

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ENERGIA NUCLEAR**

**COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR
CENTRO REGIONAL DE CIÊNCIAS NUCLEARES DO NORDESTE**

Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares

**ADAPTAÇÃO DO MODELO CENTURY PARA SIMULAÇÃO
DA DINÂMICA DO CARBONO EM CULTIVO DE
BRAQUIARIA OU MILHO NO NORDESTE DO BRASIL**

JÚLIO CÉSAR RODRIGUES MARTINS

Orientador: Prof. Dr. Rômulo S. C. Menezes

Co-orientador: Prof. Dr. Everardo V. S. B. Sampaio

Recife, PE

Agosto, 2015

JÚLIO CÉSAR RODRIGUES MARTINS

**ADAPTAÇÃO DO MODELO CENTURY PARA SIMULAÇÃO
DA DINÂMICA DO CARBONO EM CULTIVO DE
BRAQUIARIA OU MILHO NO NORDESTE DO BRASIL**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação
em Tecnologias Energéticas e Nucleares para
obtenção do título de Doutor em Ciências, Área
de Concentração: Fontes Renováveis de Energia.

Orientador: Prof. Dr. Rômulo S. C. Menezes

Co-orientador: Prof. Dr. Everardo V. S. B. Sampaio

Recife, PE

Agosto, 2015

Catálogo na fonte

Bibliotecário Carlos Moura. CRB-4 / 1502

M386a

Martins, Júlio César Rodrigues.

Adaptação do modelo Century para simulação da dinâmica do carbono em cultivo de braquiaria ou milho no nordeste do Brasil. / Júlio César Rodrigues Martins. - Recife: O Autor, 2015.

104 f. : il., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Rômulo Simões Cezar Menezes.

Coorientador: Prof. Dr. Everardo Valadares de Sá Barretto Sampaio.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares, 2015.

Inclui referências bibliográficas, apêndices e anexos.

1. Modelagem. 2. Mudança no uso da terra. 3. *Zea mays*. 4. *Brachiaria decumbens*. I. Menezes, Rômulo Simões Cezar, orientador. II. Sampaio, Everardo Valadares de Sá Barretto, coorientador. III. Título.

UFPE

CDD 631.4 (21. ed.)

BDEN/2015-23

ADAPTAÇÃO DO MODELO CENTURY PARA SIMULAÇÃO DA DINÂMICA DO CARBONO EM CULTIVO DE BRAQUIARIA OU MILHO NO NORDESTE DO BRASIL

JÚLIO CÉSAR RODRIGUES MARTINS

APROVADO EM: 10/08/2015

ORIENTADOR: Prof. Dr. Rômulo Simões Cezar Menezes

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Everardo Valadares de Sá Barretto Sampaio

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Rômulo Simões Cezar Menezes – DEN/UFPE

Dr. Dário Costa Primo – Pós-doutorando DEN/UFPE

Dr. Fabio Freire de Oliveira – IF Sertão-PE

Dr^a. Ana Dolores Santiago de Freitas – DA/UFRPE

Dr. André Luiz de Carvalho – CECA/UFAL

Visto e permitida a impressão

Coordenador (a) do PROTEN/DEN/UFPE

OFEREÇO

À toda minha família em especial as minhas filhas Ana Júlia e Ana Raquel e minha esposa Milena Cordeiro Vasconcelos.

*"... Tudo é do Pai... Toda honra e toda glória
É dele a vitória alcançada em minha Vida ...".*

Frederico Cruz.

DEDICO

Ao meu pai Geogilvan de Sousa Martins (In memoriam).

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sua bondade infinita, pelo dom da vida que nos concede, pela felicidade e família que tenho.

Ao Prof. Rômulo Simões Cezar Menezes, pela dedicação, apoio, e experiências das quais lembrarei pelo resto da vida. Uma pessoa realmente iluminada na qual agradeço de coração tudo o que fez.

A UFPE pela realização do sonho em me tornar doutor. Ao CNPq pela concessão da bolsa de doutorado. A todos os funcionários do Departamento de Energia Nuclear onde vivi momentos inesquecíveis.

Ao Prof. Everardo V. S. B. Sampaio, co-orientador, pelos vários ensinamentos e conversas agradáveis.

Ao Prof. Alexandre de Siqueira Pinto, pela grande ajuda na condução do trabalho.

Para os membros das bancas Prof. Fabio Oliveira, Prof. Tácio (In memoriam), Prof. Dubeux Jr., Dra. Ana Dolores, Dr. Éric Xavier, Dr. André Luiz pelas contribuições.

A meus pais George Martins (In memoriam) e Francisca pelo grande apoio e incentivo, principalmente nos momentos de dificuldades no decorrer da vida.

As minhas irmãs, Geórgia que foi muito importante nessa caminhada e Priscilla.

A minha família: Manoel Júlio e Irene (avôs), Tia Cleinha, Tio Zacarias, Rosângela, Drielly, Daleska, Débora, Tio Érico, Márcia, Érico Filho, Mariana, Hélio, Tio Rigoberto, Adélia, Rigoberto Filho, Arthur, Vitor, Tia Rita, Toinho, Tia Uda, Chiquinho, Tio Ranulfo, Guia, Tia Rejane, Adeni, Tio Neco, Meire, Sofia, Jandira e Galega nas quais foram muito importantes nessa caminhada.

A minha mulher Milena pela paciência, compreensão e companheirismo nos momentos de dificuldade, bem como a sua família: Sr. Umbegildo, D. Raquel, Adena, Derinha, Aya, Valéria, Bruno, Neto, Jadilson, Denise, Breno, Júnior, Jerry, Ayne, Ykaro, Jean, Dona Cláudia, Helton, Rayssa, Amanda, Euclimar, Melania, Jeise (In memoriam), Edgar e Suzana que tão bem me acolheram.

Ao grande amigo/irmão Dário, uma amizade inesquecível.

Aos amigos Emmanuel, Kennedy, Fábio e Romildo amigos para uma vida toda.

Ao amigo Tiago Althoff pelo importante apoio e motivação para o término deste trabalho.

A todos os meus amigos André, Gustavo, Ranulfinho, Kefinho, Danilo, Felipe, Rafaela, Kécia, Augusto, Cintya, Laerte, Rafael, Aninha, Alexandre, Yago, Ohanna, Nauanny, Aline, Michel, que contribuíram direto ou indiretamente para este trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Fertilidade do Solo, Gilberto, Pedrinho e Claudenice.

AGRADEÇO

RESUMO

Frente aos desafios do aquecimento global e as mudanças climáticas, a sociedade tem como desafio, reduzir as emissões de C à atmosfera. Uma das principais vias de transferência do C à atmosfera são através das mudanças no uso da terra, na qual ecossistemas naturais são convertidos em cultivos agrícolas e pastagens para produção de alimentos e energia. Na região semiárida, a produção vegetal é afetada fortemente pela baixa disponibilidade de água e nutrientes nos solos. Por outro lado, a alta densidade populacional na região, o baixo emprego de tecnologia de produção agrícola e a consequente pressão exercida sobre os agroecossistemas, fazem do manejo do solo uma tarefa complexa. Essa complexidade é aumentada quando se considera as futuras mudanças climáticas projetadas para a região. Diante deste cenário, a utilização de adubos orgânicos (esterco bovino e adubos verdes) ou fertilizantes químicos apresenta-se como as principais fontes para fornecimento de nutrientes para as culturas agrícolas. No entanto, não se sabe qual impacto destes adubos sobre a dinâmica do carbono do solo e culturas e/ou pastagens ao longo do tempo. Sendo assim, é possível que o uso de modelos de simulação, como o Century, capazes de integrar as diversas variáveis ambientais e de manejo dos agroecossistemas, possa contribuir para o melhor entendimento do funcionamento desses sistemas e auxiliar no desenvolvimento de sistemas mais sustentáveis de uso da terra na região. Com isso, o presente trabalho teve como objetivos: 1) Avaliar o impacto das mudanças no uso do solo sobre os estoques de carbono do solo na região semiárida do Nordeste do Brasil; 2) Calibrar o modelo CENTURY para simulação da produtividade de milho e dinâmica do C após adubação orgânica com gliricídia ou esterco bovino Neossolo Regolítico da região semiárida da Paraíba, 3) Calibrar e Validar o modelo Century para simulação dos estoques de C do solo e biomassa da braquiária na Zona da Mata Norte de Pernambuco. Os maiores estoques de carbono orgânico total do solo na região semiárida até a camada de 0-20 cm foram encontrados sob mata nativa. O modelo Century foi capaz de simular as produtividades de palhada e de grãos do milho. O modelo Century 4.5 foi validado para simular a dinâmica do carbono orgânico do solo sob *Brachiaria decumbens* na zona da mata norte de Pernambuco.

Palavras-chave: modelagem; mudança no uso da terra; *Zea mays*; *Brachiaria decumbens*

ABSTRACT

The challenges of global warming and climate change, the company aims to reduce emissions of C to the atmosphere. One of the main routes of the C transfer to the atmosphere is through changes in land use, in which natural ecosystems are converted to agricultural crops and grasslands to produce food and energy. In the semiarid region, crop production is strongly affected by low availability of water and nutrients in soils. On the other hand, the high population density in the region, the low use of agricultural technology and the consequent pressure on agricultural ecosystems, make soil management a complex task. This complexity is increased when considering future climate changes projected for the region. In this scenario, the use of organic fertilizers (animal manure and green manure) or chemical fertilizers presented as the main sources for the supply of nutrients to crops. However, it is unclear what impact these fertilizers on the dynamics of soil carbon and crops and / or pasture over time. Thus, it is possible that the use of simulation models such as the Century, able to integrate the various environmental variables and management of agro-ecosystems, can contribute to a better understanding of the functioning of these systems and assist in developing more sustainable systems of use of land in the region. Thus, this study aimed to: 1) Assess the impact of changes in land use on soil carbon stocks in the semiarid region of Northeast Brazil; 2) Calibrate the CENTURY model to simulate the corn yield and C dynamics after organic fertilization with gliricidia or Entisol manure of semi-arid region of Paraiba, 3) calibrate and validate the Century model for simulation of soil C stocks and biomass *Brachiaria* in the Zona da Mata Norte of Pernambuco. The biggest stocks of the total soil organic carbon in the semiarid region to 0-20 cm were found in bushland. The Century model was able to simulate the yield of straw and corn grains. The Century model 4.5 was validated to simulate the dynamics of soil organic carbon under *Brachiaria decumbens* in the area north forest of Pernambuco.

Keywords: modeling; land use change; *Zea mays*; *Brachiaria decumbens*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Artigos publicados nos 10 últimos anos com o tema mudança de uso da terra.....	20
Figura 2 - Precipitação pluviométrica mensal (média histórica de 35 anos) na Estação Experimental do Instituto Agronômico de Pernambuco, Itambé, PE.....	29
Figura 3 - Estoque de carbono orgânico do solo sob cinco usos do solo na região semiárida do NE do Brasil.....	44
Figura 4. Trabalhos publicados com estoque de carbono na região semiárida do NE do Brasil.....	46
Figura 5 - Produtividade de grãos de milho, simulado e observado, nos anos de 2003 a 2006 em um Neossolo Regolítico da região Semiárida.....	48
Figura 6. Produtividade de palhada, simulado e observado, nos anos de 2003 a 2006 em um Neossolo Regolítico da região Semiárida.....	48
Figura 7 - Produtividade simulada e observada de palhada de milho adubado com gliricídia nos anos de 2003 a 2006 em um Neossolo Regolítico da região semiárida.....	50
Figura 8 - Produtividade simulada e observada de grãos de milho adubado com gliricídia nos anos de 2003 a 2006 em um Neossolo Regolítico da região semiárida.....	51
Figura 9 - Produtividade simulada e observada de palhada de milho adubado com esterco nos anos de 2003 a 2006 em um Neossolo Regolítico da região semiárida.....	50
Figura 10 - Produtividade simulada e observada de grãos de milho adubado com esterco nos anos de 2003 a 2006 em um Neossolo Regolítico da região semiárida.....	51
Figura 11 - Carbono total do solo (g.m^{-2}) simulado para os anos de 2003 a 2006, sem adubação (testemunha) e após adubação orgânica com esterco ou gliricídia.....	53
Figura 12 - Estoque de carbono orgânico total (COT), e dos compartimentos de carbono orgânico de um Argissolo Vermelho-Amarelo (0-20 cm), obtidas por meio de uma simulação de equilíbrio realizada pelo modelo Century 4.5.....	54
Figura 13 - Carbono orgânico total do solo (COT) medidos e simulados pelo modelo Century no tratamento sem adição de nitrogênio (0N - testemunha)	57
Figura 14 - Carbono orgânico total do solo (COT) medidos e simulados pelo modelo Century no tratamento com adição de 150 kg nitrogênio ha^{-1} (150N)	57

Figura 15 - Carbono orgânico total do solo (COT) medidos e simulados pelo modelo Century no tratamento com adição de 300 kg nitrogênio ha ⁻¹ (300N)	58
Figura 16 - Dinâmica dos compartimentos do COT do solo (ativo, lento e passivo) simulado pelo modelo Century no tratamento sem adição de nitrogênio (0N - testemunha)	58
Figura 17 - Carbono orgânico total do solo simulado e medido pelo modelo Century em pastagem de <i>B. decumbens</i> na Zona da Mata de Pernambuco, Itambé-PE.....	61
Figura 18 - Produtividade de biomassa (kg ha ⁻¹), medido e simulado pelo modelo Century em pastagem de <i>B. decumbens</i> na Zona da Mata de Pernambuco, Itambé-PE.....	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Referências sobre estoques de C na região semiárida do NE do Brasil.....	26
Tabela 2 - Valores de precipitação mensal na área experimental de Esperança, PB.....	28
Tabela 3 – Atributos físicos do solo na camada 0-20 cm na Estação Experimental do Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA), Itambé, PE	32
Tabela 4 – Valores das variáveis de entrada de solo e clima para a região de Itambé, Pernambuco, usadas nas simulações com o modelo Century 4.5.....	33
Tabela 5 – Variáveis do parâmetro TREE.100 original e modificados para reproduzir a vegetação de Mata Atlântica no município de Itambé, em Pernambuco.....	34
Tabela 6 – Levantamento bibliográfico para quantificação da produtividade de biomassa para a calibração das culturas pelo modelo Century 4.5.....	37
Tabela 7 – Variáveis do parâmetro CROP.100, original e modificados para calibração da <i>B. decumbens</i> , Itambé, PE.....	38
Tabela 8 – Variáveis do parâmetro FIRE.100, original e modificado.....	39
Tabela 9 – Variáveis do parâmetro FERT.100, original e modificado.....	40
Tabela 10 - Variáveis do parâmetro HARV.100, original e modificado.....	40
Tabela 11 - Variáveis do parâmetro GRAZ.100, original e modificado.....	41
Tabela 12 - Parâmetros do arquivo FIX.100 modificados para calibração do solo sob cultivo da <i>B. decumbens</i> , Itambé, PE.....	42
Tabela 13 - Redução e aumento relativo no estoque de carbono do solo após a mudança no uso do solo.....	45
Tabela 14 - Análise de sensibilidade, para variáveis do modelo CENTURY.....	49
Tabela 15 - Estoque de carbono do solo (Mg C ha ⁻¹) e relação C:N, medido e simulado, sob Mata Atlântica na Zona da Mata de Itambé, Pernambuco.....	54
Tabela 16 - Estoque de carbono na biomassa vegetal (Mg C ha ⁻¹ ano ⁻¹) e a produtividade primária líquida (g C m ⁻² ano ⁻¹), em Mata Atlântica, medido e simulado pelo modelo Century 4.5, na Zona da Mata de Itambé, PE.....	55
Tabela 17 - Entradas de nitrogênio medido e simulado pelo modelo Century para Mata Atlântica, na Zona da Mata, Itambé, PE.....	56

Tabela 18 - Dados observados no campo e simulados pelo modelo Century 4.5 para as variáveis de produtividade de biomassa da parte aérea e de raiz em pastagem de <i>Brachiaria decumbens</i> Stapf. sob taxa de lotação (4 UA ha ⁻¹); Itambé, PE.....	59
---	----

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	17
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1	Mudança no uso do solo	19
2.2	Modelo Century 4.5	20
2.3	Cultura do Milho	23
2.4	Cultura da Braquiária	24
3	MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1	Experimento 1	26
3.2	Experimento 2	27
3.3	Experimento 3.....	29
3.3.1	Descrição e histórico da área	29
3.3.2	Experimento de campo	30
3.3.3	Fitossociologia e amostragem do solo sob Mata Atlântica	31
3.3.4	Inicialização do modelo Century 4.5	31
3.3.4.1	Dados climáticos.....	31
3.3.4.2	Dados de solo.....	32
3.3.5	Calibração do Modelo Century 4.5	32
3.3.5.1	Parametrização do modelo Century 4.5	32
3.3.6	Calibração da Mata Atlântica	32
3.3.6.1	Parâmetro TREE.100 (Floresta).....	33
3.3.6.2	Parâmetro TREM.100 (Remoção da Floresta).....	36
3.3.7	Calibração da Mata Atlântica	37
3.3.7.1	Parâmetro CROP.100 (Cultura).....	37
3.3.7.2	Parâmetro FIRE.100 (Fogo para despalha da cana-de-açúcar).....	39
3.3.7.3	Parâmetro FERT.100	39
3.3.7.4	Parâmetro HARV.100 (Colheita).....	40
3.3.7.5	Parâmetro GRAZ.100 (Pastejo).....	40
3.3.7.6	Parâmetro FIX.100 (Parâmetros fixos do solo)	41
3.3.8	Validação do modelo Century 4.5	42
3.3.8.1	Experimento de campo	42

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4.1	Experimento 1.....	44
4.2	Experimento 2.....	47
4.2.1	Calibração das parcelas sem adubação orgânica	47
4.2.2	Calibração das parcelas adubadas com gliricídia e esterco bovino	52
4.2.3	Simulação do carbono total do solo em três diferentes tipos de manejo da adubação (sem adubação, esterco bovino e gliricídia)	53
4.3	Experimento 3.....	53
4.3.1	Dinâmica do carbono abaixo e acima do solo sob Mata Atlântica.....	53
4.3.2	Simulação da dinâmica do carbono orgânico total do solo sob <i>Brachiaria decumbens</i>	56
4.3.3	Produtividade de biomassa e biomassa radicular da <i>Brachiaria decumbens</i>	59
4.3.4	Validação do modelo Century 4.5 para simulação do carbono do solo sob <i>Brachiaria decumbens</i>	60
4.3.5	Validação do modelo Century 4.5 para a simulação da produtividade da <i>Brachiaria decumbens</i>	61
5	CONCLUSÃO.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.2
5.1	Experimento 1.....	62
5.2	Experimento 2.....	63
5.3	Experimento 3.....	63
6	PERSPECTIVAS	64
	REFERÊNCIAS	65
	APÊNDICE A	78
	APÊNDICE B	79
	APÊNDICE C	80
	APÊNDICE D	80
	APÊNDICE E	80
	APÊNDICE F	80
	APÊNDICE G	80

ANEXO A.....82

ANEXO B.....83

ANEXO C.....87

ANEXO D.....88

ANEXO E.....91

ANEXO F.....95

ANEXO G.....100

1. INTRODUÇÃO

A evolução do ser humano no planeta descreve uma trajetória de demanda crescente sobre os recursos naturais, sendo que uma parcela superior a 50% da superfície terrestre, e sua produtividade, já é utilizada (VITOUSEK et al., 1997). Estima-se, por exemplo, que a escassez de água atingirá 40% da população do planeta, em 2030 (ONU, 2003).

O efeito estufa e as perspectivas de aquecimento global, constituem-se em uma preocupação da atualidade, discutida especialmente a partir do ano de 1988 (SIQUEIRA et al., 2001; MARENGO, 2014), com a criação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês). Dados indicam aumento médio de 2% na concentração de CO₂ na atmosfera na última década (RAUPACH et al., 2007; CANNADÉL et al., 2007), como consequência, as previsões e simulações climáticas indicam, para o final do século XXI, um aumento da temperatura em, praticamente, toda a América do Sul.

Estudos sugerem que as ações antrópicas e as mudanças climáticas globais agiriam conjuntamente, para levar o sistema climático a um estado de equilíbrio mais seco que o atual, com efeitos sérios no balanço hidrológico e de nutrientes em ambientes naturais (OYAMA e NOBRE, 2004).

Para a região semiárida do Nordeste (NE) do Brasil as projeções de mudanças climáticas sugerem um aumento de 2 - 4° C na temperatura até 2070, como efeito, uma redução na precipitação pluviométrica de até 22% e aumento das áreas em condições semiáridas e áridas na região (MARENGO e BERNASCONI, 2015).

A região semiárida do Brasil é caracterizada por uma ampla variabilidade ambiental, em particular quanto ao regime de precipitação pluviométrica. Com isso, os sistemas de produção vegetal na região sejam cultivos agrícolas ou pastagens, em sua maioria caracterizam-se pela baixa produtividade devido à reduzida disponibilidade hídrica (SAMPAIO, 1995).

Nas diferentes áreas da região, observam-se médias de precipitação variando de 300 a 1000 mm ano⁻¹, com chuvas geralmente concentradas em um período de 3 – 5 meses na maioria das vezes irregular (SAMPAIO, 1995), apenas uma pequena fração (< 5%) das terras da região podem ser irrigadas (SAMPAIO et al., 1995; MENEZES et al., 2005), aumentando os riscos de quebra na colheita de grãos, cuja probabilidade de sucesso é de apenas 25% (SAMPAIO et al., 1995).

Com isso, a utilização de modelos matemáticos para simulação permite projetar os possíveis efeitos do clima sobre a produtividade vegetal das culturas em longo prazo em diferentes cenários de mudanças climáticas na região semiárida.

Entretanto, dados sobre produtividade das culturas, ciclagem de Carbono (C) e Nitrogênio (N) de áreas representativas de tipos de solos e uso da terra na região semiárida são escassos e ainda não permitem extrapolações robustas para as condições de toda a região (MENEZES et al., 2008).

Dada a reduzida quantidade de dados disponíveis, nesse momento, é necessária a geração de dados de campo adequados para a calibração e validação de modelos que sejam capazes de simular os impactos das mudanças globais, com ênfase nas mudanças climáticas e pressões antrópicas sobre os diferentes sistemas de uso da terra (cultivo agrícola e pastagem) em diferentes zonas agroecológicas da região NE do Brasil.

A região NE é a terceira maior produtora nacional de milho (*Zea mays* L.), com isso, devido à importância tradicional e econômica para região, é fundamental projeções sobre a produtividade vegetal da cultura. Assim como acontece com a cultura do milho, a braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.) está entre as pastagens tropicais mais plantadas e estudadas no Brasil, por isso, a adaptação do Century para simular produtividade vegetal de ambas as espécies é um tema importante e que pode trazer contribuições relevantes para a pesquisa agropecuária na região NE.

Os objetivos do presente estudo foram: 1) Avaliar o impacto das mudanças no uso do solo sobre os estoques de carbono do solo na região semiárida do NE do Brasil; 2) Calibrar o modelo CENTURY com dados de produtividade do milho e dinâmica de nutrientes em um Neossolo Regolítico da região semi-árida da Paraíba para simulação da produtividade de milho após adubação orgânica com gliricídia ou esterco bovino; e, 3) Validar o modelo Century para simulação dos estoques de C do solo e biomassa da braquiária na zona da Mata Norte de Pernambuco.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mudanças no uso do solo

Diante do desafio das mudanças climáticas globais, ocasionadas principalmente pela ação antrópica, o estudo do solo como potencial sumidouro de C é essencial. Estima-se que o estoque global de C no solo é cerca de 2500 gigatons (Gt), sendo aproximadamente 3,3 vezes maior que o estoque na atmosfera (760 Gt) (LAL, 2004; ROSCOE, 2003) e muitos estudos têm sido realizados para quantificar os estoques e fluxos do C nos ecossistemas terrestres no intuito de mitigar as emissões à atmosfera (LAL, 2004; LAL, 2010).

Em ecossistemas naturais os compartimentos e fluxos do C são controlados por fatores naturais como temperatura, umidade, características físicas do solo, interação da matéria orgânica do solo (MOS) com os minerais de argila e biota do solo (STEVENSON, 1994; TAYLOR et al., 2009). Contudo, as ações antrópicas, como desmatamentos e queimadas aceleram os processos de ciclagem, exercendo forte impacto sobre as entradas e saídas de C do solo, afetando seus ciclos, por serem os elementos mais importantes na manutenção da dinâmica dos ecossistemas e que estão diretamente associados às mudanças climáticas (GIONGO et al., 2011).

A conversão de ecossistemas naturais em sistemas agrícolas envolve uma série de atividades que podem afetar as taxas de adição e de decomposição da MOS (ZINN et al., 2005). Em cultivos agrícolas o manejo inadequado dos restos culturais e o revolvimento no preparo do solo são práticas que favorecem as saídas de C do solo para a atmosfera (STEVENSON, 1994).

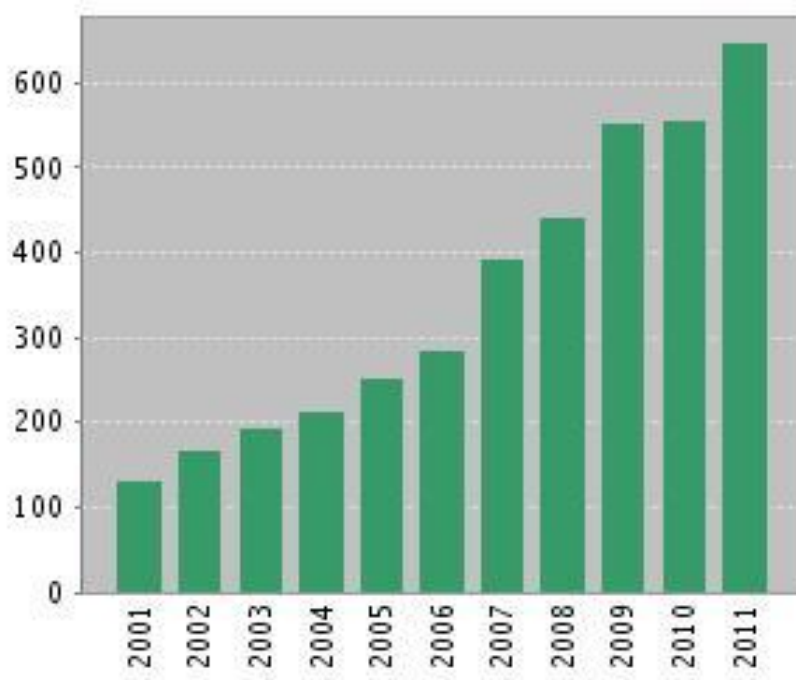
As formas de manejo e uso do solo são os fatores que mais contribuem para a redução dos estoques de C (SCHOLLES et al., 1997), principalmente em ambientes áridos onde o estoque de C do solo até um metro de profundidade pode variar de 30 Mg ha⁻¹ para 800 t/ha⁻¹, já em solos orgânicos de regiões temperadas. Em média esta faixa encontra-se entre 50 e 150 Mg ha⁻¹ (LAL, 2004). Na região semiárida do NE do Brasil, o estoque de C do solo em média é de 85 t/ha (SAMPAIO e COSTA, 2011).

Vários fatores contribuem para que regiões áridas e semiáridas apresentem solos com baixos estoques de C, como as altas temperaturas que aceleram a decomposição da MOS e reduz a produção de biomassa aérea devida a baixa disponibilidade hídrica, limitando o

acúmulo de Carbono Orgânico Total (COT) no solo (FREITAS e SAMPAIO, 2008; MENEZES et al., 2005).

Muitas pesquisas têm sido realizadas para melhor entendimento dos efeitos das mudanças no uso da terra e seus potenciais impactos sobre os estoques de C do solo. Na última década tem-se observado um número crescente de artigos publicados sobre este tema (Figura 1) em diversas partes do mundo, entretanto, para muitas regiões como a semiárida do NE do Brasil as informações sobre os impactos das mudanças no uso da terra sobre o solo ainda são incipientes, estudos como esses são essenciais para avaliar quanto é emitido de C a atmosfera com as mudanças no uso da terra.

Figura 1 – Artigos publicados nos 10 últimos anos com o tema mudança de uso da terra.



Fonte: Web of Science (2012), termos para indexação: (Land-use change)

2.2 Modelo Century 4.5

O desenvolvimento dos computadores nos últimos anos possibilitou que informações fossem processadas milhares de vezes mais rápido do que era possível anteriormente (LEAL e DE-POLLI, 2008). A pesquisa científica, com o advento da informática deixou de ser tratada de forma pontual e reducionista para ser tratada de uma maneira mais integrada e holística (LEAL, 1996).

Uma das maneiras de se fazer esta integração do conhecimento é através dos modelos de simulação, que são algoritmos que reproduzem, através de funções matemáticas, as respostas de um sistema a uma determinada combinação de fatores que influenciam neste sistema (LEAL E DE-POLLI, 2008).

De forma geral, modelo é uma representação simplificada da realidade (ADDISCOTT, 1993). Para esse mesmo autor, modelos são úteis porque permitem que aspectos importantes do sistema a ser modelado sejam identificados, estudados e reproduzidos, possibilitando previsões que auxiliem nas tomadas de decisões. Apesar de freqüentemente questionados pela comunidade científica (COSTA e AMORIM, 2008), a utilização de modelos são justificadas por algumas razões, como: ferramentas importantes para simplificar o conhecimento científico, auxiliar na gestão e na tomada de decisão de políticas públicas e tem grande potencial didático para o entendimento de processos (BOOTE et al., 1996; COSTA, 1997).

Contudo, como no campo científico, a adoção de tecnologias inovadoras causa desconfiança a muitos, por serem considerados produtos de concepção complexas, não muito bem definidas aos olhos da ciência (COSTA e AMORIM, 2008). Por isso, a expressão “caixa preta” é comumente empregada, corretamente, para muitos modelos que são inflexíveis em relação à clareza dos processos que ocorrem em seu código, não levando em consideração parâmetros determinantes a simulação.

Segundo Odum (1988), os modelos podem ser verbais ou gráficos (informais). Entretanto, para permitir predições quantitativas com certo grau de confiabilidade, os modelos devem ser estatísticos e matemáticos (formais). Embora não exista uma diferença clara entre modelos matemáticos e modelos de simulação, a princípio modelos matemáticos são representações matemáticas de um fenômeno, e modelos de simulação são algoritmos que englobam um ou mais modelos matemáticos, que representam fenômenos mais complexos (LEAL e DE-POLI, 2008).

Muitas variáveis influenciam na dinâmica da MOS dificultando o estabelecimento adequado do manejo. A incorporação dos conceitos de formação e “turnover” da matéria orgânica em modelos de simulação é uma forma adequada de integrar esses conhecimentos (PARTON et al., 1987). É importante o uso de modelos de simulação nos estudos da matéria orgânica, uma vez que os efeitos sobre as quantidades e concentrações no solo são muito lentos (ADDISCOTT, 1993).

Vários modelos têm sido propostos para estudos de dinâmica de MOS e nutrientes em ecossistemas no mundo. Em um trabalho foram comparados de forma crítica nove modelos de simulação de C e nutrientes em diferentes ecossistemas terrestres de clima temperado, por meio

de sete experimentos de longa duração (SMITH et al., 1997). Desses nove, apenas dois modelos foram capazes de simular o C em todos os sistemas de uso da terra em cada experimento (RothC-26.3 e CENTURY). Na região semi-árida do NE do Brasil, recentemente, foi desenvolvido um modelo (EPICSEAR) (BARROS et al., 2004a), adaptado do modelo EPIC, que foi aplicado às condições de um Latossolo do Piauí, cultivado com milho e feijão, obtendo-se resultados bastante satisfatórios (BARROS et al., 2004b). Outro modelo desenvolvido, o SALSA (PEINETTI et al., 2008), especificamente para ambientes semiáridos, também simulou razoavelmente bem a dinâmica da MOS, a produtividade de biomassa do milho e a dinâmica do nitrogênio no solo, e mostrou ser um modelo promissor para a região.

O modelo Century foi desenvolvido originalmente para simular a dinâmica da MOS em pastagens naturais nas Planícies Norte Americanas (PARTON et al., 1988), porém tem sido utilizado em diversos biomas, tipos de solos e clima (PARTON et al., 1987). O modelo Century consiste de vários submodelos: os submodelos do carbono, do nitrogênio, do fósforo, do enxofre, o submodelo de água e de produção vegetal. A seguir as figuras 1 e 2, respectivamente, ilustram os submodelos de carbono e produção vegetal.

Uma das particularidades do modelo Century é a divisão da MOS em três frações com diferentes tempos de ciclagem, sendo elas: a) *fração ativa*, consistindo da atividade microbiana e seus produtos metabólicos, cujo tempo ciclagem em condições ideais é de 0,14 anos; b) *fração protegida*, que é mais resistente à decomposição (ciclagem a partir de 5 anos) como resultado da proteção física e química; c) *fração química e fisicamente resistente*, com um longo tempo de ciclagem (150 anos, sob condições ideais) (PARTON et al., 1987).

O submodelo de pastagem/cultivo é formado por dois compartimentos de biomassa: biomassa acima e abaixo do solo. A biomassa acima do solo pode ser dividida em palha e grão, a proporção de cada compartimento desses é função do índice de colheita da pastagem/cultura estudada. Dentre os fatores que controlam os fluxos no submodelo destacam-se o preparo do solo e as taxas de mortalidades de biomassa aérea e subterrânea (PARTON et al., 1987).

As principais variáveis de entrada do modelo Century são: temperatura do ar, precipitação mensal, conteúdo de lignina no material vegetal, teores de N, P e S do material vegetal, textura do solo, aporte de N do solo e da atmosfera e teor inicial de C, N, P e S nos diferentes compartimentos do solo (LEITE et al., 2004).

2.3 Cultura do Milho

A população mundial cresceu fortemente no último século e com isso a demanda por alimentos, segue a mesma tendência (GODFRAY et al. 2010). A cultura do milho (*Zea mays* L.) na agricultura brasileira tem seguido a mesma tendência nos últimos anos, em decorrência principalmente do aumento no consumo interno. Segundo estimativas a produção brasileira baterá novo recorde com uma produção de 78 milhões de grãos de milho (CONAB, 2013).

No Brasil, 80% da produção interna de milho é utilizada como ração animal (SOUZA e BRAGA, 2004), o que confirma os dados divulgados pelo Ministério das Relações Exteriores (BRASIL, 2008) colocando o Brasil como maior exportador de carne de ave. Além da importância do consumo como alimento humano na região NE.

Na região semiárida do NE, onde predominam cultivos de subsistência geralmente de baixa produtividade, não há entrada de nutrientes de fontes externas, e a matéria orgânica do solo (MOS) é a principal fonte de nutrientes para as culturas (TIESEN et al 2001).

Os sistemas de produção vegetal da região semiárida funcionam controlados fortemente pela disponibilidade de água e nutrientes. Todavia, em virtude da complexidade dos agroecossistemas da região semiárida, principalmente no que diz respeito à disponibilidade hídrica, a resposta da produtividade vegetal à aplicação de adubos orgânicos de diferentes qualidades é também complexa. Além da limitação por água, a produção de biomassa vegetal na região limita-se principalmente pela baixa disponibilidade de N e P, nos solos (SAMPAIO, 1995), especialmente em decorrência do restrito uso de fertilizantes químicos, considerados de alto custo para os produtores familiares, segmento predominante na região (MENEZES et al., 2002).

Por outro lado, a utilização de resíduos agrícolas são alternativas viáveis e de baixo custo para manutenção da MOS (Palm et al. 2001) e aumento na produtividade. Em média, a produtividade da cultura do milho na região semiárida do NE é de aproximadamente 600 kg ha⁻¹, entretanto, devido a ampla variabilidade na precipitação pluviométrica, sobretudo na safra 2011/2012, as médias de produtividade da cultura chegaram a 106 e 117 kg/ha⁻¹, para os estados da Paraíba e Pernambuco, respectivamente (CONAB, 2013).

Diante deste cenário, a utilização de adubos orgânicos como o esterco bovino, apresenta-se como a principal fonte alternativa para fornecimento de nutrientes para as culturas agrícolas, principalmente o P. Entretanto, a reduzida disponibilidade de esterco nas propriedades rurais leva aos agricultores a importá-lo de regiões circunvizinhas, aumentando

os custos de produção (MENEZES et al., 2002). Como alternativa, a prática da adubação verde com leguminosas, entre elas a gliricídia, vem sendo adotada nos últimos anos. Além de suprir nutrientes, os adubos verdes podem aumentar os teores de N e de matéria orgânica do solo (MOS), além de melhorar as condições físicas, químicas e biológicas dos solos (MONEGAT, 1991). Estudos com a utilização destes adubos orgânicos (esterco e gliricídia) aplicados sozinhos ou combinados (PERÉZ-MARIN et al., 2007; MUNDUS et al., 2008), têm sido desenvolvidos no semiárido.

2.4 Cultura da Braquiária

As áreas de pastagens ocupam cerca de 3 bilhões de hectares no mundo, o que corresponde a praticamente 20% da superfície do globo terrestre (MARCELINO et al., 2006). No mundo, as pastagens têm um papel fundamental na economia como um dos principais insumos para produção de alimentos, além da importância ambiental com o aumento dos estoques de matéria orgânica do solo e a proteção a erosão do solo.

O Brasil tem aproximadamente 180 milhões de hectares de pastagens e, segundo Fonseca et al. (2006), o gênero *Brachiaria* ocupa cerca de 85% dessa área, com a *Brachiaria decumbens* Stapf. (Braquiária), ocupando aproximadamente 55% desse total.

A produção animal, baseada no uso de pastagens, consiste em uma das alternativas mais competitivas e rentáveis da pecuária brasileira. Entretanto, a degradação das pastagens promove a redução na qualidade e produtividade das pastagens em longo prazo (SILVA et al. 2004).

Avaliando várias gramíneas forrageiras, Santos et al. (2003), observaram produtividade da *Brachiaria brizanta* cv. Marandu de 5,50 t/ha/35 dias. Em estudo com *Brachiaria decumbens* em Itambé, Zona da Mata de Pernambuco, testando vários níveis de adubações fosfatadas e nitrogenadas foram observadas produtividades de 2,3 t/ha.corte no tratamento testemunha a 6,6 t/ha.corte nas maiores doses (LIRA et al. 1994).

Forrageiras do gênero *Brachiaria* são mais frequentemente utilizadas como pastagem permanente sob lotação contínua, devido a adaptabilidade edáfica em solos ácidos, de baixa fertilidade e alta produtividade (VALLE et al. 2010), no entanto, o desempenho animal desta quando tratada sem adubação e em solos de baixa fertilidade suportam apenas de 0,7 a 1,2 UA.ha⁻¹ (Unidade Animal por hectare).

Dois fatores principais afetam a sustentabilidade da pastagem e consequentemente a produção animal: a falta de reposição dos nutrientes do solo e o manejo animal inadequado. Estes fatores combinados fazem com que a pastagem entre em processo de degradação.

A degradação das pastagens pode ser explicada como sendo um processo dinâmico de degeneração ou queda relativa da produtividade. Entretanto, quando bem manejadas no caso de pastagens cultivadas, os estoques de carbono podem ser iguais ou até superiores aos estoques sob mata nativa. Apesar dos altos valores de estoque de carbono em pastagens cultivadas, é importante enfatizar que o potencial de sequestro não reside na abertura de novas áreas, mas sim na recuperação de pastagens degradadas já existentes (BUSTAMANTE et al 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Experimento 1

Os procedimentos para o levantamento bibliográfico deste estudo foram baseados em leituras e compilação de informações sobre os estoques de C do solo na região semiárida do NE do Brasil sob 5 principais coberturas de uso do solo (mata nativa, pasto nativo, pasto plantado e lavoura anual e perene) na região (SAMPAIO e COSTA, 2011).

Na revisão foram encontrados 18 trabalhos sobre estoques de C do solo na região semiárida do NE do Brasil, no entanto, no intuito de aproveitar o maior número de trabalhos foram selecionados 13 por apresentarem compatibilidade na camada de 0-20 cm (Tabela 1).

Tabela 1 – Referências sobre estoques de C na região semiárida do NE do Brasil

Uso do solo	Referência
Mata nativa	3; 5; 6; 9
Pastagem nativa	1; 6
Pastagem plantada	2; 6
Lavoura anual	2; 3; 4; 7; 8
Lavoura perene	1; 6

¹ BERNARDI et al., (2007); ² OLIVEIRA et al., (2011); ³ MAIA et al., (2007); ⁴ JESUS (2012); ⁵ AMORIM, (2009); ⁶ GIONGO et al., (2011); ⁷ MUNDUS et al., (2008); ⁸ GALVÃO et al., (2008); ⁹ ANTUNES et al. (2010).

O grande desafio da revisão foi à dificuldade em reunir dados disponíveis sobre estoque de C na região, dada a escassez de dados sobre o assunto e ausência de dados completos. Informações sobre estoques de C do solo, densidade do solo e meta-dados associados foram compilados dos artigos, entretanto, muitos estudos apresentaram dados apenas de COT e a camada de amostragem do solo impossibilitando, portanto, o cálculo dos seus estoques. Dados de densidade do solo em alguns artigos não foram encontrados, sendo assim, os dados de densidade foram utilizados do Projeto: Impactos de mudanças climáticas sobre a cobertura e uso da terra em Pernambuco: Geração e disponibilização de informações para o subsídio a políticas públicas, levando em consideração sempre o tipo e uso do solo. A metodologia utilizada no projeto foi a do anel volumétrico (EMBRAPA, 1999).

Várias considerações foram feitas aqui. Nos estudos sobre estoques de C apresentaram áreas adjacentes de referência, supondo então que estas seriam similares antes da mudança de uso da terra (DON et al., 2011). Dos poucos estudos encontrados, alguns foram ainda excluídos por apresentarem incompatibilidade nas camadas amostradas sendo impossível a extrapolação destas, já que foram levadas em consideração para o estudo a camada de 0-20 cm.

Os estoques de C (Mg ha^{-1}) foram calculados pelo uso da expressão: teor de C (g.kg^{-1}) x densidade do solo (kg.dm^{-3}) x espessura da camada do solo (cm), o valor encontrado é então dividido por 10.

Neste estudo, a mata nativa foi definida como vegetação natural sem relatos de intervenção humana por mais ou menos 40 anos, no entanto, considerações devem ser feitas já que (SAMPAIO e COSTA, 2011), relatam dificuldade em separar em sua classificação entre mata nativa e pasto nativo. Os autores adotaram mata nativa como sendo uma vegetação de maior porte, mais fechada e mais arbórea que o pasto nativo.

O pasto nativo seria coberto exclusivamente de arbustos e subarbustos ou capoeiras mais densas. Parte desta são áreas de vegetação nativa em regeneração como parte do pousio na agricultura itinerante, os trabalhos compilados nesta revisão reportam nestas áreas entradas de animais e retirada de lenha. Pasto plantado é composto exclusivamente de gramíneas, vegetação herbácea mesclada com arbustos invasores. Para as estimativas de (SAMPAIO e COSTA, 2011), os cultivos agrícolas perenes e anuais foram colapsados como lavouras apenas, no entanto, estudos avaliando o estoque de C e N em áreas com fruticultura irrigada (Petrolina-PE, Petrolândia-PE, e Paraipaba-CE), foram reportadas na revisão.

Realizou-se um levantamento da localização dos estudos na região semiárida, afim de ter-se um indicativo de estados e regiões que estão sendo subestudadas. Para realizar esse levantamento foram catalogadas as coordenadas geográficas contidas nos trabalhos publicados.

3.2 Experimento 2

O estudo de campo foi desenvolvido nos anos de 2003, 2004, 2005 e 2006 no Município de Esperança, no Agreste Paraibano. O clima na região caracteriza-se por um período chuvoso de março a agosto, e um período seco de setembro a fevereiro. A precipitação média anual é de 800 mm e os totais mensais nos anos do estudo estão ilustrados na Tabela 2. O solo na área experimental é classificado como Neossolo Regolítico, textura franco-arenosa e com declividade em torno de 5 %.

Para as simulações descreveu-se o histórico da área experimental. O período de cultivo começou no ano de 1950 com milho no sistema de cultivo itinerante com pequenas adições de esterco bovino. Em 1995 houve um período de pousio com vegetação nativa até o ano de 2002, em 2003 foi instalado o experimento de cultivo de milho, o qual foi conduzido até o ano de 2006. Os adubos orgânicos foram aplicados apenas nos anos de 2003, 2004 e 2005 (em 2006 não houve adubação), nas seguintes doses: 6,4 t ha⁻¹ de matéria seca de gliricídia (ou 20 t ha⁻¹ de matéria fresca) e 15 t ha⁻¹ de matéria seca de esterco (ou 20 t ha⁻¹ de matéria fresca).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Maiores detalhes sobre o delineamento experimental consultar Pérez-Marin et al. (2007).

Tabela 2 – Valores de precipitação mensal na área experimental de Esperança, PB.

Ano	Precipitação mensal (mm)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2003	36	91	125	62	57,4	71,6	52	50	21	25	4,9	20,7
2004	204	211	68	105	136	85	20	7,5	2,4	4,6	10,5	26,4
2005	28	23	9	16	131	215	38,1	116	10,7	10,5	18	22
2006	0,0	20	120	139	85	115	43	70	10	15	30	0,0

Os valores das variáveis de entrada no modelo CENTURY foram: textura do solo, 80 %, 12 % e 8%, de areia, silte e argila, respectivamente; densidade do solo de 1,30 Mg.m⁻³, e matéria orgânica do solo, 260 g.C.m⁻², 1000 g.C.m⁻² e 2300 g.C.m⁻², para os compartimentos de C ativo, C lento e C passivo, respectivamente. Para a calibração da simulação da produtividade de milho pelo modelo CENTURY foram utilizados os valores de produtividade de grãos e palha do milho dos anos 2003, 2004, 2005 e 2006. No arquivo de agendamento (Schedule file), foram definidas as principais características do cultivo, como a variedade de milho plantada (milho pontinha), data de plantio (fevereiro em 2003 e 2004, abril em 2005 e março em 2006), sistema de manejo do solo (revolvimento manual da camada superficial do solo), tipos de adubação orgânica (gliricídia ou esterco) e tipo de colheita (remoção de toda a palha e grãos do campo).

Para analisar o efeito das principais variáveis do modelo CENTURY na produtividade do milho foi realizada uma análise de sensibilidade, onde os valores das principais variáveis foram alterados em – 10 % e + 10%.

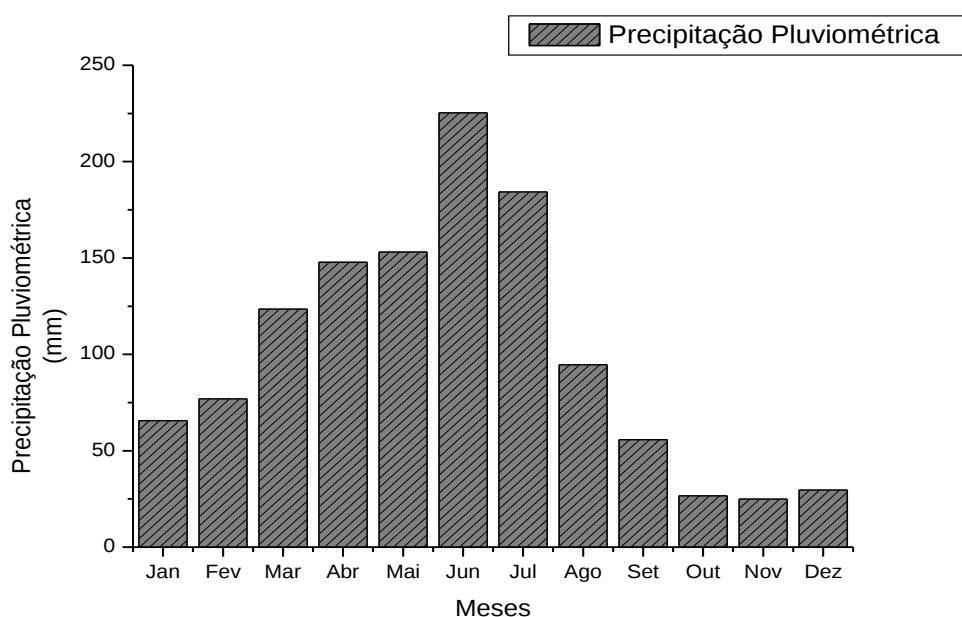
Para a simulação foi criado um arquivo de agendamento (Schedule file) para cada adubo orgânico. O plantio foi realizado no mês de fevereiro para os anos de 2003 e 2004, em maio para o ano de 2005, e em março para 2006. Os adubos foram adicionados no mesmo mês do plantio, para cada ano de cultivo. A colheita foi realizada quatro meses após o plantio da cultura, retirando-se toda biomassa aérea do milho após cada cultivo.

3.3 Experimento 3

3.3.1 Descrição e histórico da área

O estudo que foi conduzido na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), localizada no município de Itambé. Este município localiza-se na microrregião fisiográfica da Zona da Mata Norte do Estado de Pernambuco, com latitude 7°25' S; longitude 35°6' W e altitude de 190 m. A precipitação média anual é de 1.200 mm (Figura 2), caracterizada por uma distribuição temporal irregular (70% desse total ocorre nos meses de março a julho). Os solos predominantes na Estação Experimental são classificados como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2006).

Figura 2 – Precipitação pluviométrica mensal (média histórica de 35 anos) na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco, Itambé, PE.



Originalmente, a área na qual o experimento foi implementado, era formada por Mata Atlântica (floresta estacional semidescidual), por se tratar provavelmente de uma região produtora de cana-de-açúcar. Após 76 anos de cana-de-açúcar foi implantado um experimento para avaliar a produtividade de variedades de *Sorghum bicolor*, por três anos consecutivos.

Em 1981, foi implantado um pasto de braquiária manejada de forma extensiva por 20 anos. Há relatos de que algumas parcelas no tratamento de adubação ($150 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), era local de descanso de animais, e portanto, depósito de excretas. Nesta mesma área, foi implementado um experimento de competição de braquiária consorciadas com leguminosas. Em seguida, foi implantado um experimento de pastejo com capim-elefante que foi conduzido por cinco anos consecutivos. A antiga área de capim-elefante foi tomada pela braquiária sendo desde 2008 área exclusiva de braquiária e submetida a experimentos de campo (TEXEIRA et al., 2012).

3.3.2 Experimento de campo

O experimento foi conduzido nos anos de 2008 a 2010 (Silva et al., 2012; Apolinário et al., 2013; Saraiva et al., 2014). Os tratamentos experimentais consistiram de três taxas de lotação animal (2, 4 e 6 UA ha^{-1} ; 1 UA = 450 kg PV) e três níveis de adubação nitrogenada (0, 150 e 300 kg N $\text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) em pastagens de braquiária, aqui denominadas N0, N150 e N300, respectivamente.

Para fins de simulação será utilizada apenas a lotação intermediária (4 UA ha^{-1}), que entende-se como sendo uma lotação de utilização média. Os tratamentos experimentais foram repetidos três vezes sendo utilizado o delineamento em parcelas subdivididas em blocos casualizados. A parcela principal foi formada pela lotação animal e a subparcela pelo nível de adubação nitrogenada. Foi utilizada lotação intermitente com ciclo de pastejo de 35 dias, sendo 34 dias de descanso e um dia de permanência. Foram utilizadas vacas bimestiças provenientes do rebanho experimental do IPA.

Foram realizadas adubações nitrogenadas, utilizando a uréia como fonte de N, após cada ciclo de pastejo durante a estação de chuvosa de cada ano experimental. A aplicação de N foi parcelada em cinco doses iguais durante o período chuvoso. Durante a época de déficit hídrico os piquetes não foram adubados, nem tão pouco foi permitido à entrada de animais e permanecendo todos os piquetes vedados.

3.3.3 Fitossociologia e Amostragem do solo sob Mata Atlântica

As amostras de solo foram retiradas das camadas de 0 – 10 e 10 – 20 cm, de acordo com a camada de simulação do carbono orgânico do solo considerada no modelo Century. O levantamento fitossociológico foi realizado em parcelas de 20 x 20m, coletando dados de circunferência na altura da base (CNB) para cálculo da biomassa aérea de acordo com a fórmula proposta por Tiepolo et al., (2002).

Os dados foram gerados no âmbito do projeto: “Impactos de mudanças climáticas sobre a cobertura e uso da terra em Pernambuco: Geração e disponibilização de informações para o subsídio a políticas públicas”.

Os dados de densidade do solo foram coletados utilizando metodologia do anel volumétrico proposto pela Embrapa (1999). O carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) foi determinado por meio de combustão a uma temperatura de 925 °C no analisador elementar CHNS-O (Perkin Elmer PE-2400). A textura do solo foi determinada com um método da pipeta modificado que é usado no Brasil (EMBRAPA 1997).

3.3.4 Inicialização do modelo Century 4.5

3.3.4.1 Dados climáticos

As variáveis climáticas necessárias para a inicialização do modelo Century 4.5 são precipitação acumulada mensal e temperatura máxima média e mínima média mensal.

A série histórica de precipitação mensal foi obtida do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da Agência Pernambucana de Água e Clima (APAC) nas estações meteorológicas distribuídas em Pernambuco. Os dados utilizados compreendem o período de 1950 a 2012 (INMET, 2013). Aplicou-se sobre a série de precipitação o método interpolação Inverse Distance Weighting (IDW) para obter a série de precipitação nas áreas de estudo (SHEPARD, 1968).

Os dados mensais de temperatura do ar (máxima e mínima) foram estimados pelo software Estima T, desenvolvido pela Universidade Federal de Campina Grande para fazer estimativas na região NE. Com ele determinaram-se coeficientes da função quadrática para as temperaturas média, máxima e mínima mensal em função das coordenadas locais de longitude, latitude e altitude (CAVALCANTI et al., 2006).

3.3.4.2 Dados de solo

Para inicializar o modelo foram necessários adicionar os dados inerentes ao solo da área de estudo. Dados de textura do solo (teores de areia, silte e argila), densidade do solo e pH estão descritos na tabela 3.

Tabela 3 – Atributos físicos do solo na camada 0–20 cm na Estação Experimental do Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA), Itambé, PE.

Tipo de Solo	Granulometria			Densidade do solo	pH
	Areia	Silte	Argila		
Argissolo	-----g kg ⁻¹ -----			Mg m ⁻³	
Vermelho-Amarelo	600	130	270	1,24	5,66

Fonte: Saraiva et al., (2014).

3.3.5 Calibração do Modelo Century 4.5

3.3.5.1 Parametrização do modelo Century 4.5

A parametrização consistiu no ajuste de parâmetros necessários para um melhor desenvolvimento da simulação da braquiária no modelo até que os valores simulados representassem os valores reais obtidos em campo. Os parâmetros foram modificados nos seguintes arquivos do modelo: cultura (CROP.100), parâmetros fixos (FIX.100), adubação (FERT.100), pastejo (GRAZ.100) colheita (HARV.100) e fogo (FIRE.100).

3.3.6 Calibração da Mata Atlântica

A calibração do modelo iniciou-se com a escolha do conjunto de arquivos a serem utilizados na parametrização. O TROPEG, foi conjunto de arquivos que melhor representou as características de clima e de vegetação do local de estudo.

Inicialmente realizou-se uma execução de equilíbrio pelo período de 5.000 anos de uma Mata Atlântica em Itambé, PE. A execução de equilíbrio consistiu em simular a dinâmica do carbono do solo sob a mata nativa da área de estudo, cuja importância foi de obter a estabilização dos compartimentos do solo (ativo, lento e passivo) e da parte aérea da vegetação nativa no modelo Century (LEITE et al., 2004a; LEITE et al., 2004b; BORTOLON et al., 2011).

As variáveis de entrada específicas da região de Itambé em Pernambuco, como: dados climáticos, textura do solo (teores de areia, silte e argila), densidade de solo e pH (H₂O), foram adicionadas ao modelo Century 4.5 e estão descritas na Tabela 4.

Tabela 4 - Valores das variáveis de entrada de solo e clima para a região de Itambé, Pernambuco, usadas nas simulações com o modelo Century 4.5.

SOLO	
Textura do solo (areia, silte e argila) (%)	60, 13 e 27
Densidade do solo (Mg m ⁻³)	1,24
pH (H ₂ O)	5,66
CLIMA	
Precipitação média anual (mm)	1.200
Temperatura média mínima mensal (°C)	18,7
Temperatura média máxima mensal (°C)	29,8

A calibração da Mata Atlântica consistiu de um conjunto de dados medidos em campo e dados retirados da literatura, no qual se levantou a porcentagem de carbono em cada componente da floresta (raiz grossa, raiz fina, galho fino, tronco e folhas). Essa etapa foi fundamental no processo de ajustes de parâmetros para reduzir a diferença entre os dados observados (campo e literatura) e os dados simulados pelo modelo.

3.3.6.1 Parâmetro TREE.100 (Floresta)

O modelo Century 4.5 foi inicializado com os Parâmetros padrões (*default*), de uma floresta tropical (TREE.100, LUQD – Floresta tropical decídua). Foram utilizados os arquivos, relacionados ao tipo de vegetação do local de estudo, uma floresta tropical subcaducifolia (JACOMINE, 2001). O modelo de produção vegetal para florestas divide a árvore em diversos compartimentos como folhas, raízes finas, galhos finos, madeira grossa e raízes grossas com

alocação de carbono e nutrientes para diferentes partes da planta usando um esquema de alocação fixado.

Após as primeiras análises foi identificada a necessidade de se realizar modificações em algumas das variáveis (Tabela 5), principalmente as que se referem ao caráter decíduo da floresta (DECID), a produção bruta mensal máxima (PRDX(2)), a relação C:N (CERFOR), a fração de alocação de carbono nos compartimentos da floresta (FCFRAC) e a fixação simbiótica de nitrogênio (SNFXMX(2)).

Tabela 5 – Variáveis do parâmetro TREE.100 original e modificados para reproduzir a vegetação de Mata Atlântica no município de Itambé, em Pernambuco.

Parâmetros	Valores modificados	
	Valores originais	Valores ajustados
	LUQD	MAITA
PRDX(2) ¹	0,50	0,40
CERFOR(1,1,1) ²	20	15
CERFOR(1,2,1) ³	35	26
CERFOR(1,3,1) ⁴	120	90
CERFOR(1,4,1) ⁵	150	110
CERFOR(1,5,1) ⁶	150	110
CERFOR(2,1,1) ⁷	40	35
CERFOR(2,2,1) ⁸	60	33
CERFOR(3,1,1) ⁹	40	20
CERFOR(3,2,1) ¹⁰	76	50
CERFOR(3,3,1) ¹¹	84	60
CERFOR(3,4,1) ¹²	155	130
CERFOR(3,5,1) ¹³	155	130
FCFRAC(1,1) ¹⁴	0,25	0,30
FCFRAC(3,1) ¹⁵	0,10	0,18
FCFRAC(4,1) ¹⁶	0,30	0,19
FCFRAC(5,1) ¹⁷	0,10	0,08
FCFRAC(1,2) ¹⁸	0,34	0,30
FCFRAC(3,2) ¹⁹	0,11	0,18
FCFRAC(4,2) ²⁰	0,22	0,19
LEAFDR(2) ²¹	0,07	0,06

LEAFDR(3) ²²	0,07	0,05
LEAFDR(4) ²³	0,07	0,05
LEAFDR(5) ²⁴	0,07	0,05
LEAFDR(6) ²⁵	0,07	0,04
LEAFDR(7) ²⁶	0,07	0,08
LEAFDR(8) ²⁷	0,07	0,1
LEAFDR(9) ²⁸	0,07	0,18
LEAFDR(10) ²⁹	0,07	0,11
LEAFDR(11) ³⁰	0,07	0,13
LEAFDR(12) ³¹	0,07	0,09
BTOLAI ³²	0,007	0,0045
KLAI ³³	2000	800
LAITOP ³⁴	-0,47	-0,40
MAXLAI ³⁵	20	7,8
WOODDR(1) ³⁶	0,8	0,33
WOODDR(2) ³⁷	0,03	0,06
SNFXMX(2) ³⁸	0	0,0008

¹ Produção máxima bruta da floresta (g de biomassa m⁻² mês⁻¹); ² Relação C:N mínima para o compartimento folha da floresta; ³ Relação C:N mínima para o compartimento raiz fina da floresta; ⁴ Relação C:N mínima para o compartimento galho fino da floresta; ⁵ Relação C:N mínima para o compartimento madeira grossa da floresta; ⁶ Relação C:N mínima para o compartimento raiz grossa da floresta; ⁷ Relação C:N máxima para o compartimento folha da floresta; ⁸ Relação C:N máxima para o compartimento raiz fina da floresta; ⁹ Relação C:N inicial para o compartimento folha da floresta; ¹⁰ Relação C:N inicial para o compartimento raiz fina da floresta; ¹¹ Relação C:N inicial para o compartimento galho fino da floresta; ¹² Relação C:N inicial para o compartimento madeira grossa da floresta; ¹³ Relação C:N inicial para o compartimento raiz grossa da floresta; ¹⁴ Fração de alocação de carbono da nova produção de folhas para florestas juvenis; ¹⁵ Fração de alocação de carbono da nova produção de galhos finos para florestas juvenis; ¹⁶ Fração de alocação de carbono da nova produção de madeira grossa para florestas juvenis; ¹⁷ Fração de alocação de carbono da nova produção de raízes grossas para florestas juvenis; ¹⁸ Fração de alocação de carbono da nova produção de folhas para florestas maduras; ¹⁹ Fração de alocação de carbono da nova produção de galhos finos para florestas maduras; ²⁰ Fração de alocação de carbono da nova produção de madeira grossa para florestas maduras; ²¹ Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de fevereiro; ²² Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de março; ²³ Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de abril; ²⁴ Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de maio; ²⁵ Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de junho; ²⁶ Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de julho; ²⁷ Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de agosto; ²⁸ Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de setembro; ²⁹ Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de outubro; ³⁰ Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de novembro; ³¹ Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de dezembro; ³² Fator de conversão de índice de área foliar (IAF) para biomassa para árvores; ³³ Massa de galho grosso (g C m²) no qual metade do valor teórico máximo da área foliar (MAXLAI); ³⁴ Parâmetro de determinação da relação entre índice de área foliar (IAF) e produção florestal; ³⁵ Índice de área foliar máximo teórico alcançado em uma floresta madura; ³⁶ Frações de taxa de morte mensal de folhas em florestas; ³⁷ Frações de taxa de morte mensal de raízes finas em florestas; ³⁸ Fixação simbiótica máxima de nitrogênio para florestas.

A adaptação do modelo Century 4.5, iniciou-se modificando a variável DECID de 0 (floresta sempre verde), para 1 (floresta decídua). O PRDX(2), que é calculado como o produto da taxa de produção bruta máxima em função da umidade, temperatura do solo e do índice de área foliar, possui valor inicial (*default*) igual a 0,50 para todos os tipos de florestas e, por isso, é necessário um ajuste em relação ao tipo de floresta que está sendo calibrada para que os valores simulados se aproximem dos valores observados.

Nas simulações iniciais, o modelo superestimou a produção potencial bruta quando utilizado o valor inicial, porém com a modificação para 0,40, alcançando assim a produção bruta de uma floresta similar à Mata Atlântica.

Em seguida foi analisada a relação C:N máxima e mínima nos compartimentos da floresta (folhas, raiz fina, galho fino, madeira grossa e raiz grossa) que é representada pela variável CERFOR. Constatou-se que a relação C:N estava alta em todos os compartimentos da floresta, ocorrendo devido o Parâmetro *default* que foi utilizado na simulação da mata representar uma floresta com características similares as da Mata Atlântica, porém os valores da relação C:N eram maiores. Assim, os valores dessas variáveis foram reduzidas para representar a relação C:N observada (ARATO, 2006; SOUSA NETO, 2008; CUNHA et al. 2009).

Foi necessário ajustar a alocação de carbono nos diferentes compartimentos da planta, sendo representada pela variável FCFRAC. As mudanças realizadas proporcionaram uma maior alocação de carbono dos compartimentos madeira grossa e raiz grossa para os compartimentos folhas e galhos finos.

3.3.6.2 Parâmetro TREM.100 (Remoção da floresta)

Ao final do período de mata nativa foi realizada a remoção da floresta com um evento (TREM). Para cada evento, a fração de cada parte viva da planta perdida e a fração do material que retorna para o sistema solo é especificada. Nesse trabalho o tipo de remoção de floresta utilizado foi o CC (Clearcut), cujos valores de suas variáveis são definidos no modelo Century.

3.3.7. Calibração da *Brachiaria decumbens*

3.3.7.1 Parâmetro CROP.100 (Cultura)

De acordo com o histórico da área foi criado um arquivo de agendamento contemplando os cultivos anteriores ao experimento alvo com a braquiária (cana-de-açúcar, sorgo, braquiária e capim elefante).

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica com objetivo de quantificar a produtividade média, a biomassa radicular e a relação *root: shoot* de cada cultura (Tabela 6). No modelo Century foram utilizados para calibrar as culturas os parâmetros: biomassa aérea (AGLIVC), raiz (BGLIVC) e a relação *root: shoot* (BGLIVC: AGLIVC).

Tabela 6 – Levantamento bibliográfico para quantificação da produtividade de biomassa para a calibração das culturas pelo modelo Century 4.5.

Cultura	AGLIVC	BGLIVC	Relação <i>Root: Shoot</i>	Citação
	----- Kg ha ⁻¹ -----			
Cana-de-açúcar	42.867	4.287	0,10	1, 2
Sorgo	11.822	4.451	0,37	3, 4, 5, 6, 7, 8
Braquiária	4.320	-	0,64	9
Capim elefante	7.756	-	-	10,11,12

¹ Sampaio et al. 1987; ² Ball-Coelho et al. 1992; ³ Carvalho et al. 2006; ⁴ Sousa et al. 2005; ⁵ Nagai, 2010; ⁶ Tabosa et al. 2010; ⁷ Melo, 2006; ⁸ Camacho et al 2002; ⁹ Cavalcanti filho et al. 2008; ¹⁰ Mello et al. 2002; ¹¹ Silva et al. 2011; ¹² Santos et al. 2011.

Foram modificados as variáveis de uma cultura existente nos arquivos originais do modelo Century 4.5 que foi validada para o clima temperado (Grass 100% warm). O processo de calibração consistiu em adaptar esta cultura para simular a produtividade em condições tropicais. Os parâmetros com valores originais e seus respectivos valores modificados encontram-se na tabela 7.

O parâmetro PRDX(1), corresponde a produção potencial mensal máxima da cultura e é função, principalmente, do nível de radiação fotossinteticamente ativa, taxa de assimilação líquida máxima de fotossíntese, eficiência da conversão de carboidratos em constituintes das plantas, taxa de respiração de manutenção e crescimento. No modelo Century 4.5, o valor padrão (*default*) do PRDX(1), é de 0,50.

O FRTCINDEX, é o parâmetro que determina a dinâmica de alocação de carbono na planta. Como trabalhamos com pastagem, o manual do modelo recomenda a utilização do 1, indicando que a planta é perene.

O CFRTCIN (1) é a máxima fração de carbono que é alocada para as raízes quando esta se encontrar no máximo estresse hídrico. O CFRTCIN (2) é a mínima fração de carbono alocada para as raízes sem estresse hídrico. O parâmetro CFRTCW(1) é a máxima fração do carbono alocada para as raízes quando se encontrar em estresse de nutrientes. O CFRTCW(2) é a mínima fração alocada para as raízes sem estresse de nutrientes.

Tabela 7 – Variáveis do parâmetro CROP.100 original e modificados para calibração da *B. decumbens*, Itambé, PE.

Parâmetro	Valor original	Valor utilizado
PRDX(1)	0,50	0,34
FRTCINDEX	0	1
CFRTCIN(1)	0,40	0,65
CFRTCIN(2)	0,25	0,32
CFRTCW(1)	0,40	0,65
CFRTCW(2)	0,25	0,32
HIMAX	0,00	0,03
FSDETH(1)	0,20	0,25
FSDETH(3)	0,20	0,40
RDR	0,05	0,10

Para calibrar a relação raiz : biomassa aérea da cultura foram modificados os valores de CFRTCIN (1) e CFRTCIN (2) de 0,40 e 0,25 para 0,65 e 0,32, respectivamente. O CFRTCW(1) e (2) também apresentaram valores *default* de 0,40 e 0,25 e foram modificados para 0,65 e 0,32. De acordo com (CAVALCANTI JR. et al., 2004), o local de estudo apresenta um período seco de seis meses. Com isso, o déficit hídrico e de nutrientes aumentam o comprimento e densidade das raízes (SANTOS E CARLESSO, 1998), sobretudo, as raízes finas (BALL et al. 1994) responsáveis pela absorção.

O parâmetro HIMAX, corresponde ao índice de colheita máximo da cultura. O valor padrão do modelo é 0,00 e foi modificado para 0,03 levando em consideração a produção de sementes da braquiária, apesar de pequena mas para o balanço de biomassa aérea é considerável.

O submodelo de produção vegetal permite ajustar a senescência de brotos e morte de raízes durante o período vegetativo. A morte de brotos e de raízes são funções da água disponível no solo (METHERALL et al., 1993). Os parâmetros FSDETH (1), FSDETH (3) e RDR, correspondem as taxas de mortalidade de parte aérea e raiz, específica de cada cultura em condições de solo muito seco. Por isso, foi necessário modifica-los, para aumentar as taxas de senescência da planta e ajustar as características do local de estudo.

3.3.7.2 Parâmetro FIRE.100 (Fogo para despalha da cana-de-açúcar)

O fogo em todo histórico da área é utilizado apenas na cana-de-açúcar. Apesar da mesma não ser cultura alvo do estudo, é responsável por 80 anos de cultivo no histórico da área, por isso é importante sua descrição (Tabela 8).

A queima da palhada da cana-de-açúcar é um manejo amplamente utilizado, e precede a colheita manual. As variáveis do modelo foram descritos de acordo com dados de experimento de campo na qual 35% da biomassa viva (MARQUES et al., 2009), 33% da biomassa morta (GALDOS et al., 2010) são removidos e 80% do N do material residual é perdido para atmosfera (GALDOS et al., 2009).

Tabela 8 – Variáveis do parâmetro FIRE.100, original e modificado.

Parâmetros	Valores modificados	
	Fogo ‘COLD’ original	Fogo pré-colheita*
¹ FLFREM	0,60	0,35
² FDFREM(1)	0,60	0,33
³ FRET(1,2)	0,30	0,20

¹ Fração da biomassa aérea viva que é removida pelo evento de fogo; ² fração do material morto da planta que é removido pelo evento de fogo; ³ fração do N do material (vivo, morto e do litter) queimado que retorna ao sistema depois de um evento de fogo.

3.3.7.3 Parâmetro FERT.100

No experimento de campo com a *B. decumbens* foi avaliado três níveis de adubações nitrogenadas (0, 150 e 300 kg ha⁻¹). No modelo a adição de fertilizante é controlado pela variável FERAMT(1). De acordo com o Apolinário et al., (2013) e Saraiva et al. (2014), a adição do fertilizante foi parcelado em cinco aplicações mensais, sempre após a saída dos animais no final do ciclo de pastejo. As quantidades estão descritas na tabela 9.

Tabela 9 – Variáveis do parâmetro FERT.100 original e modificado.

Parâmetro	Valores modificados*		
	Nitrogênio 0	Nitrogênio 150	Nitrogênio 300
FERAMT(1)	0	3	6

*Valores em g N m⁻².

3.3.7.4 Parâmetro HARV.100 (Colheita)

O parâmetro HARV.100, foi utilizado nas simulações das culturas anteriores ao período do experimento com a braquiária. No modelo Century, as variáveis, AGLREM e BGLREM, controlam respectivamente, as frações acima e abaixo do solo que são afetadas pelas operações de colheita (Tabela 10).

Tabela 10 – Variáveis do parâmetro HARV.100 original e modificado.

Variáveis	Valor original	Valor modificado
AGLREM	0,0	0,02
BGLREM	0,0	1,0

3.3.7.5 Parâmetro GRAZ.100 (Pastejo)

Para as simulações com o Century, foi levado em consideração uma lotação de 4 UA.ha⁻¹ (1 UA = 450 kg PV). O consumo diário por animal é de 2,5% do seu peso vivo.

No arquivo de pastejo (GRAZ.100), foi modificado o parâmetro que controla a fração de biomassa viva que é removida pelo evento de pastejo (FLGREM) de 0,10 para 0,15 (Tabela 11).

O fração de material morto que é consumido pelos animais (FDGREM) foi de 5% de acordo com (EUCLIDES et al., 2000), na qual observaram uma variação entre 5 e 10%. O retorno de N para a pastagem através das fezes e urina (GRET(1)) é em média de 80% (SARAIVA et al. 2014).

Tabela 11 – Variáveis do parâmetro GRAZ.100 original e modificado.

Variáveis	Valor original	Valores modificados
	Grazing Low (GL)	Grazing Itambé (GI)
FLGREM	0,10	0,15
FDGREM	0,01	0,05
GRET(1)	0,90	0,80

3.3.7.6 Arquivo FIX.100 (Parâmetros fixos do solo)

Os parâmetros do arquivo FIX.100 são responsáveis pelas taxas de decomposição que controlam o fluxo de carbono em ecossistemas naturais e agrícolas. Nele encontram-se parâmetros fixos relacionados principalmente a decomposição da matéria orgânica do solo, divididos em três compartimentos: ativo, lento e passivo.

A primeiras simulações mostraram que a dinâmica do carbono do solo não representava a realidade do campo. Foi necessário modificar alguns parâmetros fixos uma vez que o modelo foi desenvolvido para ecossistemas de clima temperado na qual as taxas de decomposição são diferentes das taxas de decomposição em ecossistemas tropicais (BAYER e MIELNICZUK, 2008).

O DEC4 e o DEC5 que correspondem a taxa de decomposição do carbono do compartimento passivo e lento, respectivamente, foi modificado para ajustar a dinâmica do modelo a realidade do campo (Tabela 12), problema já relatado por (Fernandes, 2002), trabalhando com vários solos no Rio Grande do Sul, estudando a dinâmica do carbono e nitrogênio.

No modelo Century o *strawmax* é a quantidade de massa de liteira que é mais vulnerável a decomposição. O STRMAX(1) e o STRMAX(2), corresponde a liteira superficial e subsuperficial, respectivamente. O valor *default* do modelo Century para ambos os parâmetros é de 5.000 g C m⁻², este valor corresponderia entre 60 – 100% da palhada da cana-de-açúcar. Segundo (GALDOS et al., 2010), simulando a cana-de-açúcar com o modelo Century nas cidades de Goiana – PE e Pradópolis – SP, no Brasil; e Harwood, Mackay e Tully na Austrália os valores foram 110 g C m⁻², o que corresponde de 10 – 25%, em média, de liteira depositada nos 5 locais de estudo.

Tabela 12 – Parâmetros do arquivo FIX.100 modificados para calibração do solo sob cultivo da *B. decumbens*, Itambé, PE.

Parâmetro	Valor original	Valor modificado
DEC4	0,0045	0,005
DEC5	0,20	0,22
STRMAX(1)	5000	110
STRMAX(2)	5000	110

3.3.8 Validação do modelo Century 4.5

3.3.8.1 Experimento de campo

Nessa etapa foram apenas alterados os parâmetros referentes aos dados de sítio (SITE 100) para representar a nova condição (precipitação, temperatura, textura do solo, pH e densidade do solo), e também o arquivo de agendamento (SCH) para a simulação dos eventos no campo.

Para validação da *B. decumbens* foi utilizado um conjunto de dados independente dos dados do experimento de calibração. Os dados de estoque de carbono do solo foram obtidos de Lima (2014), enquanto que os dados de produtividade de biomassa da braquiária foram obtidos de Costa et al., (2014), em experimentos que foram conduzidos na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), em condições edafoclimáticas semelhantes a aproximadamente 200 metros da área do experimento de calibração.

O experimento foi implantado no ano de 2011, antes do experimento a área foi uma capoeira por aproximadamente 20 anos (comunicação pessoal). Para simulação foi adotado que em 1900 o que era originalmente Mata atlântica foi convertida em área de cultivo de cana-de-açúcar até 1980. Entre 1980 a 1989 foi implantada uma pastagem de *B. decumbens* com a entrada de animais. Após a implantação do pasto de *B. decumbens* com o abandono da área cresceu uma capoeira (mesma floresta do período de estabilização) na qual foi desmatada para implantação das espécies arbóreas: sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth) e gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.] no ano de 2010. Em 2011 foi implantado o experimento de validação.

Solo com textura argilosa, cujas características químicas (camada 0-20 cm) são: 44,2 g kg⁻¹ de MO, 5,5 de pH_{H2O}; 1,3; 2,7; 27 e 20 mmol_c dm⁻³ para K⁺; Al³⁺; Ca²⁺ e Mg²⁺, e 2,2 mg

dm^{-3} de P. A densidade do solo foi de $1,21 \text{ g cm}^{-3}$. O trabalho teve como objetivo avaliar a composição química e os atributos físicos do solo em pastagens de *B. decumbens* em consorciação com leguminosas arbóreas. Os tratamentos consistiram dos consórcios com sabiá, gliricídia e braquiária em monocultivo. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, e quatro repetições.

Cada unidade experimental mediu 660 m^2 ($33 \text{ m} \times 20 \text{ m}$). As leguminosas arbustivas sabiá e gliricídia estão estabelecidas na área desde 2008, tendo sido plantadas em fileiras duplas com espaçamento de $10,0 \text{ m} \times 1,0 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$. A entrada dos animais nos piquetes foi permitida quando a altura da gramínea atingiu 60 cm, apenas para desbaste foliar da mesma, e a saída dos animais se deu de forma a deixar uma altura de resíduo de 10-15 cm. Para fins de simulações com o modelo Century utilizamos apenas dados das parcelas exclusivas com braquiária.

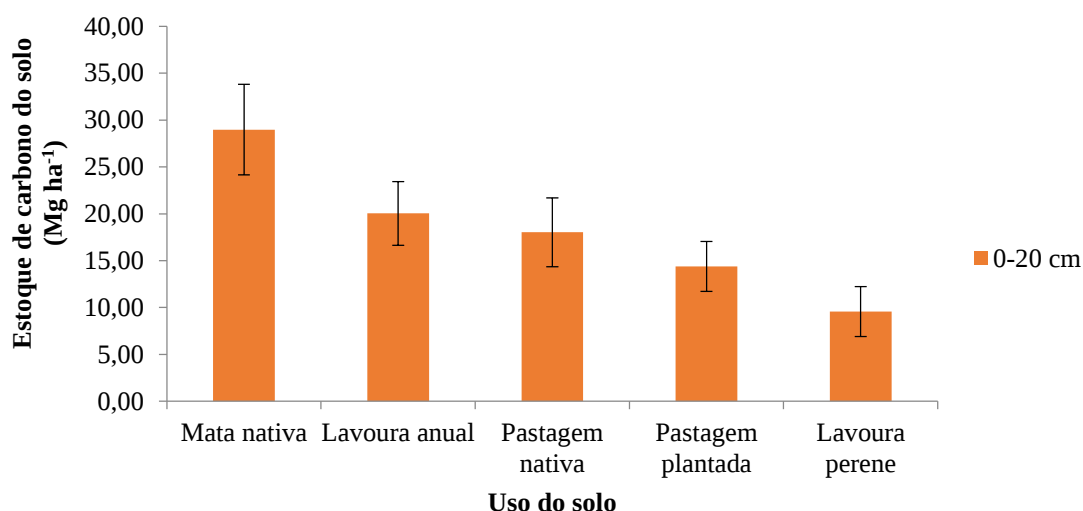
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1

A compilação dos estudos levantados indicou que, o estoque de C do solo na região semiárida do NE do Brasil apresentou altos valores de erro padrão (Figura 2). Esta alta variabilidade nos estoques de C do solo se deve em parte, a diversidade de classes de solos na região semiárida aumentando o desvio padrão e o restrito número de artigos publicados.

Os maiores estoques de C na região semiárida foram encontrados sob mata nativa (Figura 3), em média o estoque sob mata nativa, para a camada (0-20 cm) foi de 30,0 Mg ha⁻¹. Os dados são coerentes com as estimativas realizadas por Sampaio e Costa, (2011) e aos dados encontrados por Antunes et al. (2010), que foram de 28,8 e 29,8 Mg ha⁻¹, respectivamente. Dados semelhantes aos encontrados por (AMORIM, 2009; ANTUNES et al., 2010) que observou um estoque de 25 Mg ha⁻¹. Os maiores estoques de C foram encontrados sob mata nativa, seguido da pastagem nativa e lavoura anual e por último a lavoura perene que apresentou os menores estoques.

Figura 3 – Estoque de carbono orgânico do solo sob cinco usos do solo na região semiárida do NE do Brasil



A pastagem plantada apresentou estoques que não diferiu da pastagem nativa, lavoura anual e lavoura perene. Os estoques de C na pastagem nativa e lavoura anual não apresentaram diferenças significativas, provavelmente os altos estoques na lavoura anual ocorreram devido principalmente estas áreas terem sido cultivadas com batatinha (*Solanum tuberosum*) no agreste

paraibano com relatos de aplicação de dose de esterco que variaram de 4 a 28 t ha⁻¹, de 2 até 40 anos (OLIVEIRA et al., 2011), elevando o erro padrão.

Em estudo sob um Luvissole, (MAIA et al., 2007), encontraram valores altos de estoque de C, após corte e queima da vegetação nativa após 5 anos de cultivo intensivo com milho e sem adição de adubo. Neste estudo, a redução no estoque de C do solo comparando com a vegetação nativa foi de 40% e os valores estimados nesta revisão ficaram em torno de 31% para a camada de 0-20 cm (Tabela 13).

Tabela 13 – Redução e aumento relativo no estoque de carbono do solo após a mudança no uso do solo.

Conversão	Mudança absoluta (Mg ha ⁻¹)	Mudança relativa (%)
Mata nativa para Pastagem nativa	-10,9 ¹	- 38
Mata nativa para Pastagem plantada	-14,6	- 50
Mata nativa para Lavoura anual	-8,9	- 31
Mata nativa para Lavoura perene	-19,4	- 67

¹Valores negativos indicam redução de carbono, enquanto que valores positivos aumento do carbono.

As pastagens plantadas apresentaram valores baixos de estoque de C (Figura 13), devido principalmente ao manejo dado a estas no semiárido. Fatores como ausência de correção da fertilidade do solo aliado ao superpastoreio e com consequente redução da quantidade e qualidade das pastagens, possivelmente afetou diretamente os estoques C do solo.

A lavoura perene no semiárido é uma atividade restrita devido a reduzida disponibilidade hídrica na região, sendo possível a agricultura irrigada < 5% da região (MENEZES et al., 2005). Os menores estoques de C do solo sob lavoura perene pode estar relacionado a decomposição da MOS, temperatura alta e textura do solo na qual em dois dos três estudos a textura foi indicada arenosa (BERNARDI et al., 2007; CORRÊA et al., 2009). Outro fator que pode influenciar baixos estoques de C é o maior número de limpas em comparação com cultivos anuais. Após o corte de mata nativa, 50% da MO é reduzida, nos primeiros anos de cultivo (MIELNICZUK, 2008), por diversos processos como a decomposição microbiana e erosão do solo (ANTUNES et al., 2010).

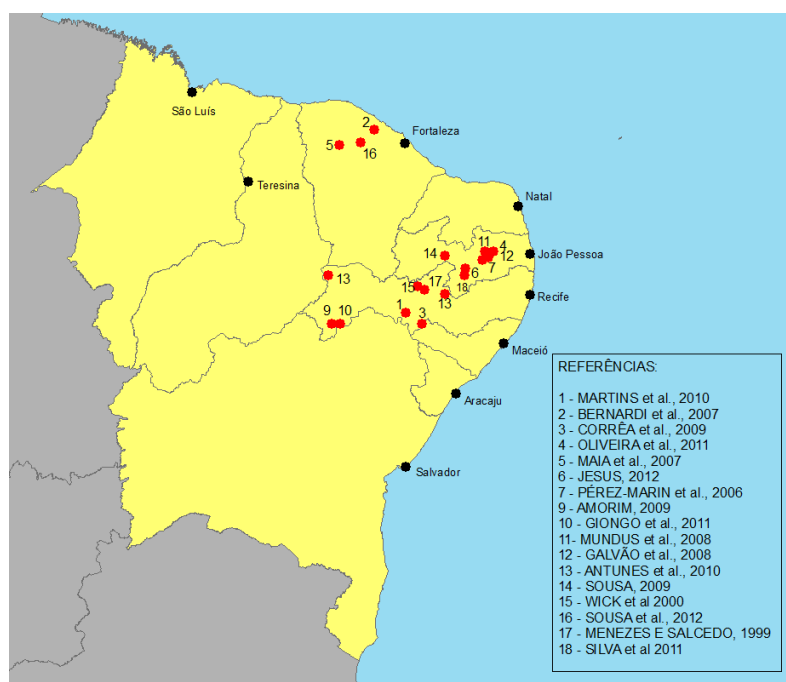
Avaliando os estoques de C em cada uso do solo foi possível fazer estimativas preliminares para região semiárida dos impactos das mudanças (perda e/ou ganho relativo) sobre o estoque de C do solo. A conversão de mata nativa em pastagem nativa reduz os

estoques, em valores absolutos essa redução é de $-10,9 \text{ Mg ha}^{-1}$ para a camada de 0-20 cm, (Tabela 2). Em porcentagem esta conversão indica uma redução nos estoques de -38%. Na região semiárida fatores como pastejo animal, corte da vegetação nativa para retirada da lenha (KAUFFMAN et al., 1993; SALCEDO e SAMPAIO, 2008; SAMPAIO e MENEZES, 2003) ou ainda áreas em regeneração devido a agricultura itinerante (SALCEDO e SAMPAIO, 2008), são as principais causas que levam a essa conversão.

Ao converter a mata nativa em lavoura anual, em média a redução é de 31% para (tabela 2). Segundo Maia et al. (2007), as reduções nos estoques de C (0-20 cm) após 5 anos de cultivo intensivo foi de 40%. Estima-se 15% do semiárido aproximadamente, estão sob áreas de lavoura anual (SAMPALIO e COSTA, 2011), com o manejo dado a estas áreas com o desmatamento e queima da vegetação sem reposição dos estoques, é uma grande porção da região com grande susceptibilidade a desertificação.

A conversão de mata nativa em pastagem plantada indica reduções no estoque de C do solo de aproximadamente 50%, segundo Mielniczuc (2008), depois de poucos anos após a conversão, 50% do C pode ser perdido, dependendo da prática utilizada. Apesar da abertura de novas áreas de vegetação nativa, o manejo praticado nos anos que se seguem é equivocado. As únicas entradas de nutrientes, além da fotossíntese, são as fezes e urina dos animais (SALCEDO e SAMPAIO, 1997).

Figura 4 – Trabalhos publicados com estoque de carbono na região semiárida do NE do Brasil.



As maiores reduções de estoque de C encontradas foram quando se converte mata nativa em lavoura perene, chegando até -67% (camada 0-20 cm). Segundo Giongo et al. (2011), as estimativas em valores relativos ficaram em torno de -55% (0-20 cm).

Aliado a revisão sobre estoques de C e mudanças no uso da terra, foi realizado um levantamento sobre onde estão localizados os estudos na região semiárida (Figura 4). No levantamento destacaram-se 3 estados da região, Pernambuco, Paraíba e o Ceará com 8, 7 e 3 estudos respectivamente. Nos próximos dois anos serão disponibilizados dados sobre estoques C do solo, até 1 m de profundidade para todo o estado de Pernambuco, sendo assim, estimativas como estas poderão ser feitas com maior segurança. No entanto, até o momento do levantamento a concentração de trabalhos nestes três estados é nítida.

4.2 Experimento 2

4.2.1 Calibração das parcelas sem adubação orgânica

Os valores observados experimentalmente e os simulados no modelo CENTURY para produtividades de grãos e palhada para os anos de 2003, 2004, 2005 e 2006, em matéria seca (MS) para os tratamentos testemunha estão ilustrados nas Figuras 5 e 6. Os resultados da produtividade do milho obtidos com a simulação com o modelo CENTURY foram satisfatórios, pois os valores simulados estão dentro dos erros padrões da média para cada ponto. De certa forma, o modelo simulou as tendências de produtividades de grãos e palhada do milho nos anos experimentais, resultados semelhantes foram obtidos por Peineti et al.(2008), que utilizou o modelo SALSA para estudar a dinâmica de nutrientes e produtividade de biomassa de milho em um agroecossistema no semi-árido do NE do Brasil.

No ano de 2003, início do experimento, a MOS foi determinada e apresentava um valor de 17,80 Mg ha⁻¹ (Figura 11). Ao final do experimento, a redução nos teores de MOS foram de 20 % indicando a mineralização da MOS no período de estudo.

Através da análise de sensibilidade do CENTURY foi possível identificar as variáveis mais importantes para a calibração do modelo, dentre as quais destacaram-se: PPDF (1) e PPDF (2) (temperaturas ótimas e máximas de produção da cultura, respectivamente), PRDX (Potencial de produção mensal de carbono acima do solo pela cultura, g C m⁻²) e Himax (Índice máximo de colheita). Os valores de produtividade de palhada e grãos para os anos de 2003, 2004, 2005 e 2006 ,quando alterados as variáveis PPDF (1), PPDF(2), PRDX e Himax em $\pm 10\%$ estão

ilustrados na tabela 14.

É importante destacar que os próximos passos do processo de calibração do CENTURY nessa área incluem, além dos submodelos de matéria orgânica e nitrogênio, o submodelo do fósforo, uma vez que esse elemento é fortemente limitante da produtividade vegetal na maioria dos solos da região Semiárida (MENEZES et al., 2005).

Figura 5 – Produtividade de grãos de milho, simulado e observado, nos anos de 2003 a 2006 em um Neossolo Regolítico da região Semiárida (testemunha).

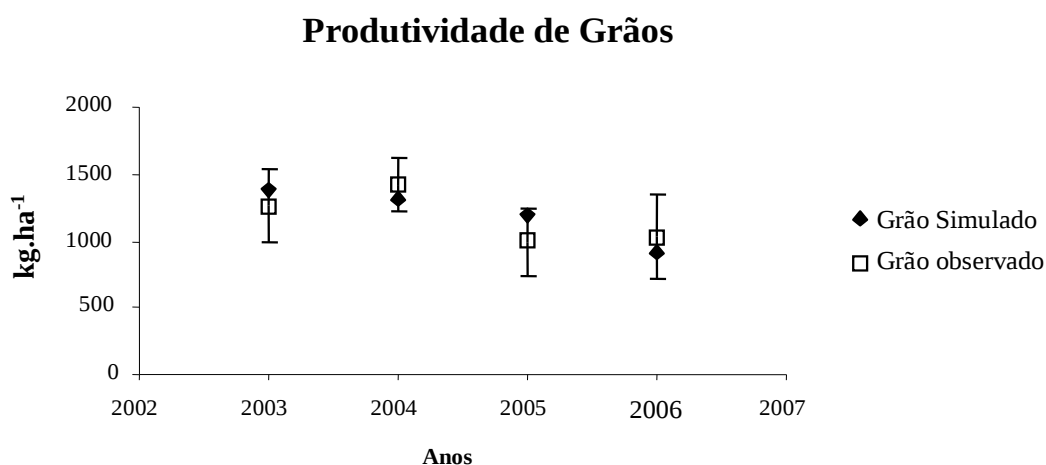


Figura 6 – Produtividade de palhada, simulado e observado, nos anos de 2003 a 2006 em um Neossolo Regolítico da região Semiárida.

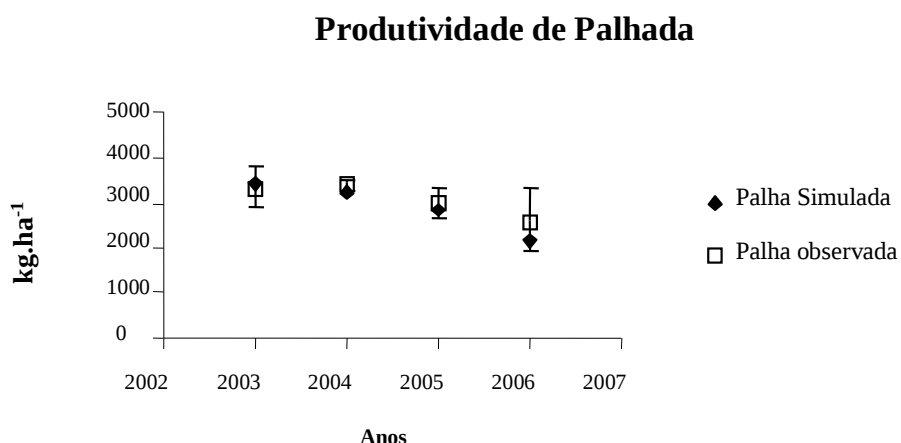


Tabela 14 – Análise de sensibilidade, para variáveis do modelo CENTURY.

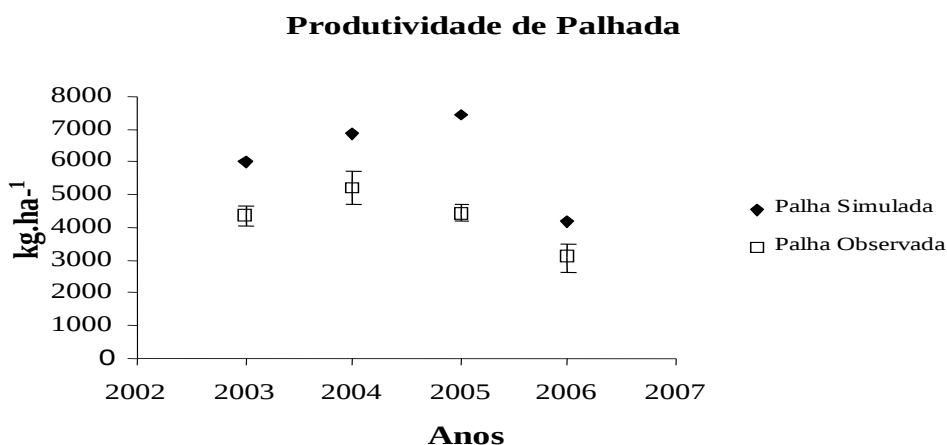
Variáveis	Valores de Referência	Valores Alterados	TESTE DE SENSIBILIDADE							
			Palha 2003	Grão 2003	Palha 2004	Grão 2003	Palha 2005	Grão 2005	Palha 2006	Grão 2006
BIOMAX	200	220	3383	1373	3167	1292	2786	1171	2118	890
		180	3450	1400	3243	1319	2863	1203	2194	922
CRPRTF (1)	0,30	0,33	3408	1383	3189	1300	2786	1171	2131	895
		0,27	3423	1389	3226	1312	2860	1202	2176	914
EFRGRN (1)	0,50	0,55	3316	1346	3093	1264	2718	1142	2072	871
		0,45	3486	1415	3287	1335	2898	1218	2209	928
FRTC (1)	0,55	0,605	3416	1386	3201	1303	2813	1182	2158	907
		0,495	3405	1382	3205	1307	2825	1187	2144	901
FRTC (2)	0,25	0,275	3436	1394	3253	1320	2879	1210	2270	927
		0,225	3379	1371	3148	1287	2758	1159	2090	878
FRTC (3)	0,00	0,1	3413	1385	3204	1305	2820	1185	2151	904
		- 0,1	3289	1335	3141	1289	2763	1161	2052	862
HIMAX	0,27	0,297	3298	1527	3097	1439	2723	1307	2077	997
		0,243	3542	1249	3327	1177	2932	1062	2237	816
PPDF (1)	25,0	27,5	3439	1395	3230	1316	2848	1197	2175	914
		22,5	3377	1370	3169	1293	2787	1171	2125	893
PPDF (2)	45,0	49,5	3448	1399	3240	1318	2853	1199	2176	914
		40,5	3345	1357	3139	1281	2761	1160	2104	884
PPDF (3)	1,00	1,1	3408	1383	3199	1303	2816	1183	2148	902
		0,9	3418	1387	3208	1306	2824	1187	2154	905
PPDF (4)	2,50	2,75	2523	1037	3216	1313	2832	1190	2199	924
		2,25	3417	1387	3207	1306	2823	1186	2153	905
PRDX	400	440	3480	1412	3268	1326	2876	1209	2192	921
		360	3331	1352	3123	1279	2749	1155	2099	822

4.2.2 Calibração das parcelas adubadas com gliricídia e esterco bovino

Nas áreas adubadas com gliricídia, os valores simulados de produtividades de grãos e palhada obedeceram à tendência de produtividade, porém sobrestimaram os valores observados. As produtividades simuladas de palhada e grãos para os anos 2003, 2004, 2005 e 2006, estão ilustrados na Figura 7 e 8. Após a adubação com gliricídia, embora tenha acompanhado as variações anuais devido às diferenças na precipitação pluviométrica, os valores médios simulados para palhada apresentaram-se 43% maiores que os observados para os quatro anos.

Para produtividades de grãos, apenas em 2003, o modelo simulou abaixo do observado 10%, enquanto que, para os anos 2004, 2005 e 2006, os valores simulados foram 14, 39 e 21% maiores que os observados, respectivamente. Possivelmente, a sobreestimativa, principalmente de palhada, foi devido ao acúmulo de nitrogênio nas camadas mais superiores do solo, uma vez que o modelo não simulou adequadamente a lixiviação do nitrogênio. Não foi possível ajustar as variáveis responsáveis pela lixiviação de N do solo para que o modelo simulasse a transferência do N para as camadas inferiores ou para o lençol freático e cursos de drenagem.

Figura 7 – Produtividade simulada e observada de palhada de milho adubado com gliricídia nos anos de 2003 a 2006 em um Neossolo Regolítico da região semiárida.



Por outro lado, nas áreas adubadas com esterco, obtiveram-se valores simulados bastante próximos aos valores observados, valores ilustrados nas figuras 9 e 10. A produtividade simulada da palhada foi superior às produtividades observadas (17, 19, 14 e 19%

superiores, respectivamente, de 2003 a 2006). Para a produtividade de grãos, os valores simulados foram próximos aos valores observados, todos situados dentro do erro padrão da média, com uma superestimativa média de apenas 6% para os quatro anos de estudo.

Figura 8 – Produtividade simulada e observada de grãos de milho adubado com gliricídia nos anos de 2003 a 2006 em um Neossolo Regolítico da região semiárida.

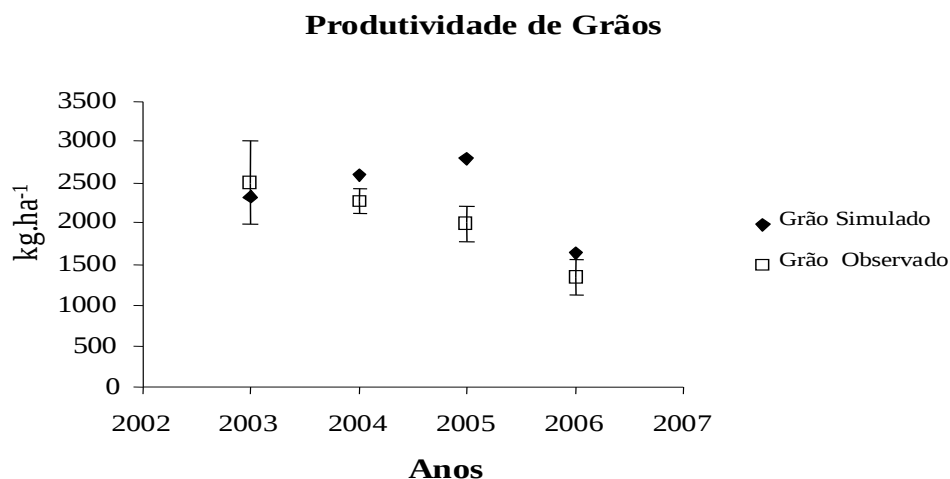


Figura 9 – Produtividade simulada e observada de palhada de milho adubado com esterco nos anos de 2003 a 2006 em um Neossolo Regolítico da região semiárida.

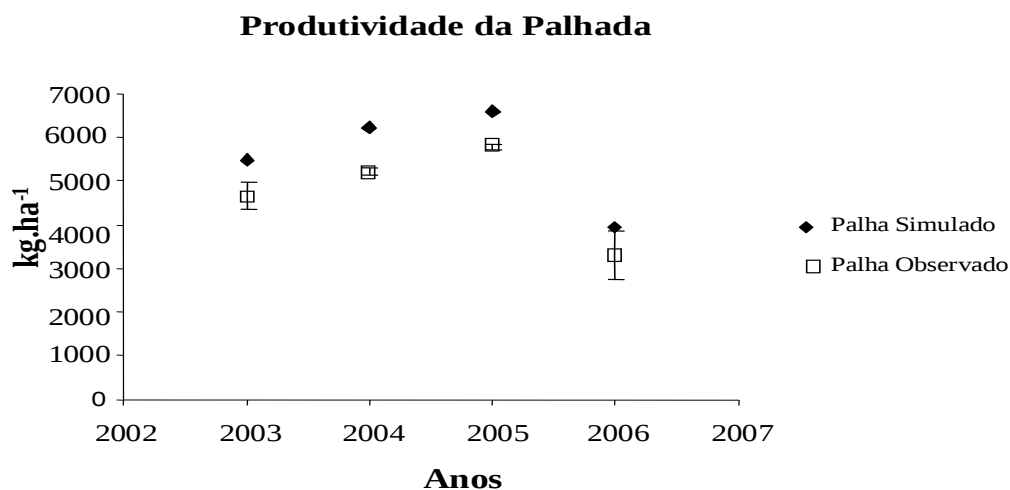
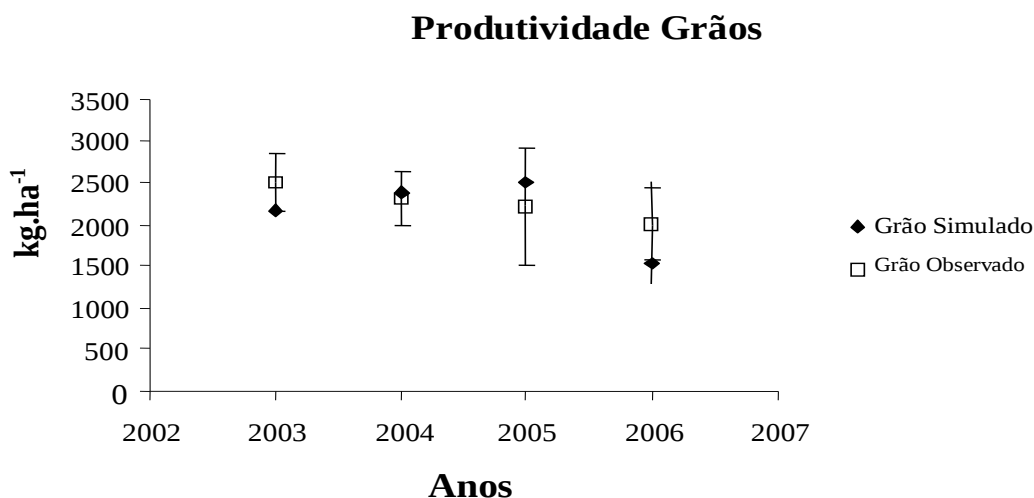


Figura 10 – Produtividade simulada e observada de grãos de milho adubado com esterco nos anos de 2003 a 2006 em um Neossolo Regolítico da região semiárida.

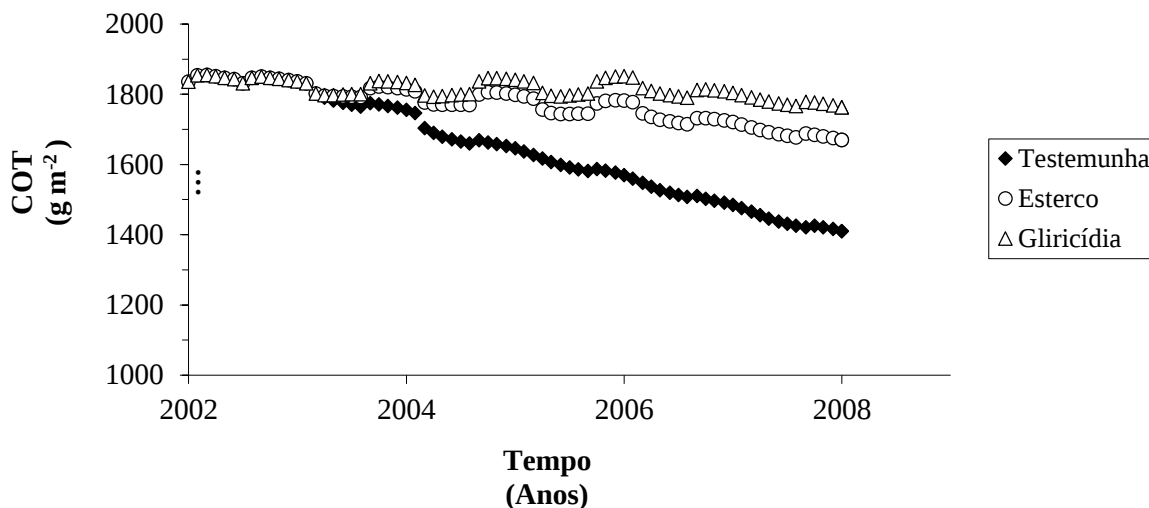


A sobrestimativa dos valores de produtividades pode também estar associada com o grau de liberação de nutrientes do adubo orgânico. Para o modelo Century a decomposição do adubo orgânico e função de sua relação C/N e do conteúdo de lignina, porém estudos de campo utilizando adubos verdes têm demonstrado que outros fatores, como o conteúdo de polifenóis interferem na decomposição e liberação de nutrientes dos adubos no solo (PALM et al., 2001).

4.2.3 Simulação do carbono total do solo, em três diferentes tipos de manejo da adubação (sem adubação, esterco bovino e gliricídia)

De uma forma geral, o COT para os tratamentos adubados com gliricídia e esterco bovino não demonstraram redução significativa para os anos de estudo, 2003 a 2006, o que pode ser atribuído a baixa sensibilidade do COT em sistemas de manejo do solo em curtos períodos de tempo, o que tem levado a estudos mais refinados como o fracionamento do C do solo em compartimentos C-biomassa microbiana, como a fração ativa da MOS, e o C da fração leve, referenciando o compartimento lento. Sendo estes compartimentos mais sensíveis a mudanças do manejo do solo (LEITE et al., 2003).

Figura 11 – Carbono total do solo ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) simulado para os anos de 2003 a 2006, sem adubação (testemunha) e após adubação orgânica com esterco ou gliricídia.



4.3 Experimento 3

4.3.1 Dinâmica do carbono abaixo e acima do solo sob Mata Atlântica

Os estoques de COT e C nos compartimentos (ativo, lento e passivo) na simulação de equilíbrio, em 5.000 anos, aumentou com o tempo. O COT da Mata Atlântica simulado pelo modelo se estabilizou em 79 Mg ha^{-1} (Figura 12). Leite et al. (2004a), observou os mesmos valores de estoque de COT simulados pelo modelo Century.

Os valores simulados pelo modelo Century foram 2, 60 e 38%, para o C nos compartimentos ativo, lento e passivo, respectivamente. Levando em consideração que o C humificado e o C não-humificado são respectivamente, C no compartimento passivo e lento. Segundo Barreto et al., (2008), em um Latossolo vermelho-amarelo sob Mata Atlântica encontraram valores de C, no compartimento lento e passivo

O estoque de COT observado sob Mata Atlântica foi $78,58 \text{ Mg ha}^{-1}$, valor 2% maior que o COT simulado pelo modelo Century que foi de $79,76 \text{ Mg ha}^{-1}$ (Tabela 15). Dados de estoque de COT do solo em Mata Atlântica são escassos na literatura, necessitando de estudos nessas áreas. A relação C:N do solo de 11,47, ficou próximo ao valor medido em campo que foi de 13 (dados não publicados). Em estudo sob Mata Atlântica em um Argissolo vermelho-amarelo, Nogueira Jr. et al., (2011), encontrou valores de relação C:N de 11,31.

Figura 12 – Estoque de carbono orgânico total (COT), e dos compartimentos de carbono orgânico de um Argissolo Vermelho-Amarelo (0-20 cm), obtidas por meio de uma simulação de equilíbrio realizada pelo modelo Century 4.5.

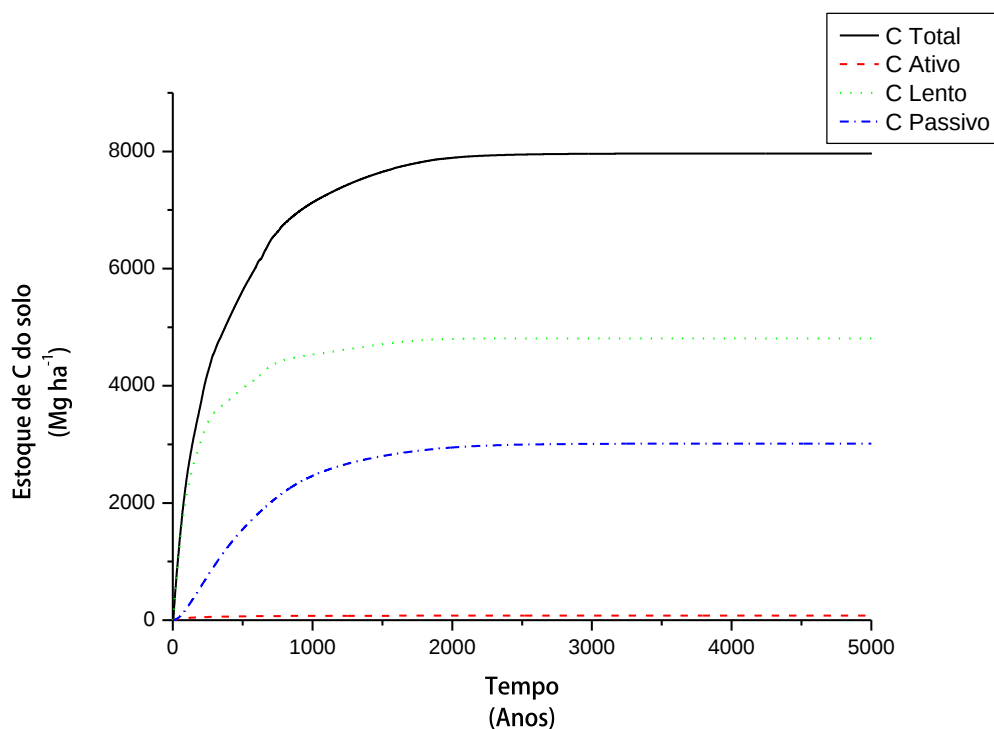


Tabela 15 – Estoque de carbono do solo (Mg C ha^{-1}) e relação C:N, medido e simulado, sob Mata Atlântica na Zona da Mata de Itambé, Pernambuco.

	Observado	Simulado	Erro
	----- Mg ha^{-1} -----		
Estoque COT	78,58	79,76	2%
Relação C:N	13,00	11,47	12%

O estoque de C na parte aérea total da floresta foi de $145,06 \text{ Mg C ha}^{-1}$, valores abaixo dos encontrados por Rolim et al. (2005), trabalhando em Mata Atlântica (floresta semidescidual), que observou estoque de 150 Mg C ha^{-1} , em Linhares, ES. O estoque de C nas folhas simulado pelo modelo Century foi de $6,57 \text{ Mg C ha}^{-1}$ (Tabela 16), 14% acima dos valores de estoque de folhas medido em campo ($5,85 \text{ Mg C ha}^{-1}$). Do estoque total e C acima do solo,

5% correspondeu ao estoque de folhas, segundo Drumond et al. (1997), em Mata Atlântica esta faixa varia entre 4 a 7%.

Tabela 16 – Estoque de carbono na biomassa vegetal ($\text{Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e a produtividade primária líquida ($\text{g C m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$), em Mata Atlântica, medido e simulado pelo modelo Century 4.5, na Zona da Mata de Itambé, PE.

	Observado	Simulado	Erro
Folhas	5,85	6,57	14%
Galhos finos	18,96	22,68	20%
Tronco	132,82	115,81	13%
Raízes finas	5,70	5,96	5%
Raízes grossas	24,87	24,58	1%
PPL ¹	1.100 ²	1.517	38%

¹PPL - Produtividade Primária Líquida. ²Cramer et al (1999).

Assim como o componente folhas, os demais componentes da floresta acima do solo foram simulados satisfatoriamente, com galhos finos e tronco correspondendo por 15 a 80% da parte aérea da vegetação, respectivamente. Cunha et al. (2009), encontrou 25% de galhos finos na parte aérea em uma Floresta Ombrófila Densa, enquanto que, Drumond et al. (1997), encontrou valores bem abaixo (13%). Para o componente tronco, os valores ficaram entre 70 e 90% do estoque de C na parte aérea (CUNHA et al. 2009).

A Produtividade Primária Líquida (PPL) da floresta simulada pelo modelo Century foi de $1.517 \text{ g C m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$. No único estudo encontrado, Cramer et al. (1999), avaliando dezesseis modelos biogeoquímicos, determinou globalmente que a PPL da Mata Atlântica é altamente produtiva, apresentando valores entre 1.000 e $1.200 \text{ g C m}^{-2} \text{ Ano}^{-1}$. No presente estudo o modelo superestimou em 38% a PPL da Mata Atlântica, ajustes ainda devem ser realizados para diminuir o erro dessa variável. Clark et al., (2001), analisando estudos que englobam estudos florestais, fazem referência a 21 possíveis fontes de erro nas estimativas de PPL por problemas metodológicos e exclusão de componentes.

Para o processo de calibração da vegetação nativa também é importante ajustar todas as entradas de nitrogênio no sistema (Tabela 17). A entrada de nitrogênio via fixação simbiótica para a Mata Atlântica foi quantificada em $7,0 \text{ Kg N ha}^{-1}$ (ROGGY et al., 1999), valor próximo ao simulado pelo modelo Century que foi igual a $7,3 \text{ Kg N ha}^{-1}$, apresentando 5% de erro. Considerou-se também a entrada de nitrogênio através da fixação não-simbiótica (FNS) e da

deposição atmosférica (DA), entretanto, são inexistentes os dados para florestas tropicais úmidas. Com isso, levou-se em consideração como sendo 4 e 5 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ (MALTA, 2009), para FNS e DA, respectivamente. Os valores para a FNS e DA simulados pelo modelo Century 4.5 foram 3,9 e 4,9 Kg N ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente.

Tabela 17 – Entradas de nitrogênio medido e simulado pelo modelo Century para Mata Atlântica, na Zona da Mata, Itambé, PE.

	Observado	Simulado	Erro
	-----Kg N ha ⁻¹ -----		
Fixação Não-Simbiótica ¹	4,0 ⁵	3,9	-1%
Deposição Atmosférica ²	5,0 ⁵	4,9	-1%
Fixação Simbiótica ³	7,0	7,3	5%
Entrada Total Nitrogênio ⁴	16,0	16,3	2%

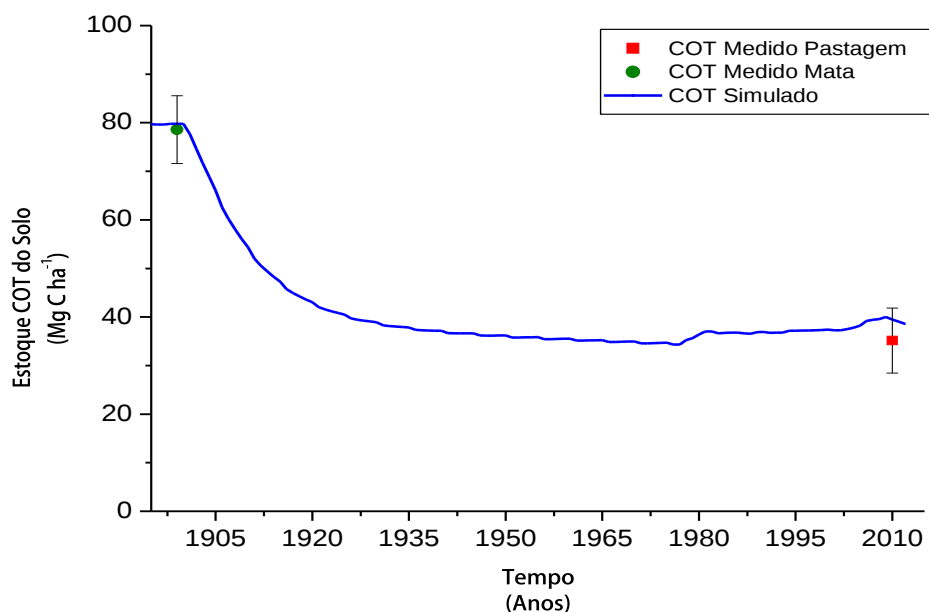
¹Fixação não simbiótica de nitrogênio. ²Deposição atmosférica de nitrogênio (úmida e seca). ³Fixação simbiótica de nitrogênio. ⁴Entrada total de nitrogênio no sistema (Fixação Não-simbiótica + Deposição Atmosférica + Fixação Simbiótica).

4.3.2. Simulação da dinâmica do carbono orgânico total do solo sob *Brachiaria decumbens*

A substituição da mata atlântica pelos sucessivos cultivos agrícolas (1900-2010), reduziu os estoques de COT em 50% (Figura 13), valores próximos foram encontrados por (BORTOLON et al. 2011; LEITE et al. 2004b). O período de 1900 a 1976, foi cultivado com cana-de-açúcar (*Saccharum spp*), com revolvimento do solo e queima na desfolha (pré-colheita), o que reduziu o estoque de COT em 45 Mg ha⁻¹, uma redução de 57% do estoque original sob Mata Atlântica. Em um estudo nos tabuleiros costeiros paraibanos (BARROS et al. 2013), encontraram uma redução de 60%, no tratamento testemunha (sem aplicação de vinhaça).

Após o período com cultivo da cana-de-açúcar, seguiram-se três anos com cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor*), elevando o estoque de COT em 2,47 Mg ha⁻¹, apenas com a prática de eliminar o fogo para despalha, empregada na colheita da cana-de-açúcar. A utilização de fogo em cultivos agrícolas amplifica as perdas de C do solo. Estudos com o modelo Century com cana-de-açúcar na zona da mata norte de Pernambuco mostrou que a retirada do fogo na pré-colheita reduz as saídas de COT em áreas de cana crua (GALDOS et al. 2009).

Figura 13 – Carbono orgânico total do solo (COT) medidos e simulados pelo modelo Century no tratamento sem adição de nitrogênio (0N - testemunha).



Os valores observados não apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) para o estoque de COT do solo, o que confirma as simulações do modelo. Lembrando que esses dados são referentes a apenas um ano experimental, o que implica dizer, que ao longo dos anos poderá ocorrer ou não efeito dos tratamentos nas variáveis de saída. Por isso a necessidade de se implementar e conduzir experimentos de longa duração.

Figura 14 – Carbono orgânico total do solo (COT) medidos e simulados pelo modelo Century no tratamento com adição de 150 kg nitrogênio ha⁻¹ (150N).

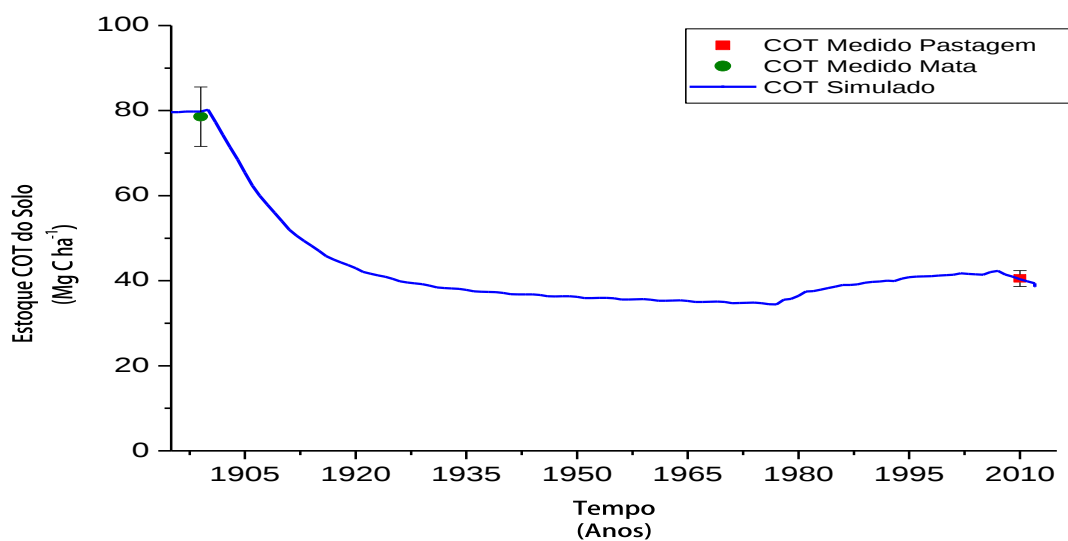


Figura 15 – Carbono orgânico total do solo (COT) medidos e simulados pelo modelo Century no tratamento com adição de 300 kg nitrogênio ha⁻¹ (300N).

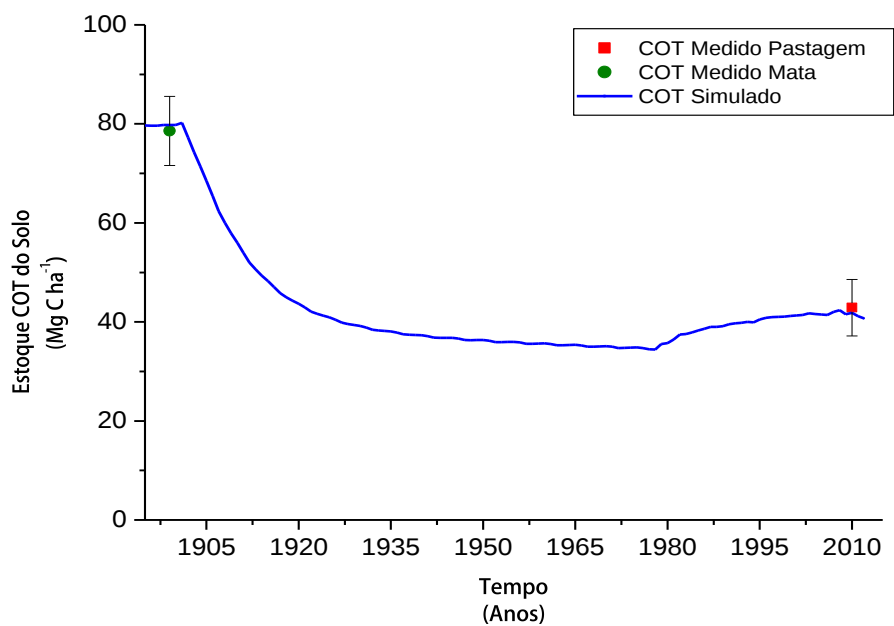
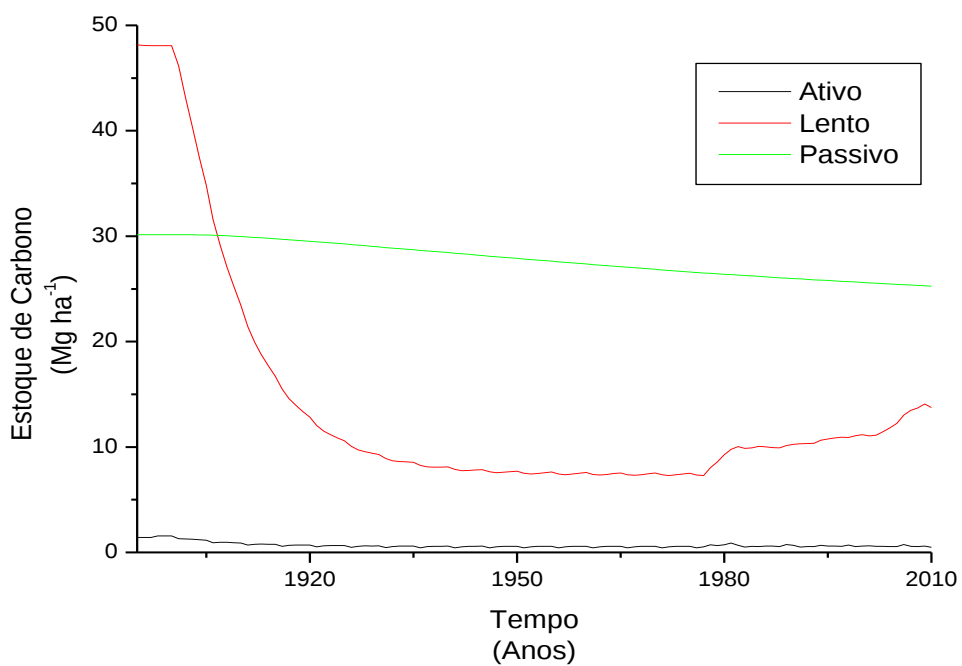


Figura 16 – Dinâmica dos compartimentos do COT do solo (ativo, lento e passivo) simulado pelo modelo Century no tratamento sem adição de nitrogênio (0N - testemunha).



O modelo conseguiu simular a dinâmica do carbono total do solo para os tratamentos com adição de 150 e 300 kg de N (150N e 300N, respectivamente) (Figura 14 e 15).

O modelo simulou os três compartimentos do COT (ativo, lento e passivo), simulado pelo modelo Century entre os anos de 1900 no momento da conversão de mata nativa em cultivo (cana-de-açúcar) a 2012 com a braquiária sob pastejo intermitente (Figura 16).

O maior compartimento de carbono (C) sob Mata Atlântica foi observado para a fração lenta, apresentando aproximadamente 36 Mg ha⁻¹ ou 57% do COT do solo, valores semelhantes dos encontrados por (BARRETO et al., 2008), em estudo sobre fracionamento físico e químico da matéria orgânica do solo sob Mata Atlântica em uma microbacia no sul da Bahia.

Com a conversão de mata nativa em cultivo agrícola, principalmente, com a utilização do fogo na despalha da cana-de-açúcar, reduziu a proporção do C do compartimento lento, aumentando o C do compartimento passivo. Segundo Metherall et al. (1993), com a queima, o C do solo se transforma em carvão, entrando diretamente no compartimento passivo do COT do solo. Com a retirada da cana queimada, a partir de 1977, as frações do COT do solo tendem a retornar as proporções antes da conversão, aumentando assim o C da fração lenta. Possivelmente, a implantação de gramíneas (de 1977 a 2010) com seu sistema radicular predominantemente de raízes finas favoreceu a transformação de um C mais recalcitrante em um C mais lábil.

4.3.3 Produtividade de biomassa e biomassa radicular da *Brachiaria decumbens*

Os valores observados não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$) para nenhuma das variáveis em estudos (Tabela 18), lembrado que esses dados são referentes a apenas um ano experimental, o que implica dizer, que ao longo dos anos não se sabe se ocorrerá ou não efeito dos tratamentos nas variáveis de saída.

Tabela 18 – Dados observados no campo e simulados pelo modelo Century 4.5 para as variáveis de produtividade de biomassa da parte aérea e de raiz em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf. em taxa de lotação (4 UA ha⁻¹); Itambé, PE.

Adubação (Kg N ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Parte aérea			Raiz		
	Medido	Simulado	Erro	Medido	Simulado	Erro
	----- Kg ha ⁻¹ -----			----- Kg ha ⁻¹ -----		
0	1.889	2.152	14%	3.400	3.126	9%
150	2.377	2.888	18%	4.622	3.727	19%
300	1.955	2.302	15%	6.755	3.951	42%

O modelo Century 4.5, simulou satisfatoriamente a dinâmica do C da biomassa acima do solo para os três tratamentos (0, 150 e 300 Kg N ha⁻¹ ano⁻¹) em pastagens de *B. decumbens* na zona da mata norte de Pernambuco. O modelo não se ajustou bem nas simulações do C na biomassa radicular para o tratamento N300.

Como algumas parcelas com a adição de 150 kg N ha⁻¹ ano⁻¹, foram em experimentos anteriores locais de descanso de animais e, por serem estas áreas depósitos de excretas (fezes e urina), é possível que estas parcelas apresentem uma melhor fertilidade natural do solo, o que pode ter influenciado este resultado.

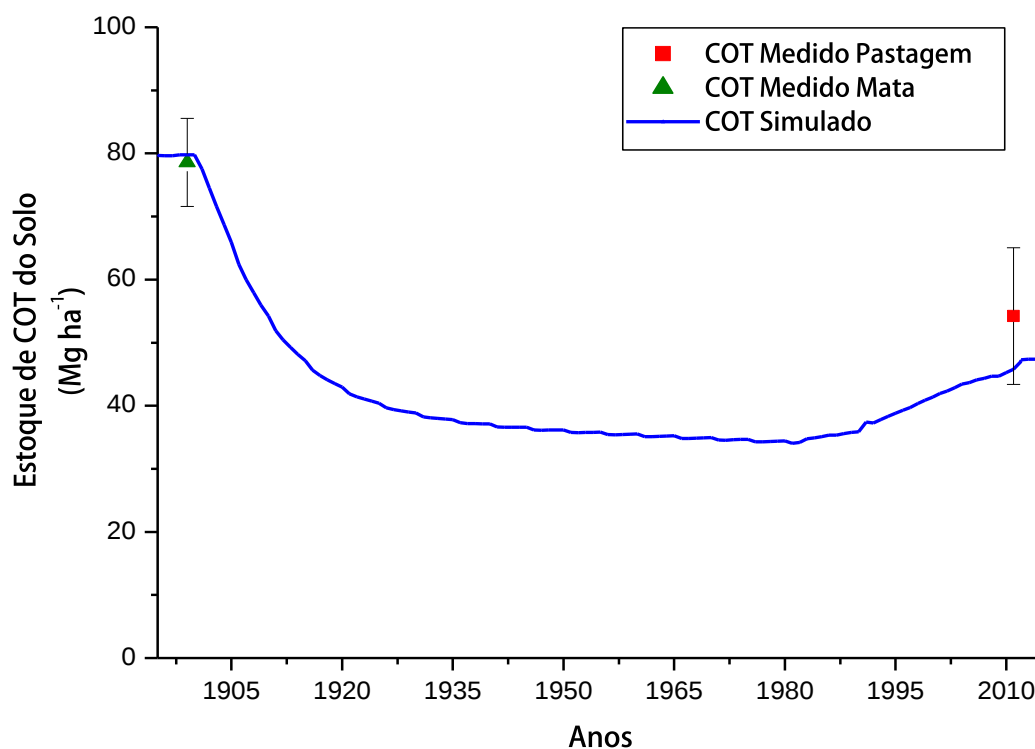
Os valores simulados pelo modelo Century ficaram próximos dos encontrados por Fagundes et al., (2005). Em estudo na mesma estação experimental do presente trabalho, foram encontrados valores de biomassa de *B. decumbens* de 6,6 Mg ha⁻¹ em média (DUBEUX et al., 1997). No entanto, essa produtividade superior a encontrada no presente estudo é explicada pelo histórico de adubações nitrogenadas nos anos anteriores ao experimento (1.650 kg ha⁻¹) além de uma taxa de lotação menor (2 UA ha⁻¹).

4.3.4 Validação do modelo Century 4.5 para simulação do carbono do solo sob *Brachiaria decumbens*

O modelo reproduziu bem o comportamento da dinâmica temporal do carbono orgânico total do solo (Figura 17). As mudanças no uso do solo, com a conversão da mata atlântica e os cultivos que seguiram até a implantação da pastagem plantada com a *B. decumbens* reduziu o estoque de carbono do solo em 43%.

Avaliando o período de cultivo da cana-de-açúcar (1900 a 1980), sob sistema de cultivo convencional (revolvimento e queima na pré-colheita), reduziu os estoques de COT em 57%. Em estudo utilizando modelo Century em simulação com cana-de-açúcar em Itapirema, PE (CARVALHO, 2014), encontrou 60% de redução no estoque de COT.

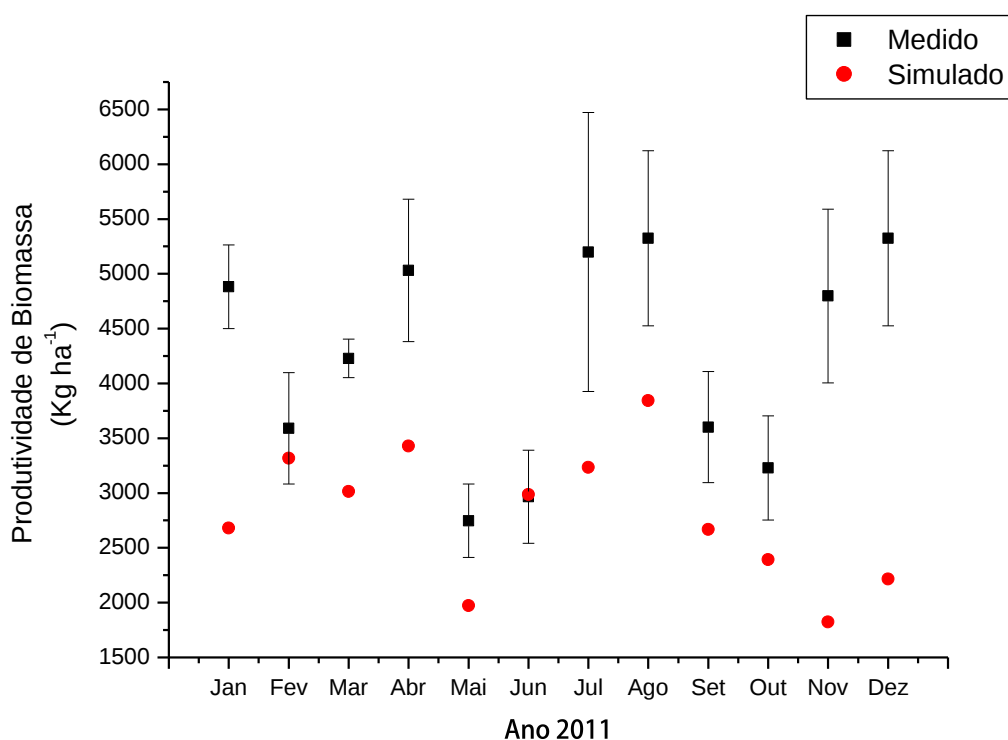
Figura 17 – Carbono orgânico total do solo simulado e medido pelo modelo Century em pastagem de *B. decumbens* na Zona da Mata de Pernambuco, Itambé-PE (Validação).



4.3.5 Validação do modelo Century 4.5 para simulação da produtividade da *Brachiaria decumbens*

O modelo Century não conseguiu simular a produtividade de biomassa de *B. decumbens* nas condições do presente experimento (Figura 18). Possivelmente lacunas sobre o conhecimento do histórico da área do experimento de validação pode ter sido a causa para o não ajuste da dinâmica do carbono acima do solo.

Figura 18 – Produtividade de biomassa (kg ha^{-1}), medido e simulado pelo modelo Century em pastagem de *B. decumbens* para o ano 2011 na Zona da Mata de Pernambuco, Itambé-PE.



5. CONCLUSÕES

5.1 Experimento 1

Os maiores estoques de carbono orgânico total do solo na região semiárida até a camada de 0-20 cm foram encontrados sob mata nativa. A pastagem nativa apresentou estoque de carbono orgânico total do solo que não se diferenciou dos estoques sob lavoura anual, pastagem plantada e lavoura perene.

As maiores perdas nos estoques de carbono do solo foram ao converter de mata nativa para pastagem plantada e para lavoura perene.

Levantamentos de áreas subestudadas são essenciais para compor projetos de pesquisa indicando a necessidade de financiamento as agências de fomento à pesquisa para tais localidades.

5.2 Experimento 2

O modelo CENTURY foi capaz de simular a produtividade de milho após adubação orgânica com esterco nas condições do presente estudo.

Entretanto, para a simulação de adubação verde com a gliricídia, uma fonte orgânica mais lábil de nutrientes, o CENTURY superestimou a disponibilidade de N na camada superficial do solo e não foi capaz de simular a lixiviação desse N para camadas mais profundas.

O CENTURY mostrou bom potencial como uma ferramenta para simulação de ciclagem biogeoquímica nas condições de solo e clima avaliadas na região Semiárida do NE do Brasil.

5.3 Experimento 3

O modelo Century 4.5 foi validado para simular a dinâmica do carbono orgânico do solo em *Brachiaria decumbens* na zona da mata norte de Pernambuco.

O modelo não foi capaz de simular a dinâmica do carbono na parte aérea da *Brachiaria decumbens*.

O histórico completo do local do estudo é essencial para o sucesso no processo de calibração e validação do modelo Century.

6. PERSPECTIVAS

Estudos com estimativas de estoques de Carbono devem ser analisadas com ressalvas, pois, o número restrito de estudos disponíveis e a grande variabilidade ambiental (vegetação, classes de solo, diferentes características físicas do solo) na região NE do Brasil, traz certo grau de incerteza. Contudo, este trabalho pode servir de base para novos estudos, com intuito de direcionar as atenções de pesquisadores da área com pesquisas mais refinadas, em locais não coberto pelas pesquisas atuais.

Os impactos das mudanças no uso da terra em regiões tropicais secas decorrentes principalmente das ações antrópicas são informações importantes para se buscar estratégias pertinentes para amenizar tais ações.

O modelo Century se mostrou com potencial para simular a produtividade de biomassa e dinâmica do carbono do solo para a cultura do milho e braquiária na região NE do Brasil. No entanto, ainda é um desafio experimentos de longa duração na região.

REFERÊNCIAS

ADDISCOTT, T. M. Simulation modeling and soil behaviour. **Geoderma**, Amsterdam, v.60, p.15-40, 1993.

AMORIM, L. B. **Caracterização da serrapilheira em caatinga preservada e mudanças no carbono do solo após o desmatamento sem queima**. 2009. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife - PE.

ANTUNES, P. D.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FERREIRA JR, A. L. G.; GALINDO, C. L.; SALCEDO, I. H. Distribuição de ¹³⁷Cs em três solos representativos do estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 4, p. 935-943, 2010.

APOLINÁRIO, V. X. O.; DUBEUX JR, J. C. B.; MELLO, A. C. L.; VENDRAMINI, J. M. B.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; MUIR, J. P. Deposition and decomposition of Signal grass pasture litter under varying nitrogen fertilizer and stocking rates. **Agronomy Journal**. v.105, n. 4, p. 999-1004, 2013.

ARATO, H. D. Caracterização química e decomposição de folhas de espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica. 2006, 84 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BALL-COELHO, B.; SAMPAIO, E. V. S. B.; TIESSEN, H.; STEWART, J. W. B. Root dynamics in plant and ratoon crops of sugar cane. **Plant and Soil**. v. 142, n. 1, p. 1004–1008, 1993.

BALL, R. A.; OOSTERHUIS, D. M.; MAUROMOUSTAKOS, A. Growth dynamics of the cotton plant during water-deficit stress. **Agronomy Journal**, v. 86, n.1. p. 788-795, 1994.

BARRETO, A. C., FREIRE, M. B. G. DOS S., NACIF, P. G. S., ARAÚJO, Q. R., FREIRE, F. J., INÁCIO, E. DOS S. B. Fracionamento químico e físico do carbono orgânico total em um solo de mata submetido a diferentes usos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32:1471–1478, 2008.

BARROS, I.; WILLIAMS, J.R.; GAISER, T. Modelling soil nutrient limitations to crop production in Semiarid NE of Brazil with a modified EPIC version I. Changes in the source code of the model. **Ecological Modelling**. v.178, p.441-456, 2004a.

BARROS, I.; WILLIAMS, J. R.; GAISER, T. Modelling soil nutrient limitations to crop production in SemiaridNE of Brazil with a modified EPIC version II. Field test of the model. **Ecological Modelling**, v.181, n. 4, p.567-580, 2004b.

BARROS, J. D. S.; CHAVES, L. H. G.; CHAVES, I. B.; FARIAS, C. H. A.; PEREIRA, W. E. Estoque de carbono e nitrogênio em sistemas de manejo do solo, nos tabuleiros costeiros paraibanos. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 1, p. 35–42, 2013.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L. Efeito de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de CO₂. **Revista Brasileira de Ciência Do Solo**, v.24, n. 3, p.599-607, 2000.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In **G. de A. Santos, L. S. da Silva, L. P. Canellas, & F. A. O. Camargo (Eds.)**, Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais & subtropicais (2^o ed., pp. 7–18). Porto Alegre: Metrópole, 2008

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. Departamento de Promoção Comercial. Brazil Trade Net. Disponível em: <<http://www.braziltradenet.gov.br/>>. Acesso em: 4 abr. 2008.

BERNARDI, A. C. C.; MACHADO, P. L. O. A.; MADARI, E. B.; TAVARES, S. R. L.; CAMPOS, D. V. B.; CRISÓSTOMO, L. A. Carbon and nitrogen stocks of an arenosol under irrigated fruit orchards in semiarid Brazil. **Scientia Agricola**, v. 64, n. 2, p. 169-175, 2007.

BORTOLON, E. S. O.; MIELNICZUK, J.; TORNQUIST, C. G.; LOPES, F.; BERGAMASCHI, H. Validation of the Century model to estimate the impact of agriculture on soil organic carbon in Southern Brazil. *Geoderma*, 167:156–166, 2011.

BOOTE, K.J.; JONES, J.W.; PICKERING, N.B. Potential uses limitations of crop models. **Agronomy Journal**, v.88, n.5, p.704-716, 1996.

BUSTAMANTE, M. M. C.; CORBEELS, M.; SCOPEL, E.; ROSCOE, R. Soil Carbon storage and sequestration potential in the Cerrado region of Brazil. In: **Carbon sequestration in soils of Latin America**. Chapter 14. p285-304, 2006.

CANADELL, J. G.; PATAKI, D.; GIFFORD, R.; HOUGHTON, R. A.; LOU, Y.; RAUPACH, M. R.; SMITH, P.; STEFFEN, W. Saturation of the Terrestrial Carbon Sink. In: CANADELL, J. G.; PATAKI, D.; PITELKA, L. **Terrestrial Ecosystems in a Changing World**. 1. ed. Berlin: Springer, 2007. Cap. 3, p 59–78.

CAMACHO, R.; MALAVOLTA, E.; GUERREIRO-ALVES, J.; CAMACHO, T. Vegetative growth of grain sorghum in response to phosphorus nutrition. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 4, p. 771-776, 2002.

CARVALHO, F. G.; BURITY, H. A.; SILVA, V. N.; SILVA, L. E. S. F.; SILVA, A. J. N. Produção de matéria seca e concentração de macronutrientes em *Brachiaria decumbens* sob diferentes sistemas de manejo na Zona da Mata de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, n. 2, p. 101-106, 2006.

CARVALHO, A. L. **Modelagem dos impactos climáticos sobre a produtividade potencial da cana-de-açúcar na zona da mata norte de Pernambuco**. 2014, 103 f. Tese (Doutorado em Tecnologias Energéticas e Nucleares), Departamento de Energia Nuclear, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, F. A. S. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 10:140-147, 2006.

CAVALCANTI FILHO, L. F. M.; SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, M. A.; LIRA, M. A.; MODESTO, E. C.; DUBEUX JR, J. C. B.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, M. J. Caracterização de pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Pernambuco. **Archivos de zootecnia**, v. 57, n. 220, p. 391-402, 2008.

CLARK, D.; BROWN, S.; KICKLIGHTER, D. W.; CHAMBERS, J. Q.; THOMLINSON JR.; N, I, J. Measuring net primary production in forests: concept and field methods. **Ecological Applications**, v. 11, n. 2, p. 356-370, 2001.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira – Oitavo Levantamento. Disponível em:<<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 10 maio 2013.

CORRÊA, R. M.; FREIRE, M. B. S.; FERREIRA, R. L. C.; FREIRE, F. J.; PESSOA, L. G. M.; MIRANDA, M. A.; MELO, D. V. M. Atributos químicos de solos sob diferentes usos em perímetro irrigado no semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 33, n. 4, p. 305-314, 2009.

COSTA, L. C. Modelagem e simulação em agrometeorologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba. **Anais...** Agrometeorologia, monitoramento ambiental e agricultura sustentável. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997.

COSTA, L. C.; AMORIM, M. C. de. Sistemas e modelos em agrometeorologia: estado atual e desafios para o futuro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.29, n.246, p.38-46, 2008.

COSTA, S. B. M., MELLO, A. C. L., DUBEUX JR, J. C. B., SANTOS, M. V. F., LIRA, M. A., & OLIVEIRA, J. T. C. Potencial produtivo de capim Brachiaria em sistemas silvipastoris na Zona da Mata de Pernambuco. In **51º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia** (p. 934). Barra dos Coqueiros: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2014.

CRAMER, W.; KICKLIGHTER, D. W.; BONDEAU, A.; MOORE, B.; CHURKINA, G.; NEMRY, B; RUIMY, A.; SCHLOSS, A. L. Comparing global models of terrestrial net primary productivity (NPP): overview and key results. **Global Change Biology**, v. 5, n. 1, p. 1-15, 1999.

CUNHA, G. M.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; VELLOSO, A. C. X. Biomassa e estoque de carbono e nutrientes em Florestas Montanas da Mata Atlântica da região norte do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 1175–1185, 2009.

DON, A.; SCHUMACHER, J.; FREIBAUER, A. Impact of tropical land-use change on soil organic carbon stocks - a meta-analysis. **Global Change Biology**, v. 17, n. 4, p. 1658-1670, 2011.

DRUMOND, M. A.; BARROS, N. F.; SOUZA, A. L.; SILVA, A. F. Distribuição de biomassa e de nutrientes em diferentes coberturas florestais e pastagem na região do Médio Rio Doce-MG. **Revista Árvore**, v. 21, n. 2, p. 187-199, 1997.

DUBEUX JR., J. C. B.; LIRA, M. A.; FREITAS, E. V.; FARIAS, I. Avaliação de pastagens de Braquiárias na Zona-da-Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 26, n. 4, p. 659-666, 1997.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Embrapa Produção de Informação, 1999, 412 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos e análise de solo**, 2nd ed. CNPS, Rio de Janeiro, p.212, 1997.

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. 2ª Edição – EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro, 2006. 306p.

EUCLIDES, P. V. B., CARDOSO, E. G., MACEDO, C. M. M., OLIVEIRA, M. P. Consumo Voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob Pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2200–2208, 2000.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; VITOR, C. M. T.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; REIS, G. C.; MARTUSCELLO, J. A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 397-403, 2005.

FERNADES, F. F. **Uso do modelo Century no estudo da dinâmica do carbono orgânico em solos do Rio Grande do Sul**. 2002. 156 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) -Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS.

FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A.; FARIA, D.J.G. Adubação em gramíneas do gênero *Brachairia*: mitos e realidades In: Simpósio sobre manejo estratégico das pastagens, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p.153-182.

FREITAS, A. D. S. **Abundância natural do ^{15}N e fixação biológica do N_2 em espécies arbóreas da caatinga**. 2008, 65 f. Tese (Doutorado em Tecnologias Energéticas e Nucleares) – Departamento de Energia Nuclear, Universidade Federal de Pernambuco, Recife - PE.

FREITAS, A. D. S.; SAMPAIO, E. V. S. B. Fixação biológica do N_2 em leguminosas arbóreas do semiárido da Paraíba e de Pernambuco. In: MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. **Fertilidade do solo e produção de biomassa no semiárido**. 1. ed. Recife: Editora Universitária UFPE, 2008. Cap. 2, p. 27-45.

GALDOS, M. V.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P.; PAUSTIAN, K.; VAN ANTWERPEN, R. Simulation of soil carbon dynamics under sugarcane with the CENTURY model. **Soil Science Society of America Journal**, v.73, n. 3, p. 802-811, 2009.

GALDOS, M. V.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P.; PAUSTIAN, K.; VAN ANTWERPEN, R. Simulation of sugarcane residue decomposition and aboveground growth. **Plant and Soil**, v. 326, n. 1, p. 243-259, 2010.

GALVÃO, S. R. S.; SALCEDO, I. H.; OLIVEIRA, F. F. Acumulação de nutrientes em solos arenosos adubados com esterco bovino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p. 99-105, 2008.

GIONGO, V.; GALVÃO, S. R. S.; MENDES, A. M. S.; GAVA, C. A. T.; CUNHA, T. J. F. Soil Organic Carbon in the Brazilian Semi-arid Tropics. **Dynamic Soil, Dynamic Plant**, v. 5, n. 1, p. 12-20, 2011.

GODFRAY, H. C. J. et al., Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. **Science**, v.327, p.812-818, 2010.

HILLEL, D.; ROSENZWEIG, C. The greenhouse effect and its implications regarding global agriculture. Amherst: Massachusetts Agricultural Experiment Station/University of Massachusetts, 1989. 36p.

JACOMINE, P. K. T. Evolução do conhecimento sobre solos coesos no Brasil. In: Workshop Coesão em Solos dos Tabuleiros Costeiros, Aracajú, 2001. **Anais...** Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, p. 19-46, 2001.

JESUS, K. N. **Produção de girassol em um neossolo flúvico sob adubação orgânica no semiárido paraibano**. 2012, 68 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Energéticas e Nucleares) - Departamento de Energia Nuclear, Universidade Federal de Pernambuco, Recife - PE.

KAUFFMAN, J. B.; SANFORD, R. L.; CUMMINGS, D. L.; SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Biomass and Nutrient Dynamics Associated with Slash Fires in Neotropical Dry Forests. **Ecological Society of America**, v. 74, n. 1, p. 140-151, 1993.

LAL, R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. **Science**, v. 304, n. 5677, p. 1623-1627, 2004.

LAL, R. Managing Soils and Ecosystems for Mitigating Anthropogenic Carbon Emissions and Advancing Global Food Security. **BioScience**, v. 60, n. 9, p. 708-721, 2010.

LEAL, M. A. A. Proposta de modelo de simulação no estudo da dinâmica da matéria orgânica do solo. Seropédica: UFRGS, 1996. 111f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 1996.

LEAL, M. A. A.; DE-POLLI, H. Aplicação de modelos ao estudo da matéria orgânica. 2. ed. rev. atual. ampl. In: SANTOS, G. de A.; SILVA, L. S. da; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 171-182.

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S. Modelo CENTURY de dinâmica da matéria orgânica do solo: Equações e pressupostos. **Ciência Rural**, v. 33, n. ??, p. 679 – 686, 2003.

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; MACHADO, P. L. O. A. Simulação pelo modelo Century da dinâmica da matéria orgânica de um argissolo sob adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, n. 1, p. 347-358, 2004a.

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; MACHADO, P. L. O. A.; FERNANDES FILHO, E. I.; NEVES, J. C. L. Simulating trends in soil organic carbon of na Acrisol under no-tillage and disc-plow systems using the Century model. **Geoderma**, v. 120, n. 1, p. 283-295, 2004b.

LIMA, H. N. B. **Atributos do solo e decomposição de fezes bovinas em sistemas silvipastoris**. 2014, 110f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

LIRA, M. A.; FARIAS, I.; FERNANDES, A. P. M.; SOARES, L. M.; DUBEUX JR., J. C. B. Estabilidade de resposta do Capim-Braquiária (*Brachiaria decumbens*, Stapf.) sob níveis crescentes de nitrogênio e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.29, n.7, p.1151-1157, 1994.

MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. S.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ARAÚJO FILHO, J. A. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semi-arid region of Ceará, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 71, n. 2, p. 127-138, 2007.

MALTA, L. R. S. Simulação do balanço e transporte de nitrogênio e fósforo provenientes de dejetos animais aplicados em áreas agrícolas, estudo de caso: bacia do Toledo-Paraná-Brasil. 2009, 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

MARCELINO, K. A.; JÚNIOR, D. N.; SILVA, S. C. et al. Características morfogênicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e frequências de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 2243-2252, 2006.

MARENGO, J. A. O futuro clima do Brasil. **Revista USP**. v. 1, n. 103, p. 25-32, 2014.

MARENGO, J. A.; BERNASCONI, M. Regional differences in aridity/drought conditions over Northeast Brazil: present state and future projections. **Climate Change**. v. 129, n. 1, p. 103-115, 2015.

MARQUES, T. A.; SASSO, C. G.; SATO, A. M.; SOUZA, G. M. Queima do canavial: aspectos sobre a biomassa vegetal , fertilidade do solo e emissão de co 2 para atmosfera. **BioScience**, v. 25, n. 1, p. 83–89, 2009.

MELO, D. A. **Avaliação de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) e milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BROWN) sob diferentes níveis de água no solo.** 2006, 48 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) Departamento de zootecnia, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, PE.

MENEZES, R. S. C., SAMPAIO, E. V. S. B., SALCEDO, I. H. **Fertilidade do solo e produção de biomassa no semiárido.** 1. ed. Recife: Editora Universitária UFPE, 2008. 292 p.

MENEZES, R. S. C.; GARRIDO, M. S.; PÉREZ-MARIN, A. M. Fertilidade dos solos no semi-árido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30, 2005, Recife. **Anais ...** Recife: UFRPE, 2005, 1 CD-ROM.

MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H.; ELLIOTT, E. T. Microclimate and nutrient dynamics in a silvopastoral system of semiarid northeastern Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 56, n. 1, p. 27-38, 2002.

METHERALL, A. K.; HADING, L. A.; COLE, C. V.; PARTON, W. J. Century Soil Organic Matter Model Environment Technical Documentation, Agroecosystem Version 4.0. (No. 4). Great Plains System Research Unit Technical Report (p. 246). Fort Collins: Colorado State University, 1993.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANDELAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo.** 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. Cap. 1, p. 1-5.

MONEGAT, C. Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades. Chapecó, Edição do Autor, 1991. 337p.

MUNDUS, S.; MENEZES, R. S. C.; NEERGAARD, A.; GARRIDO, M. S. Maize growth and soil nitrogen availability after fertilization with cattle manure and/or gliricidia in semi-arid NE Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 82, n. 1, p. 61-73, 2008.

NAGAI, M. A. **Produtividade de biomassa de sorgo sacarino sem irrigação na zona da Mata Norte de Pernambuco.** 2012. 43 f. Dissertação (Mestrado em tecnologias Energéticas e Nucleares) Departamento de Energia Nuclear, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE.

NOGUEIRA JR., L. R.; GONÇALVES, J. L. M.; ENGEL, V. L.; PARROTA, J. Soil dynamics and carbon stocks 10 years after restoration of degraded land using Atlantic Forest tree species. **Forest systems**. v. 20, n. 3, p. 536-545, 2011.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 433p.

OLIVEIRA, F. F.; SALCEDO, I. H.; GALVÃO, S. R. S. Adubação orgânica e inorgânica de batatinha em solos arenosos: Produtividade, nutrientes na planta e lixiviação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 12, p. 1228-1234, 2011.

ONU - Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo: Agua para todos, agua para la vida. Paris, Nova York e Oxford, UNESCO/Berghahn Books, 2003. Disponível in <<http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/index.shtml>>. Acessado em: 18 de novembro de 2011.

OYAMA, M. D.; NOBRE, C. A. A simple potential vegetation model for coupling with the Simple Biosphere Model (SIB). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 19, n. 2, p. 203-216, 2004.

PALM, C. A.; GACHENGO, C. N.; DELVE, R. J.; CADISCH, G.; GILLER, K. E. Organic inputs for soil fertility management in tropical agroecosystems: application of organic resource database. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.83, n. 1, p.27-42, 2001.

PARTON, W. J.; STEWART, J. W. B.; COLE C. V. Dynamics of C, N, P and Sin grassland soils: A model. **Biogeochemistry**, v.5, p.109-131, 1988.

PARTON, W.J.; SCHIMEL, D.S.; COLE, C.V.; OJIMA, D.S. Analisis of factor controlling soil organic matter levels in Great Plains grasslands. **Soil Science Society of America Journal**, v.51, p.1173-1179, 1987.

PARTON, W. J.; WOOMER, P. L. MARTIN, A. Modeling soil organic matter dynamics and plant productivity in tropical ecosystems. In: WOOMER, P.L.; SWIFT, M.J. (Eds). **The biological management of tropical soil fertility**. Chichester: John Wiley & Sons, 1994. p.171-188.

PEINETTI, H, R.; MENEZES, R. S. C.; TIESSEN, H.; MARIN, A. M. P. Simulating plant productivity under different organic fertilization practices in a maize/native pasture rotation system in Semiarid NE Brazil. **Computers and Electronics in Agriculture**. v. 62, n. 2, p.204 – 222, 2008.

PERÉZ-MARIN, A. M.; MENEZES, R. S. C; SALCEDO, I. H. Produtividade de milho solteiro ou em aléias de gliricídia adubado com duas fontes orgânicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 5, p. 669-677, 2007.

RAUPACH, M. R.; MARLAND, G.; CIAIS, P.; QUÉRÉ, C. L.; CANADELL, J. G.; KLEPPER, G.; FIELD, C. B. Global and regional drivers of accelerating CO₂ emissions. **PNAS**, v. 104, n. 24, p. 10288-10293, 2007.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B. A vegetação do bioma caatinga. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A. M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. **Vegetação e flora da caatinga**. Recife: APNE/CNPI, 2002. p. 141-153.

ROGGY, J. C.; PREÂVOST, M. F.; GARBAYE, J.; DOMENACH, A. M. Nitrogen cycling in the tropical rain forest of French Guiana: comparison of two sites with contrasting soil types using ¹⁵N. **Journal of Tropical Ecology**, v. 15, n. 1, p. 1–22, 1999.

ROLIM, S. G.; JESUS, R. M.; NASCIMENTO, H. E. M.; COUTO, H. T. Z.; CHAMBERS, J. C. Biomass change in an Atlantic tropical moist forest: the ENSO effect in permanent sample plots over a 22-year period. **Oecologia**, v. 142, n. 1, p. 238–246, 2005.

ROSCOE, R. Rediscutindo o papel dos ecossistemas terrestres no sequestro de carbono. **Cadernos de Ciencia & Tecnologia**, v. 20, n. 2, p. 209-223, 2003.

SABOURIN, E.; SILVEIRA, L. M. DA; TONNEAU, J. P.; SIDERSKY, P. **Fertilidade e agricultura familiar no agreste paraibano: um estudo sobre o manejo da biomassa**. Esperança: CIRAD/AS-PTA, 2000. 59 p.

SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Matéria orgânica do solo no bioma caatinga. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais & subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 419-441.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; CAVALCANTI, F. J. A. Dinâmica de nutrientes e distribuição radicular no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 22, n. 4, p. 425-431, 1987.

SAMPAIO, E. V. S. B.; DALL'OLI, A.; NUNES, K. S.; LEMOS, E. E. P. A model of the litterfall, litter layer losses and mass transfer in a humid tropical forest at Pernambuco, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v.9, n. 3, p.291-301, 1993.

SAMPAIO, E.V.S.B. Overview of the Brazilian Caatinga. In: S.H. Bullock, H.A. Mooney & E. Medina (eds.). **Seasonally Dry Tropical Forests**. Cambridge: Cambridge University Press, p. 35-63, 1995.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I.H.; SILVA, F. B. R. Fertilidade de solos do Semi-Árido do Nordeste. *In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DOS SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS*, 21, 1995, Petrolina. **Anais...** Petrolina: EMBRAPA-CPTSA/SBCS, 1995, p. 51-71.

SAMPAIO, E. V. S. B.; MENEZES, R. S. C. Sustainable Soil Use in Tropical South America - with Emphasis on Brazil. *In: TIESSEN, H. (Ed.). Capacity of Soils for Sustaining Production - A Global Overview*. Oxford: UNESCO-EOLSS, 2003. v. 2, p. 1-11.

SAMPAIO, E. V. S. B.; COSTA, T. L. Estoques e Fluxos de Carbono no Semi-Árido Nordestino: Estimativas Preliminares. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, p. 1275-1291, 2011.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Diretrizes para o manejo sustentável dos solos brasileiros: região semi-árida. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO*, 26, 1997, Mesa Redonda: Diretrizes para o manejo sustentável dos solos brasileiros. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1997, CD-ROM.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. DÉFICIT HÍDRICO E OS PROCESSOS MORFOLÓGICO E FISIOLÓGICO DAS PLANTAS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 287-294, 1998.

SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JR., J.C.B.; SILVA, M.C.; SANTOS, S.F.; FERREIRA, R.L.C.; MELO, A.C.L.; FARIAS, I.; FREITAS, E.V. Produtividade e composição química de gramíneas tropicais na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.4, p.821-827, 2003.

SARAIVA, F. M.; DUBEUX JR. J. C. B.; LIRA, M. A.; MELLO, A. C. L.; SANTOS, M. V. F.; CABRAL, F. A.; TEIXEIRA, V. I. Root development and soil carbon stocks of tropical pastures managed under different grazing intensities. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**. v. 2, n. 1, p. 254-261, 2014.

SCHOLES, M. C. ; POWLSON, D.; TIAN, G. Input control of organic matter dynamics. **Geoderma**, v. 79, p. 25-47, 1997.

SHEPARD, D. A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data. *In proceedings of 23rd National Conference (New York), ACM*, p.517-523, 1968.

SILVA, M.C.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JR., J.C.B.; LIRA, M.A.; MELO, W.S.; OLIVEIRA, T.N.; ARAUJO, G.G.L. Avaliação de Métodos para Recuperação de Pastagens de

Braquiária no Agreste de Pernambuco. 2. Valor Nutritivo da Forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2007-2016, 2004.

SILVA, H. M. S.; DUBEUX JR. J. C. B.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; LIRA JR. M. A.; MUIR, J. P. Signal grass litter decomposition rate increases with inclusion of calopo. **Crop Science**. v. 52, n. 1, p. 1416-1423, 2012.

SILVA, A. S. A. **Adaptação do modelo Century 4.0 para simulação em escala regional**. 2012, 63 f. Dissertação (Mestrado em Estatística) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

SIQUEIRA, O. J. W.; STEINMETZ, S.; SALLES, L. A. B. de. Efeitos potenciais das mudanças climáticas na agricultura brasileira e estratégias adaptativas para algumas culturas. In: LIMA, M.A.; CABRAL, O.M.R.; MIGUEZ, J.D.G. **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001. p.33-63.

SMITH et al.; A Comparasion of the performance of nine soil organic matter using datasets from seven long-term experiments. **Geoderma**, v.81, n. 02, p.153-255, 1997.

SOUSA, S. M. S. C. **Relações entre vegetação, relevo, fertilidade do solo e matéria orgânica em bacia hidrográfica de região semi-árida**. 2006, 64 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) - Departamento de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal da Paraíba, Areia - PB.

SOUSA NETO, E. R. **Perdas de nitrogênio pela emissão de óxido nitroso (N₂O) e sua relação com a decomposição da serapilheira e biomassa de raízes na floresta de Mata Atlântica**. 2008, 80f. Dissertação (Mestrado Química em Agricultura e Meio Ambiente), Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

SOUZA, P.M. de; BRAGA, M.J. Aspectos econômicos da produção e comercialização do milho no Brasil. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. (Eds) **Tecnologia de produção do milho**. 20.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1:13-53, 2004.

STEVENSON, F. J. **Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1994. 496 p.

TABOSA, J.N.; REIS, O.V.; NASCIMENTO, M.M. A.; LIMA, J. M. P.; SILVA, F. G.; SILVA FILHO, J. G.; BRITO, A. R. M. B.; E RODRIGUES, J. A. S.. O sorgo sacarino no semi-árido brasileiro: elevada produção de biomassa e rendimento de caldo. In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Goiânia, 2010, **Anais...** Goiânia: UFG, 2010. CD-ROM.

TAYLOR, L. L.; LEAKE, J. R.; QUIRK, J.; HARDY, K.; BANWART, S. A.; BEERLING, D. J. Biological weathering and the long-term carbon cycle: integrating mycorrhizal evolution and function into the current paradigm. **Geobiology**, v. 7, n. 2, p. 171-191, 2009.

TEIXEIRA, V. I.; DUBEUX JR, J. C. B.; MELLO, A. C. L.; LIRA JR. M. A.; SARAIVA, F. M.; SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A. Herbage mass, herbage rejection, and chemical composition of signalgrass under different stocking rates and distances from dung pads. **Crop Science**. v. 52, n. 1, p. 422-430, 2012.

TIEPOLO, G.; CALMON, M.; FERETTI, A. R. Measuring and monitoring carbon stocks at the Guaraqueçaba Climate Action Project, Paraná, Brazil *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FOREST CARBON SEQUESTRATION AND MONITORING*. Taiwan, 2002. **Anais...** Taiwan: Extension Serie Taiwan Forestry Research Institute, 2002. p. 98–115.

TIESSSEN, H.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H. Organic matter turnover and management in low input agriculture of NE Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 61, n. ??, p. 99-103, 2001.

TIESSSEN, H.; SALCEDO, I.H. & SAMPAIO, E.V.S.B. Nutrient and soil organic matter dynamics under shifting cultivation in Semiarid Northeastern Brazil. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v. 38, n. 3, p. 139-151, 1992.

VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; EUCLIDES, V.P.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Eds) **Plantas Forrageiras**. 22.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.30-77, 2010.

VITOUSEK, P. M.; MOONEY, H. A.; LUBCHENCO, J.; MELILLO, J. M. Human Domination of Earth's Ecosystems. **Science**, v. 277, n. 5325, p. 494-499, 1997.

ZINN, Y. L.; LAL, R; RESCK, D. V. S. Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 84, n. 1, p. 28-40, 2005.

APÊNDICE A – PARÂMETROS DO ARQUIVO TREE.100

PRDX(2)	Produção máxima bruta da floresta ($\text{g de biomassa m}^{-2} \text{ mês}^{-1}$).
CERFOR(1,1,1)	Relação C:N mínima para o compartimento folha da florestas.
CERFOR(1,2,1)	Relação C:N mínima para o compartimento raiz fina da floresta.
CERFOR(1,3,1)	Relação C:N mínima para o compartimento galho fino da floresta.
CERFOR(1,4,1)	Relação C:N mínima para o compartimento madeira grossa da floresta.
CERFOR(1,5,1)	Relação C:N mínima para o compartimento raiz grossa da floresta.
CERFOR(2,1,1)	Relação C:N máxima para o compartimento folha da floresta
CERFOR(2,2,1)	Relação C:N máxima para o compartimento raiz fina da floresta.
CERFOR(3,1,1)	Relação C:N inicial para o compartimento folha da floresta.
CERFOR(3,2,1)	Relação C:N inicial para o compartimento raiz fina da floresta.
CERFOR(3,3,1)	Relação C:N inicial para o compartimento galho fino da floresta.
CERFOR(3,4,1)	Relação C:N inicial para o compartimento madeira grossa da floresta.
CERFOR(3,5,1)	Relação C:N inicial para o compartimento raiz grossa da floresta.
FCFRAC(1,1)	Fração de alocação de carbono da nova produção de folhas para florestas juvenis.
FCFRAC(3,1)	Fração de alocação de carbono da nova produção de galhos finos para florestas juvenis.
FCFRAC(4,1)	Fração de alocação de carbono da nova produção de madeira grossa para florestas juvenis.
FCFRAC(5,1)	Fração de alocação de carbono da nova produção de raízes grossas para florestas juvenis.
FCFRAC(1,2)	Fração de alocação de carbono da nova produção de folhas para florestas maduras.
FCFRAC(3,2)	Fração de alocação de carbono da nova produção de galhos finos para florestas maduras.
FCFRAC(4,2)	Fração de alocação de carbono da nova produção de madeira grossa para florestas maduras.
LEAFDR(2)	Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de fevereiro.
LEAFDR(3)	Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de março.
LEAFDR(4)	Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de abril.
LEAFDR(5)	Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de maio.
LEAFDR(6)	Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de junho.

LEAFDR(7)	Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de julho.
LEAFDR(8)	Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de agosto.
LEAFDR(9)	Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de setembro.
LEAFDR(10)	Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de outubro.
LEAFDR(11)	Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de novembro.
LEAFDR(12)	Taxa mensal de mortalidade de folhas para o mês de dezembro.
BTOLAI	Fator de conversão de índice de área foliar (IAF) para biomassa para árvores.
LAITOP	Parâmetro de determinação da relação entre índice de área foliar (IAF) e produção florestal.
MAXLAI	Índice de área foliar máximo teórico alcançado em uma floresta madura.
WOODDR(1)	Frações de taxa de morte mensal de folhas em florestas.
WOODDR(2)	Frações de taxa de morte mensal de raízes finas em florestas.
SNFXMX(2)	Fixação simbiótica máxima de nitrogênio para florestas.

APÊNDICE B – PARÂMETROS DO ARQUIVO CROP.100

PRDX(1)	Potencial mensal de produção cima do solo da cultura (g C m^{-2}).
FRTCINDEX	Tipo de crescimento da planta (0 - Usar a equação das grandes planícies para calcular a proporção da raiz (alocação de carbono fixado com base na precipitação).
CFRTCINDEX(1)	Máxima fração de C alocado para as raízes sob estresse hídrico.
CFRTCINDEX(2)	Mínima fração de C alocado para as raízes sem estresse hídrico
CFRTCINDEX(1)	Máxima fração de C alocado para as raízes sob estresse de nutrientes.
CFRTCINDEX(2)	Mínima fração de C alocado para as raízes sem estresse de nutrientes.
HIMAX	Máximo índice de colheita (fração do C acima do solo vivo no grão)
FSDETH(1)	Taxa máxima de morte C da parte aérea em condições de solo muito seco (fracção/mês); para obter a taxa de mortalidade C parte aérea mensal, essa fração é multiplicado um factor de redução, dependendo do estado da água no solo.
FSDETH(3)	Fração adicional de C da parte aérea que morrem quando o C acima do solo vivo é maior do que fsdeth (4).
RDR	Taxa de mortalidade de raiz máximo em condições de solo muito seco (fracção/mês); para obter a taxa de mortalidade de raiz mensal, essa fração é multiplicado um factor de redução, dependendo do estado da água no solo.

APÊNDICE C – PARÂMETROS DO ARQUIVO FIRE.100

FLFREM	Fração da parte aérea viva removida por um evento de fogo.
FDFREM(1)	Fração do material vegetal morto em pé removido por um evento de fogo.
FRET(1,2)	Fração de N no material acima do solo queimado (parte aérea viva, material morto em pé e liteira) que retorna para o sistema após um evento de fogo.

APÊNDICE D – PARÂMETROS DO ARQUIVO FERT.100

FERAMT(1)	Quantidade de nitrogênio adicionada (g N m^{-2}).
-----------	--

APÊNDICE E – PARÂMETROS DO ARQUIVO HARV.100

AGLREM	Fração acima do solo que é afetado pelas operações de colheita.
BGLREM	Fração abaixo do solo que é afetado pelas operações de colheita.

APÊNDICE F – PARÂMETROS DO ARQUIVO GRAZ.100

FLGREM	Fração de biomassa viva que é removida pelo evento de pastejo.
FDGREM	Fração de material morto que é consumido pelos animais.
GRET(1)	Fração de N que retorna a pastagem através das fezes e urina.

APÊNDICE G – PARÂMETROS DO ARQUIVO FIX.100

DEC4	Taxa máxima de decomposição da matéria orgânica do solo com rotação lenta.
DEC5	Taxa máxima de decomposição da matéria orgânica do solo com rotação intermediária.
STRMAX(1)	Quantidade máxima do material estrutural na camada superficial que irá se decompor.

STRMAX(2) Quantidade máxima do material estrutural abaixo do solo que irá se decompor.

ANEXO A – TREE.100**MAITA - Mata Atlântica_Itambe**

2.00000	'DECID'	2260.00000	'CERFOR(2,4,2)'
0.40000	'PRDX(2)'	183.00000	'CERFOR(2,4,3)'
30.00000	'PPDF(1)'	300.00000	'CERFOR(2,5,1)'
45.00000	'PPDF(2)'	2478.00000	'CERFOR(2,5,2)'
1.00000	'PPDF(3)'	175.00000	'CERFOR(2,5,3)'
2.50000	'PPDF(4)'	20.00000	'CERFOR(3,1,1)'
15.00000	'CERFOR(1,1,1)'	700.00000	'CERFOR(3,1,2)'
700.00000	'CERFOR(1,1,2)'	100.00000	'CERFOR(3,1,3)'
100.00000	'CERFOR(1,1,3)'	50.00000	'CERFOR(3,2,1)'
26.00000	'CERFOR(1,2,1)'	765.00000	'CERFOR(3,2,2)'
765.00000	'CERFOR(1,2,2)'	129.00000	'CERFOR(3,2,3)'
129.00000	'CERFOR(1,2,3)'	60.00000	'CERFOR(3,3,1)'
90.000000	'CERFOR(1,3,1)'	1366.00000	'CERFOR(3,3,2)'
1366.00000	'CERFOR(1,3,2)'	92.00000	'CERFOR(3,3,3)'
92.00000	'CERFOR(1,3,3)'	130.00000	'CERFOR(3,4,1)'
110.00000	'CERFOR(1,4,1)'	2260.00000	'CERFOR(3,4,2)'
2260.00000	'CERFOR(1,4,2)'	183.00000	'CERFOR(3,4,3)'
183.00000	'CERFOR(1,4,3)'	130.00000	'CERFOR(3,5,1)'
110.00000	'CERFOR(1,5,1)'	2478.00000	'CERFOR(3,5,2)'
2478.00000	'CERFOR(1,5,2)'	175.00000	'CERFOR(3,5,3)'
175.00000	'CERFOR(1,5,3)'	1.50000	'DECW1'
35.00000	'CERFOR(2,1,1)'	0.50000	'DECW2'
700.00000	'CERFOR(2,1,2)'	0.60000	'DECW3'
100.00000	'CERFOR(2,1,3)'	0.30000	'FCFRAC(1,1)'
33.00000	'CERFOR(2,2,1)'	0.25000	'FCFRAC(2,1)'
765.00000	'CERFOR(2,2,2)'	0.18000	'FCFRAC(3,1)'
129.00000	'CERFOR(2,2,3)'	0.19000	'FCFRAC(4,1)'
180.00000	'CERFOR(2,3,1)'	0.08000	'FCFRAC(5,1)'
1366.00000	'CERFOR(2,3,2)'	0.30000	'FCFRAC(1,2)'
92.00000	'CERFOR(2,3,3)'	0.25000	'FCFRAC(2,2)'
300.00000	'CERFOR(2,4,1)'	0.18000	'FCFRAC(3,2)'
		0.19000	'FCFRAC(4,2)'
		0.08000	'FCFRAC(5,2)'
		0.40000	'TFRTCN(1)'

0.25000	'TFRTCW(2)'	0.00400	'WOODDR(5)'
0.36000	'TFRTCW(1)'	0.0008	'SNFXMX(2)'
0.30000	'TFRTCW(2)'	0.00000	'DEL13C'
0.07000	'LEAFDR(1)'	1.20000	'CO2IPR(2)'
0.06000	'LEAFDR(2)'	0.80000	'CO2ITR(2)'
0.05000	'LEAFDR(3)'	1.20000	'CO2ICE(2,1,1)'
0.05000	'LEAFDR(4)'	1.00000	'CO2ICE(2,1,2)'
0.05000	'LEAFDR(5)'	1.00000	'CO2ICE(2,1,3)'
0.04000	'LEAFDR(6)'	1.20000	'CO2ICE(2,2,1)'
0.08000	'LEAFDR(7)'	1.00000	'CO2ICE(2,2,2)'
0.10000	'LEAFDR(8)'	1.00000	'CO2ICE(2,2,3)'
0.18000	'LEAFDR(9)'	1.00000	'CO2IRS(2)'
0.11000	'LEAFDR(10)'	1.00000	'BASFC2'
0.13000	'LEAFDR(11)'	1.00000	'BASFC1'
0.09000	'LEAFDR(12)'	1.00000	'SITPOT'
0.00450	'BTOLAI'	13.5000	'MAXNP'
800.000	'KLAI'	0.00000	'KMRSP(2)'
-0.4000	'LAITOP'	0.00000	'FKMRSPMX(1)'
7.80000	'MAXLAI'	0.00000	'FKMRSPMX(2)'
1.00000	'MAXLDR'	0.00000	'FKMRSPMX(3)'
0.20000	'FORRTF(1)'	0.00000	'FKMRSPMX(4)'
0.00000	'FORRTF(2)'	0.00000	'FKMRSPMX(5)'
0.00000	'FORRTF(3)'	0.50000	'NO3PREF(2)'
1.00000	'SAPK'	6.00000	'TLAYPG'
0.00000	'SWOLD'	7.00000	'TMPLFF'
0.15000	'WDLIG(1)'	10.0000	'TMPLFS'
0.28000	'WDLIG(2)'		
0.35000	'WDLIG(3)'		
0.35000	'WDLIG(4)'		
0.35000	'WDLIG(5)'		
0.33000	'WOODDR(1)'		
0.06000	'WOODDR(2)'		
0.01000	'WOODDR(3)'		
0.00200	'WOODDR(4)'		

ANEXO B – SITE.100

ITA Luquillo-Itambe

*** Climate parameters

5.5231	'PRECIP(1)'
7.2416	'PRECIP(2)'
7.5115	'PRECIP(3)'

14.495	'PRECIP(4)'	21.7968	'TMN2M(2)'
17.560	'PRECIP(5)'	21.3871	'TMN2M(3)'
14.200	'PRECIP(6)'	20.2645	'TMN2M(4)'
19.797	'PRECIP(7)'	17.4355	'TMN2M(5)'
9.9213	'PRECIP(8)'	14.6548	'TMN2M(6)'
7.7719	'PRECIP(9)'	14.3742	'TMN2M(7)'
6.7953	'PRECIP(10)'	15.5532	'TMN2M(8)'
2.0098	'PRECIP(11)'	17.5048	'TMN2M(9)'
2.1552	'PRECIP(12)'	19.3032	'TMN2M(10)'
4.0972	'PRCSTD(1)'	20.2000	'TMN2M(11)'
4.0227	'PRCSTD(2)'	20.5855	'TMN2M(12)'
8.1330	'PRCSTD(3)'	32.3193	'TMX2M(1)'
5.1468	'PRCSTD(4)'	32.0935	'TMX2M(2)'
5.3337	'PRCSTD(5)'	32.3645	'TMX2M(3)'
11.104	'PRCSTD(6)'	31.3758	'TMX2M(4)'
7.6028	'PRCSTD(7)'	28.6065	'TMX2M(5)'
3.7500	'PRCSTD(8)'	26.5774	'TMX2M(6)'
4.5788	'PRCSTD(9)'	26.2419	'TMX2M(7)'
4.6714	'PRCSTD(10)'	27.5452	'TMX2M(8)'
1.4595	'PRCSTD(11)'	28.1629	'TMX2M(9)'
2.5868	'PRCSTD(12)'	30.5564	'TMX2M(10)'
2.3916	'PRCSKW(1)'	31.1323	'TMX2M(11)'
1.2485	'PRCSKW(2)'	30.7323	'TMX2M(12)'
1.8375	'PRCSKW(3)'	*** Site and control parameters	
1.0985	'PRCSKW(4)'	0.00000	'IVAUTO'
-0.5410	'PRCSKW(5)'	1.00000	'NELEM'
1.2473	'PRCSKW(6)'	-7.3000	'SITLAT'
-0.8498	'PRCSKW(7)'	-35.000	'SITLNG'
-0.2154	'PRCSKW(8)'	0.60000	'SAND'
0.0905	'PRCSKW(9)'	0.12000	'SILT'
-0.2136	'PRCSKW(10)'	0.28000	'CLAY'
1.9782	'PRCSKW(11)'	0.00000	'ROCK'
2.4648	'PRCSKW(12)'	1.30000	'BULKD'
21.6516	'TMN2M(1)'	7.00000	'NLAYER'

7.00000	'NLAYPG'	0.00850	'EPNFS(2)'
1.00000	'DRAIN'	0.00000	'SATMOS(1)'
0.20000	'BASEF'	0.00000	'SATMOS(2)'
0.80000	'STORMF'	0.00000	'SIRRI'
8.00000	'PRECRO'	*** Organic matter initial values	
0.15000	'FRACRO'	0.00001	'SOM1CI(1,1)'
1.00000	'SWFLAG'	0.00001	'SOM1CI(1,2)'
0.20000	'AWILT(1)'	0.00001	'SOM1CI(2,1)'
0.20000	'AWILT(2)'	0.00001	'SOM1CI(2,2)'
0.20000	'AWILT(3)'	0.00001	'SOM2CI(1)'
0.20000	'AWILT(4)'	0.00001	'SOM2CI(2)'
0.20000	'AWILT(5)'	0.00001	'SOM3CI(1)'
0.20000	'AWILT(6)'	0.00001	'SOM3CI(2)'
0.20000	'AWILT(7)'	0.00001	'RCES1(1,1)'
0.20000	'AWILT(8)'	0.00001	'RCES1(1,2)'
0.20000	'AWILT(9)'	0.00001	'RCES1(1,3)'
0.30000	'AWILT(10)'	0.00001	'RCES1(2,1)'
0.30000	'AFIEL(1)'	0.00001	'RCES1(2,2)'
0.30000	'AFIEL(2)'	0.00001	'RCES1(2,3)'
0.30000	'AFIEL(3)'	0.00001	'RCES2(1)'
0.30000	'AFIEL(4)'	0.00001	'RCES2(2)'
0.30000	'AFIEL(5)'	0.00001	'RCES2(3)'
0.30000	'AFIEL(6)'	0.00001	'RCES3(1)'
0.30000	'AFIEL(7)'	0.00001	'RCES3(2)'
0.30000	'AFIEL(8)'	0.00001	'RCES3(3)'
0.30000	'AFIEL(9)'	0.00001	'CLITTR(1,1)'
0.00000	'AFIEL(10)'	0.00001	'CLITTR(1,2)'
5.80000	'PH'	0.00001	'CLITTR(2,1)'
1.00000	'PSLSRB'	0.00001	'CLITTR(2,2)'
20.0000	'SORPMX'	0.00001	'RCELIT(1,1)'
*** External nutrient input parameters		0.00001	'RCELIT(1,2)'
0.05000	'EPNFA(1)'	0.00001	'RCELIT(1,3)'
0.00600	'EPNFA(2)'	0.00001	'RCELIT(2,1)'
30.0000	'EPNFS(1)'	0.00001	'RCELIT(2,2)'

0.00001	'RCELIT(2,3)'	0.00001	'FROOTE(1)'
0.00001	'AGLCIS(1)'	0.00001	'FROOTE(2)'
0.00001	'AGLCIS(2)'	0.00001	'FROOTE(3)'
0.00001	'AGLIVE(1)'	0.00001	'CRT CIS(1)'
0.00001	'AGLIVE(2)'	0.00001	'CRT CIS(2)'
0.00001	'AGLIVE(3)'	0.00001	'CROOTE(1)'
0.00001	'BGLCIS(1)'	0.00001	'CROOTE(2)'
0.00001	'BGLCIS(2)'	0.00001	'CROOTE(3)'
0.00001	'BGLIVE(1)'	0.00001	'WD1CIS(1)'
0.00001	'BGLIVE(2)'	0.00001	'WD1CIS(2)'
0.00001	'BGLIVE(3)'	0.00001	'WD2CIS(1)'
0.00001	'STDCIS(1)'	0.00001	'WD2CIS(2)'
0.00001	'STDCIS(2)'	0.00001	'WD3CIS(1)'
0.00001	'STDEDE(1)'	0.00001	'WD3CIS(2)'
0.00001	'STDEDE(2)'	*** Mineral initial parameters	
0.00001	'STDEDE(3)'	0.02000	'MINERL(1,1)'
*** Forest organic matter initial parameters		0.00000	'MINERL(2,1)'
0.00001	'RLVCIS(1)'	0.00800	'MINERL(3,1)'
0.00001	'RLVCIS(2)'	0.00400	'MINERL(4,1)'
0.00001	'RLEAVE(1)'	0.00900	'MINERL(5,1)'
0.00001	'RLEAVE(2)'	0.00000	'MINERL(6,1)'
0.00001	'RLEAVE(3)'	0.00000	'MINERL(7,1)'
0.00001	'FBRCIS(1)'	0.00000	'MINERL(8,1)'
0.00001	'FBRCIS(2)'	0.00000	'MINERL(9,1)'
0.00001	'FBR CHE(1)'	0.00000	'MINERL(10,1)'
0.00001	'FBR CHE(2)'	1.70000	'MINERL(1,2)'
0.00001	'FBR CHE(3)'	0.00000	'MINERL(2,2)'
0.00001	'RLWCIS(1)'	0.00000	'MINERL(3,2)'
0.00001	'RLWCIS(2)'	0.00000	'MINERL(4,2)'
0.00001	'RLWODE(1)'	0.00000	'MINERL(5,2)'
0.00001	'RLWODE(2)'	0.00000	'MINERL(6,2)'
0.00001	'RLWODE(3)'	0.00000	'MINERL(7,2)'
0.00001	'FRTCIS(1)'	0.00000	'MINERL(8,2)'
0.00001	'FRTCIS(2)'	0.00000	'MINERL(9,2)'

0.00000	'MINERL(10,2)'
1.00000	'MINERL(1,3)'
0.00000	'MINERL(2,3)'
0.00000	'MINERL(3,3)'
0.00000	'MINERL(4,3)'
0.00000	'MINERL(5,3)'
0.00000	'MINERL(6,3)'
0.00000	'MINERL(7,3)'
0.00000	'MINERL(8,3)'
0.00000	'MINERL(9,3)'
0.00000	'MINERL(10,3)'
0.00000	'PARENT(1)'
0.00000	'PARENT(2)'
0.00000	'PARENT(3)'
0.00000	'SECNDY(1)'
0.00000	'SECNDY(2)'
0.00000	'SECNDY(3)'
0.00000	'OCCLUD'
*** Water initial parameters	
0.00000	'RWCF(1)'
0.00000	'RWCF(2)'
0.00000	'RWCF(3)'
0.00000	'RWCF(4)'
0.00000	'RWCF(5)'
0.00000	'RWCF(6)'
0.00000	'RWCF(7)'
0.00000	'RWCF(8)'
0.00000	'RWCF(9)'
0.00000	'RWCF(10)'
0.00000	'SNLQ'
0.00000	'SNOW'

ANEXO C – CROP.100

BRAC Brachiaria decumbens experimento

0.34	'PRDX(1)'
30.0	'PPDF(1)'
45.0	'PPDF(2)'
1.0	'PPDF(3)'
2.5	'PPDF(4)'
1.0	'BIOFLG'
60.0	'BIOK5'
1.0	'PLTMRF'
100.0	'FULCAN'
1.0000	'FRTCINDX'
0.7	'FRTC(1)'
0.30	'FRTC(2)'
3.0	'FRTC(3)'
0.60000	'FRTC(4)'
0.40000	'FRTC(5)'
0.65000	'CFRTC(1)'
0.32000	'CFRTC(2)'
0.6500	'CFRTCW(1)'
0.3200	'CFRTCW(2)'
200.0	'BIOMAX'
20.0	'PRAMN(1,1)'
390.0	'PRAMN(2,1)'
340.0	'PRAMN(3,1)'
20.0	'PRAMN(1,2)'
390.0	'PRAMN(2,2)'
340.0	'PRAMN(3,2)'
50.0	'PRAMX(1,1)'
440.0	'PRAMX(2,1)'
440.0	'PRAMX(3,1)'
60.0	'PRAMX(1,2)'

440.0	'PRAMX(2,2)'	0.0	'CRPRTF(2)'
440.0	'PRAMX(3,2)'	0.0	'CRPRTF(3)'
50.0	'PRBMN(1,1)'	0.000	'SNFXMX(1)'
390.0	'PRBMN(2,1)'	-15.0	'DEL13C'
340.0	'PRBMN(3,1)'	1.0	'CO2IPR(1)'
0.0	'PRBMN(1,2)'	0.77	'CO2ITR(1)'
0.0	'PRBMN(2,2)'	1.0	'CO2ICE(1,1,1)'
0.0	'PRBMN(3,2)'	1.0	'CO2ICE(1,1,2)'
55.0	'PRBMX(1,1)'	1.0	'CO2ICE(1,1,3)'
420.0	'PRBMX(2,1)'	1.0	'CO2ICE(1,2,1)'
420.0	'PRBMX(3,1)'	1.0	'CO2ICE(1,2,2)'
0.0	'PRBMX(1,2)'	1.0	'CO2ICE(1,2,3)'
0.0	'PRBMX(2,2)'	1.0	'CO2IRS(1)'
0.0	'PRBMX(3,2)'	0.00000	'KMRSP(1)'
0.02	'FLIGNI(1,1)'	0.00000	'CKMRSPMX(1)'
0.0012	'FLIGNI(2,1)'	0.00000	'CKMRSPMX(2)'
0.26	'FLIGNI(1,2)'	0.25000	'NO3PREF(1)'
-0.0015	'FLIGNI(2,2)'	4.00000	'CLAYPG'
0.03	'HIMAX'	10.0000	'TMPGERM'
0.0	'HIWSF'	900.000	'DDBASE'
2.0	'HIMON(1)'	7.00000	'TMPKILL'
1.0	'HIMON(2)'	10.0000	'BASETEMP'
0.0	'EFRGRN(1)'	100.000	'MNDDHRV'
0.0	'EFRGRN(2)'	200.000	'MXDDHRV'
0.0	'EFRGRN(3)'		
0.15	'VLOSSP'	ANEXO D – FIX.100	
0.25	'FSDETH(1)'		
0.95	'FSDETH(2)'	X	Fixed_values
0.4	'FSDETH(3)'	15.00000	'ADEP(1)'
150.0	'FSDETH(4)'	15.00000	'ADEP(2)'
0.10	'FALLRT'	15.00000	'ADEP(3)'
0.10	'RDR'	15.00000	'ADEP(4)'
2.0	'RTDTMP'	30.00000	'ADEP(5)'
0.0	'CRPRTF(1)'		

30.00000	'ADEP(6)'	150.00000	'DAMRMN(3)'
30.00000	'ADEP(7)'	3.90000	'DEC1(1)'
30.00000	'ADEP(8)'	4.90000	'DEC1(2)'
0.00000	'ADEP(9)'	14.80000	'DEC2(1)'
0.00000	'ADEP(10)'	18.50000	'DEC2(2)'
-40.00000	'AGPPA'	6.00000	'DEC3(1)'
7.70000	'AGPPB'	7.30000	'DEC3(2)'
1.50000	'ANEREF(1)'	0.00500	'DEC4'
3.00000	'ANEREF(2)'	0.22000	'DEC5'
0.30000	'ANEREF(3)'	5.00000	'DECK5'
5.00000	'ANIMPT'	-4.00000	'DLIGDF'
0.80000	'AWTL(1)'	0.99900	'DRESP'
0.60000	'AWTL(2)'	0.20000	'EDEPTH'
0.40000	'AWTL(3)'	0.40000	'ELITST'
0.30000	'AWTL(4)'	2.00000	'ENRICH'
0.20000	'AWTL(5)'	0.90000	'FAVAIL(1)'
0.20000	'AWTL(6)'	0.50000	'FAVAIL(3)'
0.20000	'AWTL(7)'	0.20000	'FAVAIL(4)'
0.20000	'AWTL(8)'	0.40000	'FAVAIL(5)'
0.00000	'AWTL(9)'	2.00000	'FAVAIL(6)'
0.00000	'AWTL(10)'	0.20000	'FLEACH(1)'
100.00000	'BGPPA'	0.70000	'FLEACH(2)'
7.00000	'BGPPB'	1.00000	'FLEACH(3)'
350.00000	'CO2PPM(1)'	0.00000	'FLEACH(4)'
700.00000	'CO2PPM(2)'	0.10000	'FLEACH(5)'
0.00000	'CO2RMP'	0.80000	'FWLOSS(1)'
0.00000	'DAMR(1,1)'	0.80000	'FWLOSS(2)'
0.00000	'DAMR(1,2)'	0.65000	'FWLOSS(3)'
0.01000	'DAMR(1,3)'	0.80000	'FWLOSS(4)'
0.02000	'DAMR(2,1)'	-0.12500	'FXMCA'
0.02000	'DAMR(2,2)'	0.00500	'FXMCB'
0.04000	'DAMR(2,3)'	0.35000	'FXMXS'
15.00000	'DAMRMN(1)'	7.00000	'FXNPB'
150.00000	'DAMRMN(2)'	0.00000	'GREMB'

2.00000	'IDEF'	0.55000	'PMCO2(1)'
0.20000	'LHZF(1)'	0.55000	'PMCO2(2)'
0.40000	'LHZF(2)'	0.00000	'PMNSEC(1)'
0.80000	'LHZF(3)'	0.00000	'PMNSEC(2)'
18.00000	'MINLCH'	2.00000	'PMNSEC(3)'
0.00000	'NSNFIX'	0.00400	'PMNTMP'
4.00000	'NTSPM'	600.00000	'PMXBIO'
0.03000	'OMLECH(1)'	-0.00350	'PMXTMP'
0.12000	'OMLECH(2)'	0.00000	'PPARMN(1)'
60.00000	'OMLECH(3)'	0.00010	'PPARMN(2)'
0.60000	'P1CO2A(1)'	0.00050	'PPARMN(3)'
0.17000	'P1CO2A(2)'	0.00000	'PPRPTS(1)'
0.00000	'P1CO2B(1)'	1.00000	'PPRPTS(2)'
0.68000	'P1CO2B(2)'	0.80000	'PPRPTS(3)'
0.55000	'P2CO2'	0.45000	'PS1CO2(1)'
0.55000	'P3CO2'	0.55000	'PS1CO2(2)'
100.00000	'PABRES'	0.00300	'PS1S3(1)'
16.00000	'PCEMIC(1,1)'	0.03200	'PS1S3(2)'
200.00000	'PCEMIC(1,2)'	0.00300	'PS2S3(1)'
150.00000	'PCEMIC(1,3)'	0.00900	'PS2S3(2)'
10.00000	'PCEMIC(2,1)'	0.00000	'PSECMN(1)'
99.00000	'PCEMIC(2,2)'	0.00220	'PSECMN(2)'
50.00000	'PCEMIC(2,3)'	0.20000	'PSECMN(3)'
0.02000	'PCEMIC(3,1)'	0.00000	'PSECOC1'
0.00150	'PCEMIC(3,2)'	0.00000	'PSECOC2'
0.00150	'PCEMIC(3,3)'	12.00000	'RAD1P(1,1)'
0.25000	'PEFTXA'	3.00000	'RAD1P(2,1)'
0.75000	'PEFTXB'	5.00000	'RAD1P(3,1)'
6.00000	'PHESP(1)'	220.000000	'RAD1P(1,2)'
0.00080	'PHESP(2)'	5.00000	'RAD1P(2,2)'
7.60000	'PHESP(3)'	100.00000	'RAD1P(3,2)'
0.01500	'PHESP(4)'	220.000000	'RAD1P(1,3)'
3.00000	'PLIGST(1)'	5.00000	'RAD1P(2,3)'
3.00000	'PLIGST(2)'	100.00000	'RAD1P(3,3)'

200.00000	'RCESTR(1)'	12.00000	'VARAT2(2,1)'
500.00000	'RCESTR(2)'	2.00000	'VARAT2(3,1)'
500.00000	'RCESTR(3)'	400.00000	'VARAT2(1,2)'
0.01500	'RICTRL'	100.0000	'VARAT2(2,2)'
0.80000	'RIINT'	2.00000	'VARAT2(3,2)'
0.30000	'RSPLIG'	400.00000	'VARAT2(1,3)'
-1.00000	'SEED'	100.0000	'VARAT2(2,3)'
0.85000	'SPL(1)'	2.00000	'VARAT2(3,3)'
0.01300	'SPL(2)'	8.00000	'VARAT3(1,1)'
110.000	'STRMAX(1)'	6.00000	'VARAT3(2,1)'
110.000	'STRMAX(2)'	2.00000	'VARAT3(3,1)'
1.00000	'TEXEPP(1)'	200.00000	'VARAT3(1,2)'
0.70000	'TEXEPP(2)'	50.00000	'VARAT3(2,2)'
0.00010	'TEXEPP(3)'	2.00000	'VARAT3(3,2)'
0.00016	'TEXEPP(4)'	200.00000	'VARAT3(1,3)'
2.00000	'TEXEPP(5)'	50.00000	'VARAT3(2,3)'
1.00000	'TEXESP(1)'	2.00000	'VARAT3(3,3)'
0.00400	'TEXESP(3)'	0.02000	'VLOSSE'
15.4000	'TEFF(1)'	1.00000	'VLOSSG'
11.7500	'TEFF(2)'		
29.7000	'TEFF(3)'		
0.03100	'TEFF(4)'		
0.00000	'TMELT(1)'		
0.00200	'TMELT(2)'		
14.00000	'VARAT1(1,1)'		
3.00000	'VARAT1(2,1)'		
2.00000	'VARAT1(3,1)'		
150.0000	'VARAT1(1,2)'		
30.00000	'VARAT1(2,2)'		
2.00000	'VARAT1(3,2)'		
200.0000	'VARAT1(1,3)'		
50.00000	'VARAT1(2,3)'		
2.00000	'VARAT1(3,3)'		
20.00000	'VARAT2(1,1)'		

ANEXO E – AGENDAMENTO (.SCH)

Tratamento – N0

1900 Starting year

2010 Last year

itambe.100 Site file name

0 Labeling type

-1 Labeling year

-1.00 Microcosm

-1 CO2 Systems

-1 pH shift

-1 Soil warming

0	N input scalar option	3	10 FIRE
0	OMAD scalar option		FPH
0	Climate scalar option	3	10 HARV
1	Initial system		CANA2
BRAC	Initial crop	3	11 CROP
MAITA	Initial tree		CANEL
		3	11 FRST
Year Month Option		4	10 LAST
1	Block # Cana baixa produtividade	4	10 SENM
1976	Last year	4	10 FIRE
5	Repeats # years		FPH
1900	Output starting year	4	10 HARV
1	Output month		CANA2
1	Output interval	4	11 CROP
M	Weather choice		CANEL
1	3 CULT	4	11 FRST
C		5	10 LAST
1	4 CROP	5	10 SENM
CANEL		5	10 FIRE
1	4 PLTM		FPH
1	4 FRST	5	10 HARV
1	4 FERT		CANA2
CN6			-999 -999 X
2	9 LAST	2	Block # Periodo Sorghum bicolor
2	9 SENM	1980	Last year
2	9 FIRE	1	Repeats # years
FPH		1977	Output starting year
2	9 HARV	1	Output month
CANA2		1	Output interval
2	10 CROP	F	Weather choice
CANEL			itambe.wth
2	10 FRST	1	2 CULT
3	10 LAST	C	
3	10 SENM	1	4 CROP

SORG	1	Output interval
1 4 PLTM	C	Weather choice
1 4 FRST	1 1 CROP	
1 4 FERT	BRAC	
CN6	1 1 FRST	
1 8 HARV	1 4 GRAZ	
CANA1	GL	
-999 -999 X	1 8 GRAZ	
3 Block # Implantação da Brachiaria	GL	
decumbens	1 9 LAST	
1981 Last year	-999 -999 X	
1 Repeats # years	5 Block # Capim elefante	
1981 Output starting year	2007 Last year	
1 Output month	1 Repeats # years	
1 Output interval	2002 Output starting year	
C Weather choice	1 Output month	
1 1 CULT	1 Output interval	
C	C Weather choice	
1 1 CROP	1 1 CULT	
BRAC	C	
1 1 PLTM	1 1 CROP	
1 1 FRST	CE	
1 4 GRAZ	1 1 PLTM	
GL	1 1 FRST	
1 8 GRAZ	1 4 FERT	
GL	CN6	
1 9 LAST	1 4 GRAZ	
-999 -999 X	G1	
4 Block # Período Brachiaria	1 6 FERT	
decumbens	CN6	
2001 Last year	1 6 GRAZ	
1 Repeats # years	G1	
1982 Output starting year	1 8 FERT	
1 Output month	CN6	

1 8 GRAZ	BRAC
G1	1 1 FRST
1 11 LAST	1 4 GRAZ
1 11 SENM	G1
-999 -999 X	1 6 GRAZ
6 Block # Experimento Ano I	G1
2008 Last year	1 8 GRAZ
1 Repeats # years	G1
2008 Output starting year	1 9 LAST
1 Output month	-999 -999 X
1 Output interval	8 Block # Experimento Ano III
C Weather choice	2010 Last year
1 1 CULT	1 Repeats # years
C	2010 Output starting year
1 1 CROP	1 Output month
BRAC	1 Output interval
1 1 PLTM	C Weather choice
1 1 FRST	1 1 CROP
1 4 GRAZ	BRAC
G1	1 1 FRST
1 6 GRAZ	1 4 GRAZ
G1	G1
1 8 GRAZ	1 6 GRAZ
G1	G1
1 9 LAST	1 8 GRAZ
-999 -999 X	G1
7 Block # Experimento Ano II	1 9 LAST
2009 Last year	-999 -999 X
1 Repeats # years	G1
2009 Output starting year	1 6 GRAZ
1 Output month	G1
1 Output interval	1 8 GRAZ
C Weather choice	G1
1 1 CROP	1 9 LAST

-999 -999 X

ANEXO F – AGENDAMENTO (.SCH)

Tratamento – N150

1900 Starting year

2011 Last year

itambe.100 Site file name

0 Labeling type

-1 Labeling year

-1.00 Microcosm

-1 CO2 Systems

-1 pH shift

-1 Soil warming

0 N input scalar option

0 OMAD scalar option

0 Climate scalar option

1 Initial system

BRAC Initial crop

MAITA Initial tree

Year Month Option

1 Block # Cana baixa produtividade

1976 Last year

5 Repeats # years

1900 Output starting year

1 Output month

1 Output interval

M Weather choice

1 3 CULT

C

1 4 CROP

CANEL

1 4 PLTM

1 4 FRST

1 4 FERT

CN6

2 9 LAST

2 9 SENM

2 9 FIRE

FPH

2 9 HARV

CANA2

2 10 CROP

CANEL

2 10 FRST

3 10 LAST

3 10 SENM

3 10 FIRE

FPH

3 10 HARV

CANA2

3 11 CROP

CANEL

3 11 FRST

4 10 LAST

4 10 SENM

4 10 FIRE

FPH

4 10 HARV

CANA2

4 11 CROP

CANEL

4 11 FRST

5 10 LAST

5 10 SENM

5 10 FIRE	1 1 CROP
FPH	BRAC
5 10 HARV	1 1 PLTM
CANA2	1 1 FRST
-999 -999 X	1 3 GRAZ
2 Block # Período Sorghum bicolor	GL
1980 Last year	1 4 GRAZ
1 Repeats # years	GL
1977 Output starting year	1 5 GRAZ
1 Output month	GL
1 Output interval	1 6 GRAZ
F Weather choice	GL
itambe.wth	1 7 GRAZ
1 2 CULT	GL
C	1 8 GRAZ
1 4 CROP	GL
SORG	1 9 LAST
1 4 PLTM	-999 -999 X
1 4 FRST	4 Block # Período Brachiaria
1 4 FERT	decumbens
CN6	2001 Last year
1 8 HARV	1 Repeats # years
CANA1	1982 Output starting year
-999 -999 X	1 Output month
3 Block # Implantação da Brachiaria	1 Output interval
decumbens	C Weather choice
1981 Last year	1 1 CROP
1 Repeats # years	BRAC
1981 Output starting year	1 1 FRST
1 Output month	1 3 GRAZ
1 Output interval	GL
C Weather choice	1 4 GRAZ
1 1 CULT	GL
C	1 5 GRAZ

GL	1 6 FERT
1 6 GRAZ	CN6
GL	1 6 GRAZ
1 7 GRAZ	G1
GL	1 11 LAST
1 8 GRAZ	1 11 SENM
GL	-999 -999 X
1 9 LAST	6 Block # Experimento braquiaria
-999 -999 X	Ano I
5 Block # Capim elefante	2007 Last year
2006 Last year	1 Repeats # years
1 Repeats # years	2007 Output starting year
2002 Output starting year	1 Output month
1 Output month	1 Output interval
1 Output interval	C Weather choice
C Weather choice	1 1 CULT
1 1 CULT	C
C	1 1 CROP
1 1 CROP	BRAC
CE	1 1 PLTM
1 1 PLTM	1 1 FRST
1 1 FRST	1 3 FERT
1 1 FERT	N3
CN6	1 3 GRAZ
1 3 GRAZ	G1
G1	1 4 FERT
1 4 FERT	N3
CN6	1 4 GRAZ
1 4 GRAZ	G1
G1	1 5 FERT
1 5 FERT	N3
CN6	1 5 GRAZ
1 5 GRAZ	G1
G1	1 6 FERT

N3				N3			
1	6	GRAZ		1	6	GRAZ	
G1				G1			
1	7	FERT		1	7	FERT	
N3				N3			
1	7	GRAZ		1	7	GRAZ	
G1				G1			
1	12	LAST		1	12	LAST	
-999	-999	X		-999	-999	X	
7		Block #	Experimento braquiaria	8		Block #	Experimento braquiaria
Ano II				Ano III			
2008		Last year		2009		Last year	
1		Repeats #	years	1		Repeats #	years
2008		Output starting	year	2009		Output starting	year
1		Output month		1		Output month	
1		Output interval		1		Output interval	
C		Weather choice		C		Weather choice	
1	1	CROP		1	1	CROP	
BRAC				BRAC			
1	1	PLTM		1	1	PLTM	
1	1	FRST		1	1	FRST	
1	3	FERT		1	3	FERT	
N3				N3			
1	3	GRAZ		1	3	GRAZ	
G1				G1			
1	4	FERT		1	4	FERT	
N3				N3			
1	4	GRAZ		1	4	GRAZ	
G1				G1			
1	5	FERT		1	5	FERT	
N3				N3			
1	5	GRAZ		1	5	GRAZ	
G1				G1			
1	6	FERT		1	6	FERT	

N3		N3	
1 6 GRAZ		1 6 GRAZ	
G1		G1	
1 7 FERT		1 7 FERT	
N3		N3	
1 7 GRAZ		1 7 GRAZ	
G1		G1	
1 12 LAST		1 12 LAST	
-999 -999 X		-999 -999 X	
9 Block # Experimento braquiaria		10 Block # Experimento braquiaria	
Ano VI		Ano V	
2010 Last year		2011 Last year	
1 Repeats # years		1 Repeats # years	
2010 Output starting year		2011 Output starting year	
1 Output month		1 Output month	
1 Output interval		1 Output interval	
C Weather choice		C Weather choice	
1 1 CROP		1 1 CROP	
BRAC		BRAC	
1 1 PLTM		1 1 PLTM	
1 1 FRST		1 1 FRST	
1 3 FERT		1 3 FERT	
N3		N3	
1 3 GRAZ		1 3 GRAZ	
G1		G1	
1 4 FERT		1 4 FERT	
N3		N3	
1 4 GRAZ		1 4 GRAZ	
G1		G1	
1 5 FERT		1 5 FERT	
N3		N3	
1 5 GRAZ		1 5 GRAZ	
G1		G1	
1 6 FERT		1 6 FERT	

N3
1 6 GRAZ

G1
1 7 FERT

N3
1 7 GRAZ

G1
1 12 LAST

-999 -999 X

ANEXO G – AGENDAMENTO (.SCH)

Tratamento – N300

1900 Starting year

2011 Last year

itambe.100 Site file name

0 Labeling type

-1 Labeling year

-1.00 Microcosm

-1 CO2 Systems

-1 pH shift

-1 Soil warming

0 N input scalar option

0 OMAD scalar option

0 Climate scalar option

1 Initial system

BRAC Initial crop

MAITA Initial tree

Year Month Option

1 Block # Cana baixa produtividade

1976 Last year

5 Repeats # years

1900 Output starting year

1 Output month

1 Output interval

M Weather choice

1 3 CULT

C

1 4 CROP

CANEL

1 4 PLTM

1 4 FRST

1 4 FERT

CN6

2 9 LAST

2 9 SENM

2 9 FIRE

FPH

2 9 HARV

CANA2

2 10 CROP

CANEL

2 10 FRST

3 10 LAST

3 10 SENM

3 10 FIRE

FPH

3 10 HARV

CANA2

3 11 CROP

CANEL

3 11 FRST

4 10 LAST

4 10 SENM

4 10 FIRE	3	Block #	Implantação da Brachiaria
FPH			decumbens
4 10 HARV	1981		Last year
CANA2	1		Repeats # years
4 11 CROP	1981		Output starting year
CANEL	1		Output month
4 11 FRST	1		Output interval
5 10 LAST	C		Weather choice
5 10 SENM	1 1		CULT
5 10 FIRE	C		
FPH	1 1		CROP
5 10 HARV			BRAC
CANA2	1 1		PLTM
-999 -999 X	1 1		FRST
2	1 3		GRAZ
Block #			GL
Periodo Sorghum bicolor	1 4		GRAZ
Last year			GL
Repeats # years	1 5		GRAZ
Output starting year			GL
Output month	1 6		GRAZ
Output interval			GL
Weather choice	1 7		GRAZ
itambe.wth			GL
1 2 CULT	1 8		GRAZ
C			GL
1 4 CROP	1 9		LAST
SORG			-999 -999 X
1 4 PLTM	4		Block #
1 4 FRST			Periodo Brachiaria
1 4 FERT			decumbens
CN6	2001		Last year
1 8 HARV	1		Repeats # years
CANA1	1982		Output starting year
-999 -999 X	1		Output month

1	Output interval	1	3 GRAZ
C	Weather choice	G1	
1	1 CROP	1	4 FERT
BRAC		CN6	
1	1 FRST	1	4 GRAZ
1	3 GRAZ	G1	
GL		1	5 FERT
1	4 GRAZ	CN6	
GL		1	5 GRAZ
1	5 GRAZ	G1	
GL		1	6 FERT
1	6 GRAZ	CN6	
GL		1	6 GRAZ
1	7 GRAZ	G1	
GL		1	11 LAST
1	8 GRAZ	1	11 SENM
GL		-999	-999 X
1	9 LAST	6	Block # Experimento Ano I
-999	-999 X	2008	Last year
5	Block # Capim elefante	1	Repeats # years
2007	Last year	2008	Output starting year
1	Repeats # years	1	Output month
2002	Output starting year	1	Output interval
1	Output month	C	Weather choice
1	Output interval	1	1 CULT
C	Weather choice	C	
1	1 CULT	1	1 CROP
C		BRAC	
1	1 CROP	1	1 PLTM
CE		1	1 FRST
1	1 PLTM	1	3 FERT
1	1 FRST	CN6	
1	1 FERT	1	3 GRAZ
CN6		G1	

1 4 FERT
 CN6
 1 4 GRAZ
 G1
 1 5 FERT
 CN6
 1 5 GRAZ
 G1
 1 6 FERT
 CN6
 1 6 GRAZ
 G1
 1 7 FERT
 CN6
 1 7 GRAZ
 G1
 1 12 LAST
 -999 -999 X
 7 Block # Experimento Ano II
 2009 Last year
 1 Repeats # years
 2009 Output starting year
 1 Output month
 1 Output interval
 C Weather choice
 1 1 CROP
 BRAC
 1 1 PLTM
 1 1 FRST
 1 3 FERT
 CN6
 1 3 GRAZ
 G1
 1 4 FERT

CN6
 1 4 GRAZ
 G1
 1 5 FERT
 CN6
 1 5 GRAZ
 G1
 1 6 FERT
 CN6
 1 6 GRAZ
 G1
 1 7 FERT
 CN6
 1 7 GRAZ
 G1
 1 12 LAST
 -999 -999 X
 8 Block # Experimento Ano III
 2010 Last year
 1 Repeats # years
 2010 Output starting year
 1 Output month
 1 Output interval
 C Weather choice
 1 1 CROP
 BRAC
 1 1 PLTM
 1 1 FRST
 1 3 FERT
 CN6
 1 3 GRAZ
 G1
 1 4 FERT
 CN6

1	4 GRAZ	C	Weather choice
G1		1	1 CROP
1	5 FERT	BRAC	
CN6		1	1 PLTM
1	5 GRAZ	1	1 FRST
G1		1	3 FERT
1	6 FERT	CN6	
CN6		1	3 GRAZ
1	6 GRAZ	G1	
G1		1	4 FERT
1	7 FERT	CN6	
CN6		1	4 GRAZ
1	7 GRAZ	G1	
G1		1	5 FERT
1	12 LAST	CN6	
-999	-999 X	1	5 GRAZ
9	Block # Experimento Ano VI	G1	
2011	Last year	1	6 FERT
1	Repeats # years	CN6	
2011	Output starting year	1	6 GRAZ
1	Output month		
1	Output interval		