 a 8, com massa de cem sementes próximo de 23,5 g (30), porém, o que se obteve foi um número menor (4,8 sementes por vagem), com massa média de cem sementes variando de 26,1 até 27,5 g. Estes dados, no entanto, concordam com dados de pesquisa, onde feijões graúdos deram menor número de sementes por vagem, porém com massa maior (1).

Verifica-se, na Tabela 7, que para a época de manejo da cobertura, o nabo forrageiro e aveia preta manejados aos 0 e 15 DAS, aveia-branca aos 15 e 30 DAS e trigo aos 0 e 30 DAS foram os tratamentos com MM100S significativamente maiores que os demais. Isto indica que para esta variável o manejo da aveia preta,

nabo forrageiro e trigo próximo do plantio e da aveia branca com maior antecedência seria o recomendado. A aveia-branca foi a cobertura com maior produção absoluta de matéria seca o que pode justificar a necessidade de maior tempo entre o manejo e a semeadura do feijoeiro. Sobre o azevém a época de manejo não influenciou a MM100S.

Quando avaliada cada época de manejo da cobertura, a maior MM100S foi obtida sobre o trigo e aveia branca aos 30 D.A.S, sobre nabo, aveia-preta e aveia-branca aos 15 D.A.S e sobre nabo, trigo e aveia-preta aos 0 D.A.S. Destaca-se que entre as coberturas manejadas aos 0 D.A.S a aveia-branca foi a que apresentou a menor M.M.100S.

Tabela 7- Massa média de cem sementes (MM100S) quando submetidas a cinco coberturas e a 3 épocas de manejo químico da variedade de feijão-comum 'FT Bonito'. Fazenda Capão do Cipó, Fundação ABC, Castro, PR, 1998/99.

Cobertura	Épocas ²					
	30		15		00	
Nabo	26.5	b	27.5	a	27.5	a
	B ¹		A		A	
Aveia preta	26.6	b	27.5	a	27.3	ab
	B		A		AB	
Aveia-branca	26.9	ab	27.3	ab	26.1	c
	A		A		B	
Trigo	27.3	a	26.9	b	27.7	a
	AB		B		A	
Azevém	26.8	b	26.9	b	26.9	b
	A		A		A	

¹ Média seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

² D.A.S - Dias antes da semeadura do feijão

4.4 RENDIMENTO DA CULTURA DO FEJJOEIRO

Os resultados da análise de variância do rendimento de grãos é apresentado no Anexo 4. Pode-se verificar que não houve diferença significativa, pelo teste F,

tanto para coberturas de solo quanto para épocas e também para a interação desses fatores. Os dados médios do rendimento de grãos são apresentados na Tabela 8. Observa-se que a cultura apresentou rendimentos altamente satisfatórios, mesmo tendo passado por período de falta de chuva na fase inicial do desenvolvimento vegetativo, conforme apresentado na Figura 2. Essa ausência de chuvas, observada no período que compreende os estádios fenológicos V₃ a R₅ da cultura, não prejudicou o rendimento do feijoeiro. Os 12 anos de semeadura direta desta gleba podem ter minimizado o efeito da seca, em função das baixas trocas de temperatura e manutenção da umidade do solo pela presença de palha no sistema (7, 24, 50, 74, 78).

Ter seguido a orientação regional de fazer cortes no azevém implicou na antecipação da maturidade fisiológica dos feijoeiros nesse tratamento. Provavelmente, a menor quantidade de matéria seca da cobertura com azevém, promoveu maior velocidade de emergência inicial e maior absorção de calor pelo solo permitindo ao feijoeiro um ciclo mais curto em dias, não comprometendo o rendimento. Em solos de alta fertilidade, como nesse caso, dois cortes no azevém não alteraram o rendimento do feijoeiro comparativamente aos outros tratamentos. Observa-se ainda que o rendimento dos feijoeiros variou de 3093 kg.ha⁻¹ quando semeado sobre aveia-branca até 3200 kg.ha⁻¹ quando semeado sobre trigo. Além de não significativa, essa variação de menos de 5% em área de alta produtividade, indica que todos os tratamentos foram muito semelhantes. Mesma inferência é adequada para as épocas de manejo.

Por ser o primeiro ano de cultivo de feijão, a cultura pode ter sido favorecida pelo não aparecimento de doenças como a esclerotínia, comum em áreas cultivadas após nabo forrageiro (25, 50).

Tabela 8 - Efeito das coberturas vegetais de solo e épocas de manejo químico destas sobre o rendimento, em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, da variedade de feijão-comum 'FT Bonito', Fazenda Capão do Cipó, Fundação ABC, Castro, PR, 1998/99.

Tratamento		Rendimento
Cobertura	Manejo (DAS) ¹	($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
Nabo	-	3157
Aveia-preta	-	3143
Aveia-branca	-	3093
Trigo	-	3200
Azevém	-	3191
-	30	3180
-	15	3177
-	0	3114
Coeficiente de variação (%)		10,4
Qui-quadrado (χ^2)		12,2

¹ DAS = Dias antes da semeadura do feijoeiro

5 CONCLUSÕES

A semeadura das coberturas de solo, em até três épocas distintas, garantiu a mesma quantidade de matéria seca das espécies usadas, no momento da dessecação química, exceto para o azevém, que foi submetido a dois cortes.

O feijão plantado sobre as coberturas de solo nabo e azevém apresentou maior população inicial e sobre azevém, aveia-branca e nabo maior população final. Sobre a aveia-branca, aveia-preta e trigo menor população inicial e sobre trigo e aveia-preta a menor população final.

As épocas de manejo das coberturas vegetais não influenciaram as populações inicial e final do feijoeiro.

A massa média de cem sementes foi maior, quando avaliada a época de manejo da cobertura, aos 0 e 15 DAS sobre nabo e aveia-preta, aos 15 e 30 DAS sobre aveia-branca, aos 0 e 30 DAS sobre trigo e em qualquer época sobre o azevém.

Não houve efeito das coberturas vegetais de solo (aveia-branca, aveia-preta, azevém, nabo e trigo) e das épocas de manejo químico (0, 15 e 30 dias antes da semeadura do feijão) sobre o rendimento desta cultura.

A semeadura do feijão na condição de manejo aos 0 dias antes da semeadura, não prejudicou as operações em sistema de plantio direto.

6 BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1 ALEXANDRE, S. V. COSTA da; VIEIRA, C.; CRUZ, C. D.; CARDOSO, A. A. Comportamento de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L) em dez ambientes compreendendo cinco sistemas de produção. **Revista Ceres**, Viçosa, v.44, n.256, p.676-700, 1997.
- 2 ALMEIDA, F. S.; RODRIGUES, B. N. **Guia de herbicidas**: contribuição para o uso adequado em semeadura direta e convencional. Londrina: IAPAR, 1985. 482p.
- 3 ALONÇO, A. S. dos. Semeadura direta de feijão em resteva de trigo, visando a colheita mecanizada direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.9, p.919-922, 1997.
- 4 ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M.; MOURA, W. F^o; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p.169-174, 1977.
- 5 AMADO, T. J. C.; RODRIGUES, E.X. **Determinação das cobertura de solo por adubos verdes**. Florianópolis, Empasc, 1987. 6p.
- 6 ARF, O.; BUZETTI, S.; SÁ, M.E.; TOLEDO, A.R.M.; OLIVEIRA, C.A.G.; FUJIWARA, R.H.; ROMERO, P. J. M.; GUERREIRO NETO, G. Efeito de diferentes espaçamentos e densidades sobre os componentes produtivos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*, L.) adubado em função da área e do espaçamento entre linhas. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.1, n.1, p. 1-10, 1992.
- 7 BALBINO, L. C.; MOREIRA, J.A.A.; SILVA, J.G.; OLIVEIRA, E.F.; OLIVEIRA, I.P. Plantio Direto. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p.301-343.
- 8 BAIER, A. C.; FLOSS, E. L.; AUDE, M. I. S. **As lavouras de inverno**. Rio de Janeiro: Editora globo, 1988. 172 p.
- 9 BENNETT, S. P.; ADAM, M. N.; BURGA, C. Pod yield component variation and intercorrelation in *Phaseolus vulgaris* L. affected by planting density. **Crop Science**, Madisson, v. 17, n.1, p.73-75, 1997.
- 10 BUCHANAN, M.; KING, L. D. Carbon and phosphorus losses from the decomposition crop residues in no-till and conventional till agroecosystems. **Agronomic Journal**, Madison, v. 85, p.631-638, 1993.
- 11 BULISANI, E. A. **Feijão**: fatores de produção e qualidade. Campinas, Fundação Cargill, 1987.326p.

- 12 BULISANI, E. A.; ROSTON, A. J. **Leguminosas: adubação verde e rotação de culturas**. Campinas: IAC, 1993. 121 p. (Documento IAC, 35).
- 13 CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno no Sudoeste do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1991. 37p. (Boletim Técnico, 35).
- 14 CALEGARI, A. **Plantio direto em pequena propriedade sustentável**. Londrina: IAPAR, 1998. 255p. (Circular, 101).
- 15 CATELLAN, A. J.; GAUDÊNCIO, C. A.; SILVA, T. A. Sistemas de rotação de culturas em plantio direto e os microorganismos do solo na cultura da soja em Londrina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 21: 293-301,1997.
- 16 CERETTA, C. A. Plantas de cobertura de solo: escolha de opções para compor sistemas de rotação de culturas em plantio direto. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO E CALAGEM(1996: Santa Maria). **Anais**. Santa Maria: UFSM, 1996. 68p.
- 17 COSTA, J. G. C. da.; KOHASHI-SHIBATA, J.; COLIN, S. M. Plasticidade no feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n.2, p 159-167,1993.
- 18 CROTHERS, S. E.; WESTERMANN, D. T. Plant effects on the seed yield of *Phaseolus vulgaris* L. **Agronomic Journal**, Madison, v.68, p.958-960, 1976.
- 19 CROOKSTON, R. K.; THEHARNE, K. J.; LUDFORD, P.; OZBUN, J.L. Response of beans to shading. **Crop. Science**, Madison, v. 15, p.412-416, 1975.
- 20 DAROS, E. **Comportamento do feijoeiro submetido a estresses por sombreamento e desfolhamento**. Curitiba-PR. 157f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná,1997.
- 21 DERPSCH, R.; ALBERINI, J. L.; MONDARDO, A.; MUZILLI, O. **Informações sobre tremoço**. Londrina: IAPAR. 1980. 20p. (Informe de pesquisa, 29).
- 22 DERPSCH, R. **Rotação de culturas: plantio direto e convencional**. Londrina: Ciba Geigy, 1986. 10p.
- 23 DERPSCH, R.; SIDIRAS, N. ; HEINZMANN, F. X. Manejo de solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.7, p.761-773, 1985.
- 24 DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: sistemas de coberturas do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Londrina: IAPAR, 1991, 272 p.

- 25 DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. 2.ed. Londrina: IAPAR, 1992. 78p. (Circular, 73).
- 26 DIEHL, J. A., KOCHHANN, R. A., TINLINE, R. D. Sistemas de cultivo sobre a podridão comum de raízes e mal do pé do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18,n.3, p.235-241, 1983.
- 27 FLOSS, E. L. **A cultura da aveia**. Passo Fundo: UPF, 1982. 39p. (Boletim Técnico n.1).
- 28 FONTANELLI, R. S.; SANTOS, H. P.; REIS, M. E.; AMBROSI, I. Efeito da rotação de culturas com pastagens anuais de inverno no rendimento de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.10, p.1581-1586, 1998.
- 29 FRONZA, V.; VIEIRA, C.; CARDOSO, A. A.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, P. R. G. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) de porte ereto ao efeito de espaçamento entre linhas e níveis de adubação mineral. **Revista Ceres**, v.41,n.237, p.567-583, 1994.
- 30 FT SEMENTES - PESQUISA E SEMENTES. **Recomendações de Cultivo**. Ponta Grossa, 1998. 4 p.
- 31 FUNDAÇÃO ABC. **Simpósio internacional sobre plantio direto em sistemas sustentáveis**. Castro, PR, Fundação ABC, 1993. 252 p.
- 32 FUNDAÇÃO ABC. **Manejo do solo e rotação de culturas na lavoura de feijão**, Castro, PR, Fundação ABC, 1994. 39p. (Circular 34)
- 33 FUNDAÇÃO CARGILL. **Atualização em plantio direto**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1985. 343 p.
- 34 FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ – IAPAR. **O Feijão no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1989. 303p. (Circular 63).
- 35 FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ, IAPAR. **Enfoque sistêmico em P & D**: IAPAR, 1997. 152 p. (Circular 97).
- 36 GASSEN, D. N. **Plantio direto: o caminho do futuro**. Passo Fundo, RS, 1996. 207p.
- 37 GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 10. ed. Universidade de São Paulo, 1982. 430p.
- 38 HEINZMANN, F.X. Mineralização dos resíduos das culturas de inverno e assimilação de nitrogenados pelas culturas de verão sob plantio direto: In Congresso de Ciência do solo, 1983, Curitiba, 1983. **Resumos**: Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983, p.59.

- 39 HEINZMANN, F.X. Resíduos culturais de inverno e assimilação de Nitrogênio por culturas de verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n. 9, p.1021-1030, 1985.
- 40 HOMECHIN, M. **Rotação de culturas e incidência de patógenos na soja**. Londrina: IAPAR, 1983. 6 p. (Circular 6).
- 41 INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ **Cartas Climáticas do Estado do Paraná 1994**. Londrina, 1994, 49 p. (IAPAR. Documento,18)
- 42 JOHNSON, N. C.; COPELAND, P. J.; CROOKSTOM, R. K.; PFLEGER, F. L. Mycorrhizae: possible explanation for yield decline with continuous corn and soybean. **Agronomic Journal**, Madison; v.84, n.3, p.387-390, 1992.
- 43 KOCHHANN, R. A.; SELLES, F. **O solo e o sistema de manejo conservacionista**. In: **Manejo conservacionista do solo para os estados do RS, SC, e Paraná**. Passo Fundo: CNPT, 1991, p. 9-20.
- 44 KOELHER, H. S. **Estatística experimental**. Curitiba. Universidade Federal do Paraná, 1998. 124 p.
- 45 LORENZI, H. **Inibição alelopática de plantas daninhas**. In: Fundação Cargill, **Adubação verde no Brasil**. Campinas, p.183-198, 1984.
- 46 MAGALHÃES, A. A.; MILLAR, A. A. **Efeito do déficit fenológico de água sobre a produção de feijão**. Turrialba, San José, v.29, n.4, p. 269 - 273, 1979.
- 47 MEDINA, J. C. Aspectos Gerais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FEIJÃO, I, Campinas, 1971. **Anais**, Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa-Imprensa Universitária, 1972. p. 1-106.
- 48 METHA, Y. R. **Doenças do trigo e seu controle**, Londrina, 190 p.,1978.
- 49 MILLÉO, M. V. R.; VENÂNCIO, W. S.; ZAGONEL, J. E. Comportamento da Cultura do feijão em rotação de culturas. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v.16 (1-2), p.21-27. 1997.
- 50 MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades**. Chapecó- SC, Edição do Autor,1991. p.337.
- 51 MUZILLI, O. **Manejo da fertilidade do solo: Desenvolvimento e produtividade das culturas de inverno**: IAPAR (Ed.), 1981. Plantio Direto no Estado do Paraná, IAPAR, Londrina, Circular 23, 43-57.
- 52 MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E. L.; CALEGARI, A. **Economia de nitrogênio pela adubação verde**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargil,1989. 29 p.

- 53 OLMOS, I. L. J.; CARDOSO, A.; CARVALHO, A. P.; HOCHMULLER, D. P.; MARTINS, J. S.; RAUEN; M. J.; FASOLO, P. J.; POTTER, R. O. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná.** Londrina: EMBRAPA/SNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1984. 412 p. (Boletim Técnico 57).
- 54 ORTEGA, N. A. U.; VIVES, L.; ZUNICA, A. C. **Exigências climáticas de *Phaseolus vulgaris* L. durante agosto-diciembre.** Alajuela: Universidade de Costa Rica, 1974. (Boletim Técnico 2).
- 55 PONS, A. L.; BARRETO, B. A.; SECCHI, V. A.; MARTINOTTO, V. **A cultura do feijoeiro no RS.** Porto Alegre – RS, FECOTRIGO, 1980. 31 p. (Boletim Técnico nº. 48).
- 56 PORTES, T. A.; GUIMARÃES, C. M. Ecofisiologia. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMAN, M. J. O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil.** Piracicaba: Potafos, 1996. p. 101-167.
- 57 RAMALHO, M. A. P.; CECÍLIA, F. C. S.; ANDRADE, M. A.; LIMA, L. A. P.; SANTOS, J. B. **Espaçamento de plantio na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) realizado na Região do sul de Minas.** Belo Horizonte, EPAMIG, 1978. 77p. (Relatório do projeto feijão).
- 58 REIS, E. M.; SANTOS, H. P. Rotação de culturas. Efeitos sobre doenças radiculares do trigo nos anos 1981 e 1982. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.8, n.3, p.431-437, 1983.
- 59 RICE, E. L. **Allelopathy Academic Press.** New York, 422p,1984.
- 60 RODRIGUES, B. N.; PASSINI, T.; Controle de plantas daninhas em feijão num sistema de rotação de culturas em plantio direto. **Planta Daninha**, Brasília, v.13, n.1, p.14-21, 1995.
- 61 ROS, C. O. da.; AITA, C. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 20:135-140, 1996.
- 62 ROSA, O. S. Rotação de culturas: In Simpósio de Conservação de solos do Planalto, 2., 1980. Passo Fundo. **Anais.** Univ. de Passo Fundo, 1980, p.23-31.
- 63 RUEDELL, J. Dessecação e controle de plantas infestantes no sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO(1: Passo Fundo: 1995). **Resumos.** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1995. p. 21-27.
- 64 SÁ, J. C. M. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto.** Castro: Fundação ABC, 1993. 96p.

- 65 SÁ, J. C. M. Efeito de doses e épocas de aplicação de nitrogênio na produção de milho, após resteva de aveia-preta (*Avena Strigosa*) sob plantio direto. In: **Anais. REUNIÃO DE RESULTADOS DE PESQUISA** (Castro 88/89). FUNDAÇÃO ABC, 1989. 28 p.
- 66 SALTON, J. C.; PITOL, C.; SIEDE, P. K.; HERNANI, L. C.; ENDRES, V. C. **Nabo Forrageiro: sistemas de manejo**. Dourados: EMBRAPA – CPAO, 1995. 23 p. (Documentos 7).
- 67 SANTOS, H. P.; REIS, E. M.; VIEIRA, S. A.; PEREIRA, L. R. **Rotação de culturas e produtividade do trigo**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT.1987c. 32p. (Documento, 8).
- 68 SANTOS, H. P.; REIS, E. M.; PÖTTKER, D. **Rotação de culturas e produtividade do trigo no R.S.** Passo Fundo: Embrapa – CNPT, 1987, 32p. (Documento 8).
- 69 SANTOS, H. P.; REIS, E. M.; PEREIRA, L. R. Rotação de culturas no rendimento e na intensidade de doenças do sistema radicular do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.8, p.1201-1207,1990b.
- 70 SANTOS, H. P.; REIS, E. M.; PEREIRA, L. R. Efeitos de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre a estatura de plantas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.5, p.729-735, 1991.
- 71 SANTOS, H. P. Soja em sucessão a aveia-branca, aveia-preta, azevém e trigo: características agronômicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n-9. p.1563-1576, 1991b.
- 72 SANTOS, H. P.; VIEIRA, S. A.; PEREIRA, L. R.; ROMAN, E. S. Rotação de culturas XVI. Efeitos de sistemas de cultivo no rendimento de grãos e outras características agronômicas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.26, n.9 p. 1539-1549, 1991c.
- 73 SANTOS, H. P. **Efeito da rotação de culturas, no rendimento, na eficiência energética e economia do trigo em plantio direto**. Piracicaba: USP-ESALQ, 1992,136p. Tese doutorado.
- 74 SANTOS, H. P.; REIS, E.M.; DERPSCH, R. **Rotação de culturas In; Embrapa/CNPTrigo** . Plantio direto no Brasil. Passo Fundo,1993,p.166.
- 75 SANTOS, H. P.; REIS, E. M. Sistemas de cultivo de trigo com azevém e aveia-preta para forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.10, p.1485-1650, 1994.
- 76 SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B.; WOBETO, C. Efeito de culturas de inverno em plantio direto sobre a soja cultivada em rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.3, p.289-295. 1998.

- 77 SEGANFREDO, R. **Rotação de culturas de inverno**. In: Informativo Fundação ABC, Castro, Pr. , Fundação ABC, 1999. n.2, p.16-17.
- 78 SHARMA, R. D.; PEREIRA, J.; RESCK, D. V. S. **Eficiência de adubos verdes no controle de nematóides associados à soja nos cerrados**. Planaltina: Embrapa/CPAC, 1982. 30 p. (Boletim de pesquisa,13).
- 79 SLOPE, D. B.; ETHRIDGE, J. Grain Yied and incidence of take-all (*Ophiobolus graminis* Sacc.) in wheat grow in different crop sequences. **Annais** of Applied Biology, Cambridge, v.67, n.1, 1971. p.13-22.
- 80 SKORA, F. **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: IAPAR, 1998. 255p. (Circular 101).
- 81 SOUZA, J. M. Considerações sobre o uso de gramíneas e leguminosas forrageiras na integração de atividades agrícolas e pecuária. In: **Anais**. O Salto das forrageiras. Esteio-RS, 1990. p.81-97.
- 82 STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistics with special reference to the biological science**. New York: Mc Graw – Hill Book, 1960. 481p.
- 83 STOBBE, E. H.; ORMROD, D. P.; WOOLEY, C. J. Blossoming and fruit set patterns in *Phaseolus vulgaris* L. as influenced by temperature. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.44, 1966. p. 813-819.
- 84 VIEIRA, C. A. **Cultura do Feijão**. 2.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1983. 146p.
- 85 VILHORDO, B. N.; MULLER, L. **Correlação entre característica botânica e classificação comercial em cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Porto Alegre: IPAGRO, 1981. 62p. (Boletim Técnico n. 8)
- 86 WESTERMANN, D. T.; CROTHERS, S. E. Plant population effects on the seed yield components of beans. **Crop Science**, Madison, v.17, 1977. p.493-496.

7 ANEXOS

Anexo 1 - Análise de variância dos dados referentes a matéria seca das cobertura de solo, Fazenda Capão do Cipó, Fundação ABC, Castro, PR. 1998/99.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	
		Matéria Seca ¹	
Bloco	3	0,007 ^{ns}	
Cobertura	4	0,442 **	
Erro (a)	12	0,004 ^{ns}	
Época de manejo	2	0,071 **	
Cobertura x manejo	8	0,012 ^{ns}	
Erro (b)	30	0,014 ^{ns}	
Coeficiente de variação (%)		11,88	
Qui-quadrado (χ^2)		22,80	

** F significativo a 1%. ^{ns} F não significativo

¹ Para a análise estatística os dados foram previamente transformados em raiz quadrada de x

Anexo 2 - Análise de variância dos dados referentes as populações inicial e final da variedade de feijão-comum 'FT Bonito', Fazenda Capão do Cipó, Fundação ABC, Castro, PR. 1998/99.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios	
		Populações	
		Inicial	Final
Bloco	3	1166,18 ^{ns}	2465,28 ^{ns}
Cobertura	4	7560,33 *	10923,47*
Erro (a)	12	1507,86 ^{ns}	1773,00 ^{ns}
Época de manejo	2	388,89 ^{ns}	556,71 ^{ns}
Cobertura x manejo	8	1954,64 ^{ns}	2313,44 ^{ns}
Erro (b)	30	1009,55 ^{ns}	1040,80 ^{ns}
Coeficiente de variação (%)		10,15	11,08
Qui-quadrado (χ^2)		13,00	20,40

* F significativo a 5% ^{ns} F não significativo

Anexo 3 - Análise de variância dos dados referentes a número médio de vagens por planta (NMVP), número médio de sementes por vagens (NMSV) e massa média de cem sementes (MM100S) da variedade de feijão-comum 'FT Bonito', Fazenda Capão do Cipó, Fundação ABC, Castro, PR. 1998/99.

Fontes de variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios		
		Componentes de Rendimento		
		NMVP	NMSV	MM100S
Bloco	3	24,64 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,005 ^{ns}
Cobertura	4	35,03 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,554 *
Erro (a)	12	14,48 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,112 ^{ns}
Época de manejo	2	4,31 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,813 *
Cobertura x manejo	8	2,47 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,905 **
Erro (b)	30	12,38 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,185 ^{ns}
Coeficiente de variação (%)		31,42	8,66	1,59
Qui-quadrado (χ^2)		15,38	17,33	11,05

*F significativo a 5% ** F significativo a 1% ^{ns} F não significativo

Anexo 4 - Análise de variância dos dados referentes ao rendimento da variedade de feijão-comum 'FT Bonito', Fazenda Capão do Cipó, Fundação ABC, Castro, PR. 1998/99.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios
		Rendimento
Bloco	3	87390,98 ^{ns}
Cobertura	4	21661,86 ^{ns}
Erro (a)	12	119686,55 ^{ns}
Época de manejo	2	27935,32 ^{ns}
Cobertura x manejo	8	87245,36 ^{ns}
Erro (b)	30	107264,01 ^{ns}
Coeficiente de variação (%)		10,37
Qui-quadrado (χ^2)		12,18

^{ns} F não significativo