

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**EFEITO DE INOCULANTES LÍQUIDOS E TURFOSOS NA PRODUTIVIDADE
DA SOJA**

FERNANDO DE SOUZA MAIA

**OSVALDO T. HAMAWAKI
(Orientador)**

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia – MG
Julho – 2003

**EFEITO DE INOCULANTES LÍQUIDOS E TURFOSOS NA PRODUTIVIDADE
DA SOJA**

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM 30 /07 / 2003

Prof. Osvaldo t. Hamawaki
(Orientador)

Prof . Regina Maria Quintão Lana
(Membro da Banca)

Prof. Mauricio Martins
(Membro da Banca)

Uberlândia – MG
Julho – 2003

OFERECIMENTOS

Ofereço essa monografia especialmente para os meus pais, Herbert e Marilene, presentes em todos os momentos da minha vida, fossem eles alegres ou tristes. Sempre que necessitei, estavam ali, oferecendo-me o possível e o impossível para ajudar-me. A eles, principais responsáveis pela minha formação acadêmica e pelo ser humano que hoje sou, a minha homenagem e gratidão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela minha vida, que apesar dos tropeços e das dificuldades, consegui chegar ao final de mais uma jornada, que graças a Ele e a minha garra e dedicação ter vencido mais esse obstáculo.

Agradeço ao prof. Osvaldo T. Hamawaki, pela orientação, na realização desse trabalho e por me oferecer esta oportunidade única e de grande importância para meus conhecimentos profissionais.

Aos funcionários do Instituto de Ciências Agrárias pelo apreço, dedicação, disposição em que faziam questão em auxiliar na condução deste presente trabalho .

Aos amigos e colegas de trabalho: Mauricio Souza, Pércio Cancian dentre outros tantos, pela ajuda , apoio e incentivo durante toda minha vida acadêmica em Uberlândia e no desenvolvimento deste trabalho.

ÍNDICE

RESUMO	05
1. INTRODUÇÃO	06
2. REVISÃO DE LITERATURA	09
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5. CONCLUSÃO	19
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
APÊNDICE	22

RESUMO

O presente trabalho foi conduzido na Fazenda São Francisco, Município de Uberlândia com objetivo de avaliar o desempenho de diferentes inoculantes; bem como a sua melhor forma e época de aplicação. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com 13 tratamentos e 3 repetições. A parcela foi constituída de 5 linhas de 40 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m entre si, sendo a parcela útil constituída de 5,4 metros quadrados.. A cultivar de soja utilizada foi a Msoy- 8411(ciclo médio), com uma população de 290000 plantas/ha; sendo a semeadura realizada no dia 17/12/02. Os tratamentos foram: Gelfix (líquido), Testemunha absoluta, Biomax-L(líquido), Urulec-L(líquido), Masterfix-L(líquido), Noctin-A(líquido), Cell Tech-L(líquido), Nitral urbana inoculante em pó(turfoso), Biomax premium(turfoso), Urulec-T(turfoso), Masterfix-T(turfoso), Inoculante biagro(turfoso) e Testemunha Co + Mo, todos aplicados no tratamento de sementes. Este trabalho objetivou avaliar os efeitos de diferentes inoculantes, na nodulação e fixação de nitrogênio na soja, e a produtividade final de grãos. Pelo teste de Tukey não houve diferença significativa à 5 % de probabilidade sobre os caracteres avaliados, apresentando diferença significativa apenas para o caráter produtividade de

grãos, onde se destacou o inoculante Biomax na formulação líquida (tratamento 2) .

1. INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) que hoje cultivamos é muito diferente dos seus ancestrais, que eram plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente ao longo do Rio Yangtse, na China.

Em 2001/2002, segundo dados do USDA, o Brasil figura como o segundo produtor mundial, responsável por 23,5 das 184 milhões de toneladas produzidas em nível global ou 23,6% da safra mundial

A soja chegou ao Brasil via Estados Unidos, em 1882. Em 1900 e 1901, o Instituto Agrônomo de Campinas, SP, promoveu a primeira distribuição de sementes de soja para produtores paulistas e para essa mesma data tem-se registros do primeiro plantio de soja no Rio Grande do Sul onde a cultura encontrou efetivas condições para se desenvolver e expandir, dadas as semelhanças climáticas do ecossistema de origem dos materiais genéticos (EUA), com as condições climáticas predominantes no RS.

Mas é a partir da década de 1960, impulsionada pela política de subsídios ao trigo, visando sua auto-suficiência nacional, que a soja se estabeleceu como cultura economicamente importante para o Brasil.

O crescimento da produção e o aumento da capacidade competitiva da soja brasileira sempre estiveram associados aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo.

Estudos sobre a nutrição da soja possibilitaram melhor manejo da adubação e da calagem. A seleção de estirpes eficientes de *R. japonicum* enriqueceram os inoculantes líquidos e turfosos, substituindo completamente a adubação nitrogenada na cultura da soja.

A fixação de nitrogênio (FBN) é um dos componentes críticos para a produção com altos rendimentos em cultivos de leguminosas como soja, alfafa, ervilha e amendoim.

Depois da água, o nitrogênio resulta ser com maior frequência o nutriente limitante para a produção agrícola. O uso de inoculante para a disposição de bactérias fixadoras de nitrogênio resulta mais conveniente e econômico que a fertilização química, evitando além disso a contaminação ambiental.

É então muito importante para o agricultor, entender como e porque ocorre este processo (FBN), de modo a poder tomar as decisões corretas para a obtenção do máximo de benefício da inoculação.

O uso de inoculante continua crescendo nos EUA, Canadá, Argentina e outros países agrícolas onde se cultivam estas importantes leguminosas. Isto deve-se em parte à aplicação de novas formulações e à novas técnicas que fazem à inoculação prática mais benéfica que nunca.

Pesquisas com micronutrientes indicaram a necessidade de sua utilização para obter-se máximos rendimentos, particularmente nos Cerrados, assim como, trabalhos sobre manejo de solos e rotação de culturas, resultaram na substituição quase total do plantio convencional pelo direto.

Este trabalho objetivou avaliar os efeitos dos diferentes tipos de inoculantes; líquidos e turfosos na nodulação, fixação de nitrogênio, e produtividade da soja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os fungos que formam as micorrizas arbusculares (MAs) são de ocorrência generalizada na maioria das espécies de plantas, e não apresentam especificidade

hospedeira; mas sua capacidade em promover o crescimento da planta pode variar em razão do fungo, da planta, e do ambiente (Smith & Gianinazzi-Pearson, 1988).

Na soja, além dos benefícios diretos, existem efeitos positivos na interação fungo micorrízico-rizóbio, que resultam da melhor nutrição de P, necessária para a nodulação e a fixação biológica de N (Paula & Siqueira, 1987; Vejsadova et al., 1992).

Os fungos micorrízicos têm maior importância na absorção de nutrientes de baixa difusão no solo como o P, Cu e Zn (Koide, 1991; Khotari et al., 1991; Marschner & Dell, 1994).

Além disso, os fungos micorrízicos têm acesso a formas solúveis de P que também estão disponíveis às plantas sem inoculação (Bolan, 1991), como também podem mobilizar P do solo através da mineralização do P orgânico (Jaychandran et al., 1992).

Em solos de Cerrados a principal fonte de N para a cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a fixação simbiótica do N, com bactérias diazotróficas denominadas

Bradyrhizobium spp. Desta forma, têm-se obtido até 4.000 kg/ha de grãos sem a utilização de fertilizantes nitrogenados (Peres et al., 1982).

Os rizóbios são bactérias capazes de realizar este processo e os introduzem no solo por meio de produtos chamados inoculantes, já sejam em forma direta sobre o solo ou aplicado sobre a semente antes do semeio. Uma vez ali, ditas bactérias se introduzem na raiz da leguminosa via seus pêlos radiculares, finalmente em células mais internas. Então se multiplicam e se transformam em bacteróides, enquanto a planta produz um engrossamento: o nódulo. Os nódulos, resultam então a manifestação simbiótica. Os primeiros nódulos desenvolvidos podem observar-se facilmente a campo a partir da quarta semana pós emergência. A relação simbiótica fica estabelecida quando a planta fornece o alimento ao rizóbio, enquanto esta última se aproveita para se nutrir e transformar o N_2 em NH_3 , que a planta a sua vez transformará aos tecidos superiores (folhas) afim de sintetizar compostos nitrogenados (proteínas, enzimas, ADN). A quantidade de nitrogênio dependerá das condições com as quais conte a planta para alimentar aos rizóbios e retirar permanentemente o NH_3 , sem que este se acumule nos nódulos e é claro dependerá também da capacidade da leguminosa em questão e da linhagem ou estirpe de rizóbio presente.

Dentro de cada espécie de rizóbio existem linhagens ou estirpes (equivalentes a dizer “raças” ou “cultivares” em animais ou plantas respectivamente). Os cientistas identificaram milhares de linhagens (estirpes) de rizóbios, cada uma com características particulares. Para otimizar os resultados a campo, as linhagens do inoculante precisam ser específicas para o cultivo respectivo, ainda mais, conter as melhores cepas disponíveis, as que melhor se comportam para dito cultivo. Cabe esclarecer não obstante, que alguns

cultivos compartilham certas linhagens não tão específicas, mas igualmente efetivas para duas espécies específicas de plantas, como ocorre com ervilhas e lentilhas, ou trevo vermelho e branco.

Certas linhagens produzem nódulos que suministram pouco ou nulo benefício para a planta. Os rizóbios naturalizados no solo costumam pertencer a esta classe, já que ainda sendo introduzidos por inoculantes anteriores, vão se adaptando à vida livre no solo onde não fixam nitrogênio. Depois algumas gerações, e em bactérias podem não ser muito tempo, podem perder capacidade para a fixação de nitrogênio.

Os trabalhos de pesquisa de soja, no Brasil, têm desenvolvido novas tecnologias de cultivo de soja com aumentos sucessivos de produtividade o que, por conseqüência, implicam em maior necessidade de nitrogênio para a cultura. Atualmente, quatro estirpes são recomendadas, pela pesquisa, para a fabricação de inoculantes comerciais, em todo o País: SEMIA 5019 (=29w), SEMIA 587, SEMIA 5079 (=CPAC 15) e SEMIA 5080 (=CPAC 7). Essas estirpes devem ser utilizadas em combinações duas a duas, a critério do fabricante de inoculantes, não importando a combinação, pois todas têm mostrado alta eficiência de fixação do nitrogênio.

Por outro lado, tem-se verificado que a introdução desta leguminosa nesses solos pode apresentar problemas relacionados com a nodulação (Oliveira et al., 1991). Diferenças na eficiência das estirpes de *Bradyrhizobium* que nodulam a soja têm sido observadas (Döbereiner et al., 1970; Duque et al., 1982), podendo ter, como conseqüências, respostas diferenciadas da inoculação em relação ao crescimento da planta e à produtividade da cultura (Vargas et al., 1982).

A maioria das combinações de fungicidas indicados para o tratamento de sementes reduz a nodulação e a fixação biológica de nitrogênio (Campo & Hungria, 2000).

O nitrogênio é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura da soja. Estima-se que para produzir 1000 kg de grãos são necessários 80 kg de N. Basicamente, as fontes de N disponíveis para a cultura da soja são os fertilizantes nitrogenados e a fixação biológica do nitrogênio (Hungria et al., 2001).

Os inoculantes turfosos, líquidos ou outras formulações devem conter uma população mínima de 1×10^8 células/g ou ml de inoculante e devem ter comprovada a eficiência agrônômica, conforme normas oficiais da RELARE, aprovadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). A quantidade mínima de inoculante a ser utilizada deve ser a que forneça 300.000 células/semente.

A aplicação dos micronutrientes juntamente com fungicidas, antes da inoculação, reduz o número de nódulos e a eficiência da fixação biológica de nitrogênio. Assim, quando se utilizar fungicidas no tratamento de sementes, como alternativa pode-se aplicar os micronutrientes por pulverização foliar (Campo & Hungria, 2000, Campo et al., 2000 e 2001).

Os trabalhos de pesquisa em melhoramento genético da soja para diversas regiões produtoras aliados ao dos melhores tipos (estirpes) de bactérias do gênero Rizóbio para ser usado nos inoculantes resultaram na eliminação do uso de adubação Nitrogenada em soja. Essas tecnologias viabilizaram a produção de soja no Brasil. Com a tecnologia, o produtor economiza aproximadamente R\$ 460/ha ou 57,5% do valor de sua produção. Para o Brasil a não utilização da adubação nitrogenada significa uma economia em torno de R\$ 5

bilhões/ano. Caso não houvesse essa tecnologia, o cultivo da soja no Brasil seria inviabilizado pelo alto custo da adubação com nitrogênio.

O tratamento de sementes com molibdênio pode proporcionar ao sojicultor aumentos consideráveis na produtividade da lavoura. Outra vantagem da tecnologia é a possibilidade do aumento do teor de proteína dos grãos, que pode passar de 38% para 45%. A aplicação do micronutriente deve ser feita em proporções que variam entre 12 a 25 gramas por hectare. O produto deve ser aplicado na semente após o fungicida e com o inoculante *Bradyrhizobium* e o cobalto. O custo da tecnologia é de cerca de 0,5 saca de soja por hectare.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na fazenda São Francisco no município de Uberlândia, com delineamento experimental em blocos casualizados, com 13 tratamentos e 3 repetições. A parcela constituída de cinco linhas de 40 m de comprimento, espaçadas de 0,45 m entre si, sendo a parcela útil as 2 linhas centrais de 6 metros totalizando 5,4 metros quadrados de área útil. A cultivar de soja utilizada foi a Msoy 8411, com uma população de 290.000 plantas/ha. Os tratamentos adotados foram: Gelfix(líquido), Testemunha absoluta, Biomax-L(líquido), Urulec-L(líquido), Masterfix-L(líquido), Noctin-A(líquido), Cell Tech-L(líquido), Nitral urbana inoculante em pó(turfoso), Biomax premium(turfoso), Urulec-T(turfoso), Masterfix-T(turfoso), Inoculante biagro(turfoso) e Testemunha Co + Mo todos aplicados no tratamento de sementes.

O experimento foi semeado no dia 17 de dezembro de 2002 e recebeu uma adubação básica via solo no sulco de semeadura de 150 Kg/ha e uma outra em pré-semeadura à lanço de 70 kg/ha de KCL. Após 25 dias da emergência da cultura, recebeu uma adubação foliar de 1,5 l/ha Mn, B 1,0 l/ha, Co e Mo 0,25 l/ha, 1,0 l/ha Z. Os herbicidas usados para o controle das plantas daninhas na dessecação foram Roundap

+Flumizín + Spider. Os inseticidas usados para o controle de pragas (lagartas e percevejos) foram Thiodam e Agrofós. Todos os tratamentos com inoculantes (líquidos e turfosos) receberam Co e Mo no tratamento de sementes.

Os caracteres avaliados foram:

- **Altura da planta na maturação:** A altura da planta indicará a quantidade de nós que esta planta possuirá. Isto reflete diretamente na produção já que o número de vagens é determinado pelo número de nós. Para se determinar a altura de maturação foram escolhidas cinco plantas ao acaso na parcela que foram medidas (em cm), desde o nível do solo até a extremidade da haste principal da planta, no estágio R-8. Esta medição foi realizada com a utilização de uma régua graduada
- **Altura de inserção da primeira vagem:** Foi medida a altura de inserção da primeira vagem com uma régua em cinco plantas da área útil de cada parcela e retirada a média na época de maturação juntamente com a medição da altura das plantas na maturação
- **Peso de 100 sementes:** Foi retirada uma sub amostra de 100 sementes de cada parcela e pesada com a utilização de uma balança digital..
- **Produtividade:** É o principal item a ser avaliado, devido a este ser o fator que indica a viabilidade econômica da produção. Cada parcela colhida foi trilhada e ensacada em sacos de papel. Cada amostra foi pesada em balança digital, e o resultado obtido foi transformado para quilos por hectare.

Efetou-se a análise de variância para os parâmetros estudados, sendo as médias das características avaliadas, comparadas pelo teste de Tukey, de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na soja a inoculação é forma mais econômica de suprir a cultura com o nitrogênio, potencializando a produção, e ativando a formação de nódulos com maior ganho na produção de grãos e retorno para o produtor. No trabalho observou-se efeito significativo da aplicação de inoculantes líquidos e turfosos, pois todos os tratamentos diferenciaram estatisticamente da testemunha **Tabela .1.**

A maior parte do nitrogênio necessário à cultura da soja é obtido através da simbiose, que se traduz no desenvolvimento de nódulos radiculares, nichos ecológicos no interior dos quais as bactérias (*Bradyrhizobium japonicum*) se multiplicam e transformam o N_2 do ar em amônia (NH_3). Por meio da inoculação das sementes com as bactérias apropriadas, denominadas de estirpes selecionadas é que a planta entra em contato com o microrganismo para formar a simbiose(Campo et al.,2001).

Em relação ao número de vagens por planta, o tratamento Masterfix-L, se destacou dos demais, com um valor médio aproximado de 54 vagens por planta, diferenciando-se estatisticamente da testemunha e evidenciando a superioridade da formulação para esse

caráter **Tabela .1** .

Na altura de planta na maturação, o tratamento Inoculante Biagro foi o que se destacou dos demais, com aproximadamente 91cm **Tabela .1**, mas sem apresentar diferenças estatísticas dos demais.

Quanto do peso de cem sementes o tratamento Masterfix-T, com cerca de 13,5 gramas, apresentou maior peso, sem diferenciar estatisticamente dos demais **Tabela.1 e Figura.1**.

A produção por unidade de área observou grande diferença estatística da testemunha, destacando-se o tratamento Biomax-L, atingindo uma produção de 2703 Kg/ha, apesar de não ter se destacado no peso de cem sementes, e número de vagens por planta, evidenciando que, independente de serem líquidos ou turfosos a resposta se mostra eficiente. Assim como todo o processo é dinâmico, trabalhos intensivos da pesquisa em fixação biológica do nitrogênio são necessários, na busca de novas tecnologias de inoculação e de novas estirpes de *Bradyrhizobium* que compitam com as estirpes naturalizadas no solo e que apresentem maior capacidade de fixar nitrogênio (Hungria et al. , 2001).

Nesse ensaio verificamos que na maioria das vezes não existem uma relação entre peso de cem sementes e produtividade final, dependendo assim de outros fatores, seja eles ambientais ou mesmo de diferentes doses e métodos de aplicação **Tabela.1 e Figura.2** .

Tabela 1 – Médias dos caracteres agronômicos avaliados dos tratamentos do experimento conduzido em LV, na fazenda São Francisco Uberlândia-MG, safra 2002/ 03.

TRAT	Altura Planta Maturação (cm)	Planta Número de Inserção por metro Primeira Vagem	Número médio de vagens por planta	Peso Sementes	100 Peso Parcela	Peso Kg ha ⁻¹	
2-Biomax-L	81,16A*	12,16A	15,20A	30,44A	13,06A	1460A	2703 A
11-Inoculante Biagro	91,66A	10,44A	16,66A	40,00A	13,38A	1335A	2472 A
4-Masterfix-L	84,83A	11,38A	17,50A	54,44A	12,17A	1330A	2462 A

Continua...

Continuação tabela.2

10-Masterfix-T	89,16A	12,22A	15,76A	41,67A	13,48A	1330A	2462 A
12-Rizo pac	88,33A	11,00A	16,16A	46,28A	12,95A	1315A	2435 A
9-Urulec-T	90,50A	10,00A	16,56A	43,56A	12,39A	1300A	2407 A
5-Noctin-A	83,16A	11,83A	19,00A	46,06A	13,47A	1280A	2370 A
8-Biomax premium	78,33A	11,66A	14,26A	48,28A	12,87A	1270A	2351 A
7-Nitral urbana inoculante em pó	76,83A	11,61A	14,33A	41,11A	12,96A	1213A	2246 A
6-Cell Tech-L	83,33A	11,50A	17,33A	39,44A	13,08A	1210A	2240 A
3-Urulec-L	81,41A	11,66A	15,23A	33,67A	12,39A	1033A	1913 B
1-Testemunha absoluta	88,83A	11,40A	18,73A	39,56A	12,59A	1000A	1851 B
13-Testemunha Co + Mo	87,50A	11,11A	15,93A	40,67A	13,14A	936A	1734 B
CV	11,5	12,4	20,8	23,7	5,0	15,0	15,0

* Número seguidos pelo mesmo tipo de letra não se diferenciaram estatisticamente, pelo teste deTukey a 5% de probabilidade.

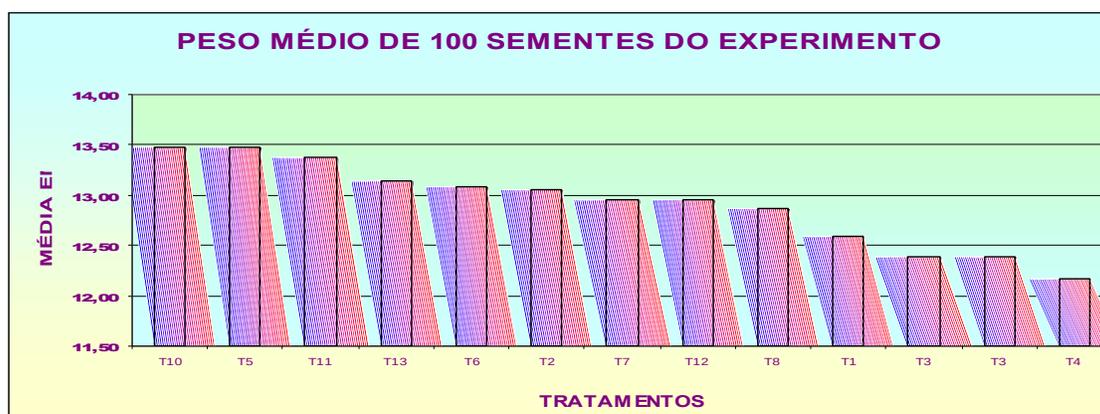


Figura 1: Efeito de inoculantes líquidos e turfosos na média do caráter peso de cem sementes na fazenda São Francisco, município de Uberlândia - MG no ano agrícola de 2002/2003.

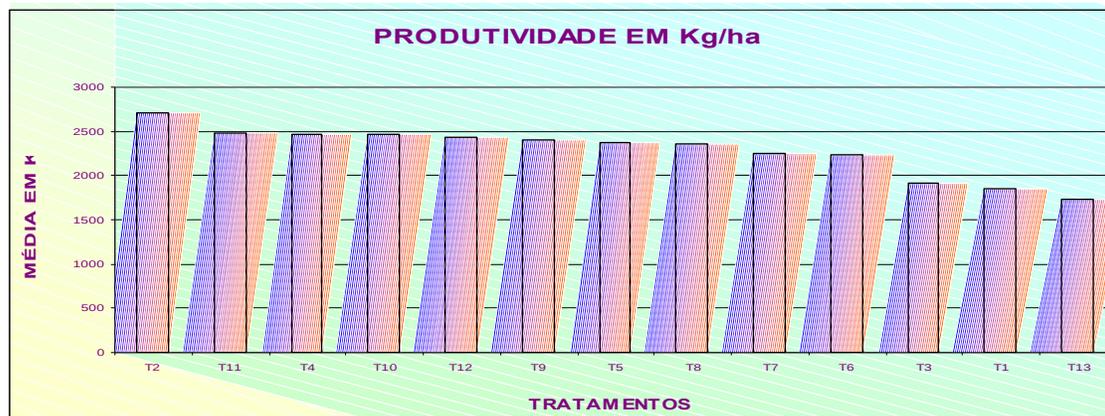


Figura 2: Efeito de inoculantes líquidos e turfosos na média do caráter produtividade de grãos em kg ha⁻¹ fazenda São Francisco, município de Uberlândia - MG no ano agrícola de 2002/2003.