



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Cerrados  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1676-918X

Agosto, 2003

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*** 89

## **Quantificação do Crescimento Radicular em Perfil de Solo**

Adriana Reatto  
Michel Brossard  
Arminda Moreira de Carvalho  
Éder de Souza Martins  
Angelo Valverde da Silva

Planaltina, DF  
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Cerrados**

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina - DF

Fone: (61) 388-9898

Fax: (61) 388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

[sac@cpac.embrapa.br](mailto:sac@cpac.embrapa.br)

**Comitê de Publicações**

Presidente: *Dimas Vital Siqueira Resck*

Editor Técnico: *Carlos Roberto Spehar*

Secretária-Executiva: *Nilda Maria da Cunha Sette*

Supervisão editorial: *Jaime Arbués Carneiro*

Revisão de texto: *Jaime Arbués Carneiro /*

*Maria Helena Gonçalves Teixeira*

Normalização bibliográfica: *Shirley da Luz Soares*

Capa: *Wellington Cavalcanti*

Editoração eletrônica: *Jussara Flores de Oliveira*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza /  
Jaime Arbués Carneiro*

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

**1ª edição**

1ª impressão (2003): tiragem 100 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.  
Embrapa Cerrados.

---

Q17 Quantificação do crescimento radicular em perfil de solo / Adriana Reatto... [et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2003.

14 p. – (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X ; 89)

1. Solo - Concentração radicular. 2. Solo - Cerrado - Perfil. I. Reatto, Adriana. II. Série.

---

631.422 - CDD 21

© Embrapa 2003

# Sumário

Resumo .....	5
Abstract .....	6
Introdução .....	7
Material e Métodos .....	7
Resultados e Discussão .....	10
Aquisição de imagens .....	10
Concentração radicular nos perfis culturais sob diferentes condições de manejo .....	10
Espécie condicionadora milheto ( <i>Pennisetum americanum</i> ) .....	10
Espécie condicionadora nabo-forrageiro ( <i>Raphanus sativus</i> ) .....	12
Espécie condicionadora feijão-bravo-do-ceará ( <i>Canavalia brasiliensis</i> ) .....	12
Espécie condicionadora feijão-guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ) .....	12
Espécie condicionadora vegetação espontânea .....	13
Conclusão .....	13
Referências Bibliográficas .....	13

# Quantificação do Crescimento Radicular em Perfil de Solo

---

Adriana Reatto<sup>1</sup>; Michel Brossard<sup>2</sup>;  
Arminda Moreira de Carvalho<sup>3</sup>; Éder de Souza Martins<sup>4</sup>;  
Angelo Valverde da Silva<sup>5</sup>

**Resumo** – O estudo do comportamento radicular facilita a compreensão da parte aérea da planta e do manejo do solo. O trabalho objetivou avaliar a concentração radicular através do programa Ambiente para Visualização de Imagens (ENVI), em perfis culturais sob diferentes sistemas de manejo, na Embrapa Cerrados, Planaltina-DF. O experimento foi constituído de uma rotação de milho e espécies condicionadoras de solo em manejos diferenciados (plantio direto e convencional, com incorporação de espécies). Foram realizadas análises de imagens de raízes nas profundidades 0 – 25 cm e 25 – 50 cm coletados em vídeo, convertidas em modo digital e processadas em ENVI por semelhança de pixels; quantificadas e os resultados representados em tabelas e gráficos. Avaliação preliminar mostrou a necessidade de obter padrões bem definidos na filmagem, com distinção da cor bem nítida entre raízes e o solo. Entre as espécies estudadas, o milheto, o guandu e o feijão-bravo-do-ceará, cultivadas como cultura de cobertura por três anos, aumentaram a percentagem de raízes em milho, em relação ao obtido no Cerrado adjacente (controle) e no cultivo com oito anos de anos de preparo convencional, nas duas profundidades de solo medidas.

**Termos para indexação:** ENVI, plantio direto, plantas condicionadoras, Bioma Cerrado.

---

<sup>1</sup> Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa Cerrados, reatto@cpac.embrapa.br

<sup>2</sup> Pesquisador, Ph.D., IRD, BP 64501, 34394 - Montpellier Cedex 5, France.

<sup>3</sup> Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa Cerrados, arminda@cpac.embrapa.br

<sup>4</sup> Geól., Dr., Embrapa Cerrados, eder@cpac.embrapa.br

<sup>5</sup> Estudante de Geografia da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Formosa, Bolsista Embrapa Cerrados.

# Quantification of Root in Soil Profile

---

**Abstract** – *The study of root growth facilitates the understanding the above ground plant parts and soil management. This work aimed to evaluate root concentration in soil profile by the use software in, (ENVI), The Environment for Visualizing Images, in different management conditions, at Embrapa Cerrados, Planaltina-DF, Brazil. The experiment consisted of growing maize in rotation with green manure in direct drilling and conventional tillage, with ploughed under crops. Images for roots taken at 0 – 25 cm and 25 – 50 cm depth, collected by video camera, converted in digital form, processes in ENVI by pixel similarity, quantified and the results expressed in table and graph. A preliminary evaluation indicated the need to obtain well defined patterns in the filming process, with clear distinction for root and soil color. Among the studied species, pear millet, pigeon pea and wild beans grown as cover for three years, increased root growth in maize in relation to adjacent Cerrado (control) and in conventional tillage for measurement eight for the two soil depth.*

*Index terms: ENVI, direct drilling, conditioning plants, Biome Cerrado.*

## Introdução

O conhecimento sobre a distribuição das raízes no solo é importante ao manejo.

Para se escolher um método de avaliação de crescimento radicular, é preciso identificar se o método é aplicável e funcional. A utilização incorreta aliada à ineficácia do instrumento ou à deficiência na obtenção de dados afetará negativamente os resultados. Optou-se pelo uso do processador ENVI. Esse possui inúmeras aplicabilidades em sensoriamento remoto, na análise de imagens por sensores fixados em aviões ou satélites. Independente do modo de obtenção da imagem, os procedimentos serão os mesmos em qualquer escala. Oferece ainda a possibilidade de se trabalhar com as principais extensões de imagens, com a rapidez na obtenção dos resultados estatísticos, ([CÂMARA; ORTIZ, 1998](#)).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a concentração radicular nos perfis culturais sob diferentes condições de manejo dos solos e da planta, mediante o uso do programa ENVI.

## Material e Métodos

As avaliações foram realizadas na Embrapa Cerrados, Planaltina (DF), em experimento com Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico textura argilosa fase Cerrado Típico relevo plano a suave-ondulado. Constitui-se cultivo rotacional de milho e espécies vegetais condicionadoras de solo, em plantio direto e cultivo convencional, com incorporação dessas espécies. As espécies foram selecionadas com base na tolerância à seca, pertencem a diferentes famílias e com usos diferenciados: feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis*), guandu (*Cajanus cajan*), milheto (*Pennisetum americanum*) e nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*). A testemunha foi representada pela vegetação espontânea incorporada e uma área nativa de Cerrado Típico (controle).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, onde as espécies constituíram as parcelas e as condições de manejo, as subparcelas. O experimento constou de três repetições, com parcelas de 12 x 30 m, e subparcelas de 12 x 15 m, totalizando área útil de 9.720 m<sup>2</sup>. O milho foi semeado no início da estação chuvosa em dois plantios: direto e

convencional. As plantas condicionadoras foram plantadas diretamente no final do período, sob cultivo por três anos consecutivos.

No preparo para a semeadura das espécies condicionadoras, foi utilizado arado de aivecas e arado de discos com 32" no plantio do milho e complementou-se com gradagem para incorporação e nivelamento. A semeadura das espécies foi feita manualmente. No milho semeado a 80 cm, realizou-se a adubação N, P, K e micronutrientes, com base nos resultados da análise de solo e exigências da cultura.

A outra área experimental foi composta por faixas de plantio direto de soja rotacional com milheto e nabo-forrageiro, sob cultivo por oito anos consecutivos.

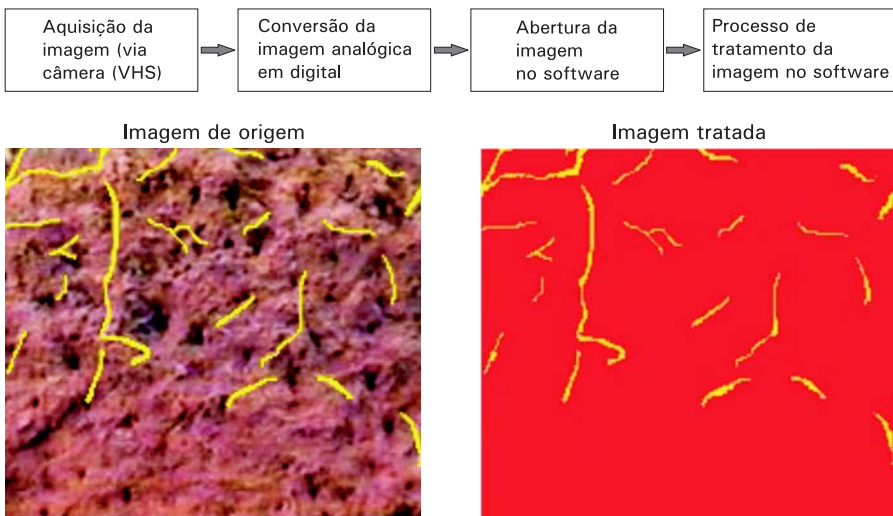
As condições de cultivo (A) nas subparcelas foram: **A0** – área controle – Cerrado Sentido Restrito; **A1** – plantio direto (rotação soja x nabo-forrageiro), sob cultura de safrinha de nabo-forrageiro, com oito anos de cultivo; **A2** – plantio direto (rotação soja x milheto), sob cultura de safrinha de milheto, com oito anos de cultivo; **A3** – plantio convencional, com oito anos de cultivo; **A4** – área de plantio direto com milho em sucessão com espécie condicionadora nabo-forrageiro, período de cultivo de três anos; **A5** – área de plantio direto (incorporado) com milho em sucessão com espécie condicionadora milheto incorporado, período de cultivo de três anos; **A6** – área de plantio direto com milho em sucessão com espécie condicionadora nabo-forrageiro incorporado, período de cultivo de três anos; **A7** – área de plantio direto com milho em sucessão com espécie condicionadora milheto, período de cultivo de três anos; **A8** – Área de plantio direto com milho em sucessão com espécie condicionadora feijão-bravo incorporado, período de cultivo de três anos; **A9** – Área de plantio direto com milho em sucessão com espécie condicionadora feijão-guandu incorporado, período de cultivo de três anos; **A10** – Área de plantio direto com milho em sucessão com espécie condicionadora feijão-bravo incorporado, período de três anos; **A11** – Área de plantio direto com milho em sucessão com espécie condicionadora feijão-guandu incorporado, período de cultivo de três anos; **A12** – Área de plantio direto com milho em sucessão com vegetação espontânea, período de cultivo de três anos; **A13** – Área de plantio direto com milho em sucessão com vegetação espontânea incorporada, período de cultivo de três anos.

Durante a época de floração no experimento com milho, foram descritos perfis culturais, segundo metodologia de [Blancaneaux e Amábile \(1991\)](#); [Tavares Filho et al. \(1999\)](#). O perfil sob Cerrado Típico foi descrito seguindo normas de [Santos et al. \(1995\)](#).

O procedimento consistiu na abertura de trincheiras, paralelas à linha de plantio com 1,20 x 2,00 x 1,20 m de comprimento, profundidade e largura para cada tratamento. Depois da descrição, as raízes de milho foram bem lavadas com uma bomba costal e contabilizadas, via gabarito de 10 x 0,5 m.

Na aquisição das imagens, manteve-se sempre a mesma distância do perfil e o mesmo zoom para se ter um padrão definido de luminosidade. As tomadas foram realizadas em horário e condições climáticas semelhantes para assegurar igual qualidade. Procurou-se realizar a operação em dia nublado, consideradas as mais propícias ([JORGE, 1996](#)). Classificação de imagens e sistemas de processamento.

A seleção ou captura de imagens para o computador foi feita com uso da placa AIGOTHA que converte imagens do formato analógico para o digital (padrão RGB), Figura 1.



**Figura 1.** Fluxograma sinóptico do processo de obtenção e tratamento de imagem.



No processamento, a classificação realizou-se por semelhança na densidade de pixels, pelo método da máxima verossimilhança, com o uso do programa Ambiente para Visualização de Imagens (ENVI). Depois da quantificação, fez-se a aquisição dos resultados pela quantidade de pixels por área e posteriormente foram digitados sob forma de tabela comparativa e gráfico. Os perfis que serviram de controle como base comparativa foram uma área nativa de Cerrado Sentido Restrito (A0) e um sistema com manejo convencional por oito anos consecutivos (A3).

## Resultados e Discussão

### Aquisição de imagens

Na quantificação de raízes, em algumas subparcelas, foram constatadas alterações na imagem capturada no vídeo. Vistas à luz incidente coincidiu com a cor das raízes; houve interferência da data de filmagem e da grade envolvente na tomada da imagem. Mediante o uso de um recurso do programa ENVI, foi possível eliminar as alterações de imagem.

### Concentração radicular nos perfis culturais sob diferentes condições de manejo

#### *Espécie condicionadora milheto (*Pennisetum americanum*)*

Em análise comparativa das condições de manejo com a espécie condicionadora milheto, verifica-se que a porcentagem de raízes na camada superficial (0 a 25 cm) ficou mais expressiva em ordem decrescente, respectivamente: **A7 ⇒ A5 ⇒ A0 ⇒ A3 ⇒ A2** e na camada subsuperficial (25 a 50 cm), respectivamente: **A7 ⇒ A5 ⇒ A0 ⇒ A3 ⇒ A2**. Observa-se o mesmo comportamento nas duas camadas nas profundidades analisadas ([Tabela 1](#)).

Com isso, conclui-se que o plantio direto, com milho em sucessão com espécie condicionadora milheto, sem incorporação, A7 e incorporado (A5), durante três anos de cultivo, apresentou as maiores porcentagens de raízes em relação aos outros tratamentos. Pode-se deduzir que, em um período similar, esse procedimento poderá contribuir com a melhoria nas condições físicas do solo, minimizando os efeitos da compactação.

**Tabela 1.** Proporção de raízes em duas profundidades do solo sob diferentes condições de cultivo e plantas condicionadoras.

Profundidade (cm)	Plantas condicionadoras e condições de cultivo (A)				
<b>Milheto – <i>Pennisetum americanum</i></b>					
	<b>A0</b>	<b>A3</b>	<b>A5</b>	<b>A7</b>	<b>A2</b>
0–25	2,86	2,79	2,96	3,97	1,97
25–50	1,55	1,51	1,93	2,75	0,76
<b>nabo forrageiro – <i>Raphanus sativus</i></b>					
	<b>A0</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>A6</b>	<b>A1</b>
0–25	2,86	2,79	2,84	2,83	3,72
25–50	1,55	1,51	1,87	1,58	1,45
<b>feijão-bravo-do-ceará – <i>Canavalia brasiliensis</i></b>					
	<b>A0</b>	<b>A3</b>	<b>A8</b>	<b>A10</b>	-
0–25	2,86	2,79	4,10	5,02	-
25–50	1,55	1,51	2,94	1,33	-
<b>Feijão-guandu – <i>Cajanus cajan</i></b>					
	<b>A0</b>	<b>A3</b>	<b>A9</b>	<b>A11</b>	-
0–25	2,86	2,79	4,33	4,19	-
25–50	1,55	1,51	1,86	1,72	-
<b>vegetação espontânea</b>					
	<b>A0</b>	<b>A3</b>	<b>A12</b>	<b>A13</b>	-
0–25	2,86	2,79	1,81	3,22	-
25–50	1,55	1,51	0,69	1,33	-

**Condições de cultivo (A):** **A0** – Área controle - Cerrado sentido restrito; **A1** – Plantio direto (rotação soja x nabo-forrageiro) sob cultura de safrinha de nabo-forrageiro, com 8 anos de cultivo; **A2** – Plantio direto (rotação soja x milho) sob cultura de safrinha de milho, com 8 anos de cultivo; **A3** – Plantio convencional, com 8 anos de cultivo; **A4** – Área de plantio direto com milho em sucessão com espécie condicionadora nabo forrageiro, período de cultivo de 3 anos; **A5** – Área de plantio direto (incorporado) com milho em sucessão com espécie condicionadora milho incorporado, período de cultivo de 3 anos; **A6** – Área de plantio direto com milho em sucessão, com espécie condicionadora nabo-forrageiro incorporado, período de cultivo de 3 anos, fase de embonecamento do milho; **A7** – Área de plantio direto com milho em sucessão com espécie condicionadora milho, período de cultivo de 3 anos, fase de embonecamento do milho; **A8** – Área de plantio direto com milho em sucessão com espécie condicionadora feijão-bravo incorporado, período de cultivo de 3 anos, fase de embonecamento do milho; **A9** – Área de plantio direto com milho em sucessão com espécie condicionadora feijão-guandu incorporado, período de cultivo de 3 anos, fase de embonecamento do milho; **A10** – Área de plantio direto com milho em sucessão com espécie condicionadora feijão-bravo incorporado, período de 3 anos, fase de embonecamento do milho; **A11** – Área de plantio direto com milho em sucessão com espécie condicionadora feijão-guandu incorporado, período de cultivo de 3 anos, fase de embonecamento do milho; **A12** – Área de plantio direto com milho em sucessão com vegetação espontânea, fase de embonecamento do milho; **A13** – Área de plantio direto com milho em sucessão com vegetação espontânea incorporada, fase de embonecamento do milho.

### ***Espécie condicionadora nabo-forrageiro (*Raphanus sativus*)***

Pela análise comparativa das condições de manejo com a espécie condicionadora nabo-forrageiro, [Tabela 1](#), na profundidade (0 a 25 cm), tem-se a quantificação de raízes em ordem decrescente: **A1** ⇒ **A0** ⇒ **A4** ⇒ **A6** ⇒ **A3** e na camada (25 a 50 cm) **A4** ⇒ **A6** ⇒ **A0** ⇒ **A3** ⇒ **A1**. Com base nos resultados verifica-se que a maior expressão radicular nos perfis culturais sob nabo-forrageiro foi com o plantio direto A1 (rotação soja x nabo-forrageiro), oito anos de cultivo, e que o plantio direto (rotação milho x nabo-forrageiro) com incorporação e sem incorporação durante três anos de cultivo, os resultados foram similares aos da área controle de Cerrado A0. Por isso, pode-se inferir que a espécie condicionadora nabo-forrageiro, em um período de três anos consecutivos, já consegue reverter o processo de compactação.

### ***Espécie condicionadora feijão-bravo-do-ceará (*Canavalia brasiliensis*)***

Conforme análise comparativa das condições de manejo com a espécie condicionadora feijão-bravo, verifica-se que a porcentagem de raízes na camada superficial (0 a 25 cm) decresce em ordem respectivamente: **A10** ⇒ **A8** ⇒ **A0** ⇒ **A3** e na camada subsuperficial **A8** ⇒ **A10** ⇒ **A0** ⇒ **A3**, ([Tabela 1](#)).

As áreas de manejo com a planta de cobertura feijão-bravo obtiveram resultados superiores às áreas de controle. Desses resultados, infere-se que, em um período de três anos, com a utilização dessa espécie condicionadora em sistema de plantio direto, com incorporação e sem incorporação, obtêm-se melhores condições físicas do solo, refletidas nas maiores porcentagens de raízes em relação ao plantio convencional e até mesmo da área controle de Cerrado nativo.

### ***Espécie condicionadora feijão-guandu (*Cajanus cajan*)***

Mediante análise comparativa dos sistemas de manejo com a espécie condicionadora feijão-guandu, a porcentagem de raízes na camada superficial (0 a 25 cm) foi em ordem decrescente respectivamente: **A9** ⇒ **A11** ⇒ **A0** ⇒ **A3** e na camada subsuperficial respectivamente: **A9** ⇒ **A11** ⇒ **A0** ⇒ **A3**. Observa-se o mesmo comportamento nas duas camadas analisadas, ([Tabela 1](#)).

Pelos resultados obtidos verifica-se que a espécie condicionadora feijão-guandu, em manejo de plantio direto, com incorporação e sem incorporação, apresentou melhorias nas condições físicas do solo, expressas na maior proporção de raízes

em relação às áreas controle. Sendo assim, pode-se dizer que, em um período de três anos consecutivos, essa espécie em plantio direto, poderá ser indicada como condicionadora de solo com resultados satisfatórios.

### ***Espécie condicionadora vegetação espontânea***

Os sistemas de manejo com a espécie condicionadora vegetação espontânea apresentaram porcentagem de raízes na camada superficial (0 a 25 cm) mais expressiva em ordem decrescente respectivamente: **A13 ⇒ A0 ⇒ A3 ⇒ A12** e na camada subsuperficial: **A0 ⇒ A3 ⇒ A13 ⇒ A12**, ([Tabela 1](#)).

Os experimentos com o sistema de manejo vegetação espontânea apresentaram diferenças em ambas as camadas: na camada subsuperficial, nas áreas de manejo com vegetação espontânea, obtiveram-se resultados inferiores às áreas controle. Observa-se que, apenas com a vegetação espontânea incorporada, A13, em sistema de plantio direto, promoveu melhorias nas condições do solo, visualizadas na concentração de raízes na camada superficial e subsuperficial em detrimento as áreas controle.

## **Conclusão**

1. O milheto, o guandu e o feijão-bravo-do-ceará, plantados como culturas de coberturas por três anos, determinaram porcentagem de raízes superior a uma área de Cerrado adjacente (controle) e também a uma área cultivada por oito anos em sistema convencional nas duas profundidades e nos sistemas estudados.

## **Referências Bibliográficas**

BLANCANEUX, P. L.; AMABILE, R. F. **Sistematização e adaptação da metodologia para caracterização do perfil cultural**. [S.l.: s.n.], 1991. Trabalho apresentado à Reunião Técnica sobre a Metodologia do Perfil Cultural em Londrina.

CÂMARA G.; ORTIZ, M. J. Sistemas de informação geográfica para aplicações ambientais e cadastrais: uma visão geral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27.; SIMPÓSIO CARTOGRAFIA, SENSORIAMENTO E GEOPROCESSAMENTO, 1998, Poços de Caldas. [Anais...]. Poços de Caldas: UFLA/SBEA, 1998. p. 59-88.

JORGE, L. A. C. **Recomendações práticas para aquisição de imagens digitais analisadas através do Siarcs**. São Carlos: Embrapa-CNPDIA, 1996. 53 p. (Embrapa-CNPDIA. Circular Técnica, 1).

SANTOS, H. G. dos; HOCHMULLER, D. P.; CAVALCANTI, A. C.; REGO, R. S.; KER, J. C.; PANOSO, L. A.; AMARAL, J. A. M. do. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS; Brasília: Embrapa-SPI, 1995. 116 p.

TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M. F.; MEDINA, C. C.; BALBINO, L. C.; NEVES, C. S. V. J. Método do perfil cultural para avaliação do estado físico de solos em condições tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 23, p. 393-399, 1999.