

FABIANNO CAVALCANTE DE CARVALHO

SISTEMA DE PRODUÇÃO AGROSSILVIPASTORIL PARA A REGIÃO
SEMI-ÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para
obtenção do título de "Doctor Scientiae".

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2003

FABIANNO CAVALCANTE DE CARVALHO

SISTEMA DE PRODUÇÃO AGROSSILVIPASTORIL PARA A REGIÃO
SEMI-ÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”.

APROVADA: 05 de agosto de 2003

Prof. João Ambrósio de Araújo Filho
(Conselheiro)

Prof. Laércio Couto
(Conselheiro)

Prof. Mário Fonseca Paulino

Prof. Odilon Gomes Pereira

Prof. Rasmão Garcia
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA) e ao colegiado do Curso de Zootecnia, pelo apoio e liberação para realização do curso de Pós-Graduação.

A Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade da realização do curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

A Embrapa Caprinos pelo apoio logístico ao trabalho.

Ao professor Rasmão Garcia, pela orientação, amizade e confiança.

Aos professores João Ambrósio de Araújo Filho, Laércio Couto, Júlio César Lima Neves, Mário Fonseca Paulino e Odilon Gomes Pereira pelas sugestões e conselhos.

Aos colegas de pós-graduação Américo Garcez, Carlos Maurício, Alexandre e Fernanda pela amizade.

Aos funcionários da Embrapa Caprinos José Airton Pereira, Francisco de Assis Cordeiro Silva e Valdécio Bezerra Fonsêca, pelo auxílio durante a coleta dos dados de campo e realização das análises laboratoriais.

Aos bolsistas de Iniciação Científica da UVA Allyssandro Herculano e Leonardo Assis Dutra, pela ajuda constante durante todo o trabalho.

A minha esposa Maria de Fátima Souza Albuquerque e meu filho João Vitor A. Cavalcante de Carvalho e meus familiares pelo apoio constante.

BIOGRAFIA

FABIANNO CAVALCANTE DE CARVALHO, filho de Paulo Maria Alves de Carvalho e Maria Ilva Cavalcante de Carvalho, nasceu em Iguatu, Ceará em 23 de setembro de 1964.

Concluiu o 1º grau no colégio Rui Barbosa em Iguatu, CE, em 1979 e o 2º grau em 1982 no colégio Santo Inácio em Fortaleza, CE.

Em agosto de 1983, ingressou no Curso de Agronomia da Universidade Federal do Ceará. Foi bolsista de Iniciação Científica do CNPq, no período de março de 1988 a fevereiro de 1990. Graduou-se em fevereiro de 1990. Bolsista de Aperfeiçoamento Tipo “B” do CNPq, na UFC de agosto de 1990 a março de 1991.

Em março de 1991, ingressou no Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal do Ceará, defendendo tese em fevereiro de 1994.

Em abril de 1994 foi aprovado por concurso público na Universidade Estadual Vale do Acaraú, para o Curso de Zootecnia. Foi bolsista de Desenvolvimento Científico Regional do CNPq, na Embrapa Caprinos de maio de 1994 a março de 1997.

Em abril de 1999, ingressou no Curso de Doutorado em Zootecnia (área de concentração em Forragicultura e Pastagens), na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em agosto de 2003.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO 1.....	4
DESEMPENHO PRODUTIVO DE OVINOS CRIoulos EM UM SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL, NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO.....	4
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
2.1. Localização do experimento.....	8
2.2. Área experimental.....	9
2.3. Descrição dos sistemas.....	10
2.3.1. Sistema de produção agrossilvipastoril.....	10
2.3.2. Sistema tradicional.....	11
2.4. Animais experimentais.....	11
2.5. Amostragens e medições das variáveis.....	13
2.6. Tratamento estatísticos dos dados.....	14

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	25
CAPÍTULO 2.....	27
PRODUÇÃO DE MILHO EM UM SISTEMA AGROPASTORIL, NA REGIÃO SEMI-ÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL.....	27
1. INTRODUÇÃO.....	27
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
2.1. Implantação do experimento.....	31
2.2. Descrição dos sistemas.....	33
2.2.1. Sistema de produção agropastoril.....	33
2.2.2. Sistema tradicional.....	34
2.2.3. Sistema piloto.....	35
2.3. Tratamento estatístico dos dados.....	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	45
CAPÍTULO 3.....	47
MANEJO <i>IN SITU</i> DO SABIÁ (<i>Mimosa caesalpinifolia</i> Benth.) PARA PRODUÇÃO SIMULTÂNEA DE MADEIRA E FORRAGEM, EM UM SISTEMA SILVIPASTORIL.....	47
1. INTRODUÇÃO.....	47
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	51
2.1. Implantação do experimento.....	51
2.2. Avaliações.....	52
2.3. Tratamento estatísticos dos dados.....	53
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	60
CONCLUSÕES.....	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
APÊNDICE.....	73

RESUMO

CARVALHO, Fabianno Cavalcante de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2003. **Sistema de produção agrossilvipastoril para a região semi-árida do Nordeste do Brasil**. Orientador: Rasmão Garcia. Conselheiros: João Ambrósio de Araújo Filho e Laércio Couto.

Foi realizado um estudo em um sistema de produção agrossilvipastoril, implantado há sete anos na Fazenda Crioula, pertencente a Embrapa Caprinos, localizada no município de Sobral, CE. Objetivou-se melhor compreender seu funcionamento, para aperfeiçoá-lo e ajustá-lo aos diferentes sítios ecológicos da região. Especificamente, objetivou-se: a) determinar o efeito do sistema de produção agrossilvipastoril sobre o desempenho produtivo de ovelhas Crioulas e de seus cordeiros; b) avaliar a sustentabilidade da produção de milho, em um sistema agropastoril, através da incorporação da folhagem da leucena, na forma de adubação verde; e c) o desenvolvimento de um sistema de manejo florestal sustentado do sabiá, em um sistema silvipastoril, para produção simultânea de madeira e forragem, bem como a redução da extensão do ciclo de produção de madeira *in situ*. Os resultados obtidos, até o momento, são bastante promissores com relação ao sistema tradicional utilizado na região. No caso da produção

pastoril, não há diferença no desempenho das matrizes e de seus cordeiros entre os sistemas estudados, mas quando são consideradas as produções por área o sistema agrossilvipastoril é cerca de 245% superior ao tradicional. A suplementação energético-protéica é indispensável, no período seco do ano e nas fases do ciclo reprodutivo em que a demanda por nutrientes se acentua, pois melhora os índices produtivos e reprodutivos dos animais. Em termos de produção agrícola, a eficiência do sistema agropastoril, avaliado como produção de grão de milho por área plantada, é 140% superior ao sistema piloto e 570% ao sistema tradicional. No sistema agropastoril, a ciclagem de carbono e nutrientes representa, juntamente com a adubação verde, as principais contribuições para o uso eficiente dos nutrientes e para a sustentabilidade da produção de milho. No manejo florestal, constata-se que o rebaixamento da copa e o manejo subsequente das rebrotações do sabiá permitem verticalizar a produção, contribuindo, desta forma, para o aumento da produção de madeira e forragem. O incremento na taxa de produção de madeira foi de cerca de 211% em relação ao sistema tradicional, bem como a idade de corte foi reduzida em oito anos. A adoção do sistema de produção agrossilvipastoril, por parte dos produtores, na região semi-árida do Nordeste brasileiro, pode contribuir para: viabilização ecológica, social e econômica da agricultura familiar; diminuição dos processos de degradação ambiental; melhoria da qualidade de vida da população e redução do êxodo rural.

ABSTRACT

CARVALHO, Fabianno Cavalcante de, D.S., Universidade Federal de Viçosa, August of 2003. **Agrosilvipastoral production system for the semi-arid region of Northeast of Brazil**. Adviser: Rasmô Garcia. Committee Members: João Ambrósio de Araújo Filho and Laércio Couto.

A research was carried out by using an agrosilvipastoral system which was established in 1996 in the Crioula Farm, owned by Embrapa Caprinos located in Sobral, CE. The general objective of the work was to get a better understanding of the system, its improvement and adjustment to different ecological sites of the region. The specific objectives were: a) to determine the effect of the agrosilvipastoral production system on the Crioula sheep yielding and their lambs; b) to evaluate the sustainability of corn production as part of an agropastoral system regarding the contribution of *Leucena* leaves decaying as green manure; and c) to develop a sustainable management of the Sabiá tree in a silvipastoral system regarding wood and forage production as well as the reduction the production cycle of wood *in situ*. The results have been encouraged when they are compared with traditional systems used in the region. Regarding total animal production there is not difference on sheep and lamb yielding, but when the

production per area is taken into account the agrosilvipastoral system is 245% higher than traditional systems. Energy-protein feed supply is needed on the dry season and on the reproductive stages in which animals demand higher level of nutrients to maintain their production and reproduction. In terms of agricultural production, the efficiency of the agropastoral system, appraised as production of corn grain for planted area, it is 140% superior to the pilot system and 570% to the traditional system. In the agropastoral system, the recycling of carbon and nutrients it represents, together with the green manuring, the main contributions for the efficient use of the nutrients and for the sustainability of the corn production. Regarding the forest management it was observed that the canopy lowering and the management of successive coppices of the Sabiá can produce new output profiles in the canopy which contribute to increase wood and forage production. The increment in the rate of wood production was about 211% in relation to the traditional system, as well as the trees cutting age was decreased on eight years. The adoption of the agrosilvipastoral production system by producers in the semi-arid of the northeastern Brazil can be important to: make viable the domestic agriculture in an ecological, social and economic sense; decrease the environmental degradation; improve the life quality of the population and decrease the rural migration.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção utilizados no semi-árido brasileiro apresentam baixa ou nenhuma sustentabilidade, devido ao uso de tecnologias quase sempre agressivas ao ecossistema e a falta de integração entre as diferentes atividades. Assim, a exploração pecuária é mista, predominando o superpastoreio; a agricultura é migratória predominando o policultivo, com o uso do desmatamento e das queimadas desordenados, cultivo por até dois anos e pousio para recomposição da vegetação nativa e da fertilidade do solo; e a exploração madeireira é realizada com o desmatamento total, predominando o corte raso não seletivo, sem reflorestamento ou manejo das rebrotações.

Em média, a produção por hectare e por ano situa-se, em torno de 8,0 a 10,0 kg de PV, 550 kg de grãos, e a taxa de incremento é de 3,0 a 5,0 st, para pecuária, agricultura e exploração madeireira, respectivamente. Desta forma, com baixos índices produtivos e o extrativismo predatório, já se observa uma degradação ambiental generalizada, baixa produtividade agrícola, pastoril e madeireira, perdas significativas na biodiversidade da flora e da fauna, queda da qualidade de vida da população e êxodo rural acentuado (ARAÚJO FILHO & CARVALHO, 1997; ARAÚJO FILHO & BARBOSA, 1999; ARAÚJO FILHO & CARVALHO, 2001).

Com base nos sistemas de produção atualmente utilizados, como também, no zoneamento agrícola da região é necessário, o desenvolvimento de sistemas de produção sustentáveis como alternativa aos atuais.

Uma das maneiras para se alcançar tais objetivos é a utilização de sistemas agroflorestais pecuários (SAF's pecuários) que, em comparação aos sistemas de produção convencionais, melhor utilizam os recursos naturais disponíveis, principalmente pela otimização do uso da energia solar através da multiestratificação diferenciada de espécies, reciclagem de nutrientes, manutenção da umidade do solo, proteção do solo contra a erosão e a lixiviação, o que resulta em sistemas potencialmente mais produtivos e sustentáveis (PEREIRA & RESENDE, 1997) permitindo maior diversificação da produção, com conseqüente diminuição dos riscos de perda da produção (VEIGA & SERRÃO, 1994). Por outro lado, os benefícios ecológicos, sociais e econômicos gerados pelos SAF's pecuários têm resultado em grande interesse no estabelecimento e desenvolvimento destes sistemas, por parte de pequenos e grandes produtores, no Brasil e no mundo (GARCIA & COUTO, 1997).

Os sistemas de produção agroflorestais foram desenvolvidos em resposta às pressões por produção de alimentos, tanto para a população humana, como para os rebanhos e integram a exploração de espécies lenhosas perenes associadas às culturas e à pastagem a fim de garantir a estabilidade e elevar a produtividade da terra, diversificar a produção, melhorar a fertilidade do solo e aumentar a oferta de forragem (SINGH, 1990). Nesses sistemas que estão sendo avaliados e propostos como alternativas ecologicamente sustentáveis de exploração das regiões tropicais (ALTIERI, 1995), o uso de espécies arbóreas constitui a garantia de manter ativa a circulação de nutrientes e o aporte significativo de matéria orgânica, condição essencial para se cultivar de maneira continuada os solos tropicais (BURGUER et al., 1986).

Neste sentido, na região Nordeste do Brasil, existem diferentes formas e arranjos espaciais e temporais sendo utilizadas: essências florestais com culturas agrícolas (BRIENZA JÚNIOR et al., 1983); arbóreas com forrageiras herbáceas (ARAÚJO FILHO, 1980; ABEAS, 1988); árvores frutíferas com milho (DEL AMÓ &

RAMOS, 1993) e cultivo em aléias (CARVALHO FILHO et al., 1994). O objetivo principal é melhorar quantitativa e qualitativamente a oferta de forragem durante todo o ano e, conseqüentemente, o desempenho sustentado da pecuária (RIBASKI, 1994; ARAÚJO FILHO & CARVALHO, 2001). Em muitas propriedades, o plantio de espécies arbóreas e arbustivas é feito com finalidades frutíferas, forrageiras, ornamentais, melíferas ou medicinais e, raramente, como madeireira (VIRGÍNIO, 1994). Outro fato relevante é o manejo das rebrotações de árvores e arbustos nativos de usos múltiplos (madeira, forragem, fixação de nitrogênio, etc.) que podem contribuir, também, para o aumento da produção de madeira, energia e alimento (ARAÚJO FILHO & CARVALHO, 2001).

Em se tratando de regiões semi-áridas, os SAF's que utilizam o componente animal (silvipastoris, agropastoris e agrossilvipastoris) parecem ser os mais adequados, pois combinam a agricultura e a exploração de madeira com a pecuária, principal vocação da região (ARAÚJO FILHO & CARVALHO, 2001).

O desenvolvimento de SAF's pecuários sustentáveis depende do nível de conhecimento das interações existentes entre seus componentes (NAIR, 1993; PEREIRA & RESENDE, 1997) e das condições ambientais, sociais e econômicas da região, pois os processos que ocorrem no ecossistema são dinâmicos, se modificando com o tempo. Deste modo, os sistemas desenvolvidos para a região semi-árida, dadas as suas características, devem buscar: a fixação da agricultura, com a eliminação das queimadas e do desmatamento e com o aporte de matéria orgânica; a adequação do manejo pastoril, através do ajuste da taxa de lotação, melhoramento e manejo da vegetação nativa; a racionalização da extração de madeira, por meio do corte seletivo e manejo das rebrotações e a redistribuição dos nutrientes no agroecossistema.

Neste trabalho, foi realizado um estudo de um sistema de produção agroflorestal pecuário desenvolvido para a região semi-árida do Nordeste do Brasil, objetivando-se melhor compreender seu funcionamento, para aperfeiçoá-lo e ajustá-lo aos diferentes sítios ecológicos da região. A adoção desse sistema, por parte dos produtores, poderá aumentar a produção e a sustentabilidade e, conseqüentemente, melhorar as condições sociais e econômicas nesta região.

CAPÍTULO 1

DESEMPENHO PRODUTIVO DE OVINOS CRIoulos EM UM SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL, NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

1. INTRODUÇÃO

A ovinocultura, na região semi-árida do Nordeste brasileiro, é uma atividade de relevância, principalmente para as populações rurais e urbanas de baixa renda. Sua importância é mais no sentido social, do que no quantitativo, por ser uma fonte primordial de proteína de origem animal.

A criação de ovinos é extensiva e sua exploração é realizada com base nos pastos nativos, na maioria das vezes, superpastejados e em estádios adiantados de degradação. A oferta de forragem é boa durante a estação chuvosa, mas a capacidade de suporte é baixa. Em consequência, os índices produtivos e reprodutivos são baixos. Com isso, a mortalidade dos cordeiros é elevada; a idade à primeira parição das fêmeas e a idade ao abate dos machos são retardados; o rendimento e a qualidade da carcaça estão aquém do esperado

para as raças ovinas de corte e a oferta de animais para o mercado não mantém uma constância adequada. No aspecto reprodutivo, a monta não é controlada, com a maioria dos partos ocorrendo no período seco, sob extrema limitação alimentar, com conseqüências drásticas sobre o desempenho das matrizes e dos cordeiros.

Diante deste quadro, é necessário o desenvolvimento de modelos de sistemas de produção que sejam compatíveis com as características ecológicas da região e, que possam viabilizar, potencialmente, a criação de ovinos. A integração das atividades (agrícolas, pecuárias e silviculturais), em um sistema agroflorestal pecuário, utiliza melhor os recursos disponíveis, trazendo benefícios imediatos em termos de redução dos efeitos da estacionalidade da produção, pois aumenta a densidade e circula os nutrientes entre as áreas, através do animal.

O manejo alimentar é um dos fatores mais preponderantes no desempenho produtivo e reprodutivo dos ovinos (MUKASA-MUGERVA et al., 1994; SUPRIVAT et al., 1995; ÁVILA & OSÓRIO, 1996; SEGURA et al., 1996; BARROS & SIMPLÍCIO, 2001). Nas criações extensivas, onde, muitas vezes, as condições de alimentação são limitantes e a monta não é controlada, os nascimentos dos cordeiros tendem a se concentrar no início da estação seca (HAUMESSER & GERBALDI, 1980; ROMBAUT, 1980; ABASSA et al., 1992), impondo perdas significativas ao desempenho das matrizes e dos cordeiros.

No criatório nordestino, as fases de cria e recria dos ovinos, constituem uma única operação. A fase de cria diz respeito à produção de animais jovens e à manutenção das matrizes. Esta fase é a mais onerosa em termos de demandas na qualidade da forragem, pois energia sempre foi um problema, em função dos elevados requerimentos das fêmeas no período de gestação e lactação, mesmo na estação chuvosa (ARAÚJO FILHO et al., 1999).

A produtividade na exploração ovina pode ser incrementada pelo aumento da prolificidade, que pode ser obtida pela elevação do número de partos por ano, pelo incremento do número de cordeiros desmamados por ovelha parida ou pela combinação das duas técnicas. Essas opções podem ser conseguidas na região

Nordeste, desde que haja suplementação nos períodos críticos do ano, pois as ovelhas deslanadas criadas na região são poliéstricas contínuas.

Ovelhas SRD (sem raça definida) criadas em caatinga nativa, sem suplementação alimentar e sob o regime de monta contínua, apresentaram partos em todos os meses do ano, com intervalo entre partos de 255,2 dias, prolificidade de 1,3 cordeiro por matriz, peso ao nascer para os cordeiros de parto simples de 2,9 kg e os de parto duplo 2,3 kg, taxa de mortalidade, na primeira quinzena após o nascimento, de 9% (SIMPLÍCIO et al., 1980).

CHONG et al. (1991) avaliaram o desempenho de cordeiros cruzados Dorset x Malin em um sistema silvipastoril com seringueira, na Malásia. O peso vivo dos cordeiros, à desmama, variou de 12,0 a 14,0 kg. Após à desmama, os cordeiros tinham acesso ao pasto por seis horas diariamente e recebiam uma suplementação com 100,0 g cab⁻¹ dia⁻¹ de torta de semente de palmeira. A produção por animal foi reduzida de 106,0 para 84,0 g dia⁻¹ com o aumento da taxa de lotação de 4,0 para 14,0 cordeiros ha⁻¹. Por outro lado a produção animal aumentou de 155,0 para 429,0 kg de PV ha⁻¹ ano⁻¹, nas mesmas taxas de lotação.

O desempenho produtivo de ovinos Crioulos foi avaliado sob quatro níveis de manipulação da caatinga: caatinga raleada (CR); caatinga raleada e adubada com 100,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (CRA); caatinga enriquecida com capim-gramão (CRG) e caatinga enriquecida com capim-gramão e adubada com 100,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (CRGA) (ARAÚJO FILHO et al., 1998). A suplementação dos animais foi realizada através do acesso ao banco de proteína com leucena ou pelo fornecimento de feno desta no cocho. As fêmeas pesaram em média 30,5 e 34,1 kg ao pós-parto e 31,4 e 32,9 kg à desmama, respectivamente, para não suplementadas e suplementadas. A fertilidade ao parto foi de 79% para as matrizes não suplementadas e 83% para as suplementadas. A produção de cordeiro desmamado foi de 9,2 kg matriz⁻¹ ano⁻¹, sem efeito dos tratamentos. Os pesos médios ao nascer (2,4 kg), à desmama (12,7 kg), a taxa de mortalidade (12%) e o ganho de peso diário do nascimento à desmama (147,3 g), também não foram influenciados pelos níveis de manipulação. No entanto, as produções de cordeiros desmamados variaram, substancialmente, entre os níveis de manipulação com

17,2 para o CR; 28,7 para o CRA; 45,8 para o CRG e 104,9 kg de PV ha⁻¹ ano⁻¹ para o CRGA, indicando que os níveis não diferiram em relação ao peso das matrizes. No entanto, a suplementação, em banco de proteína, afetou o desempenho ponderal ao longo do ciclo reprodutivo.

FONTELES (2003) determinou os efeitos da suplementação alimentar (200,0 g de milho desintegrado com palha e sabugo e 300,0 g de feno de leucena) na estação seca e do sistema de acasalamento sobre o desempenho produtivo de ovelhas Crioulas, em caatinga manipulada, sob pastejo em lotação rotacionada. As matrizes pesaram em média ao pós-parto 31,1 e 34,4 kg e à desmama 31,0 e 34,2 kg; a fertilidade ao parto foi de 62 e 82%; a prolificidade de 1,1 e 1,8; o peso ao nascer dos cordeiros de 2,7 e 3,0 kg e à desmama de 10,1 e 11,3 kg; a taxa de mortalidade do nascimento à desmama de 13 e 3%; o ganho de peso médio diário de 100,4 e 118,5 g e a produção de cordeiro desmamado de 35,2 e 56,5 kg de PV ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente, para monta não controlada sem suplementação e monta controlada a cada oito meses com suplementação. O autor constatou que a suplementação proporcionou melhor distribuição dos partos ao longo do ano, no sistema de monta contínua e melhor planejamento da oferta de animais para o mercado, no sistema de monta controlada a cada oito meses.

A produção de cordeiros de três genótipos (Corriedale - COR, Texel x Merino Australiano - TMA, Ile de France x Merino Australiano - IMA) foi avaliada em um sistema agropastoril, na Patagônia Argentina. A fertilidade ao parto foi de 89, 94 e 96% e a prolificidade de 1,3, 1,5 e 1,6 cordeiro matriz⁻¹ para COR, TMA e IMA, respectivamente. A taxa de mortalidade dos cordeiros foi de 12, 15 e 8%, o peso vivo dos cordeiros à desmama de 35,0, 43,7 e 45,9 kg e a produção de cordeiros desmamados de 16,4, 20,2 e 19,4 kg de PV ha⁻¹ ano⁻¹ para COR, TMA e IMA, respectivamente (MIÑÓN et al., 2001).

Objetivou-se neste trabalho determinar o efeito do sistema de produção agrossilvipastoril sobre o desempenho produtivo de ovelhas Crioulas e de seus cordeiros, na região semi-árida do Nordeste brasileiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização do experimento

O estudo foi realizado na Fazenda Crioula, base física da Embrapa Caprinos, localizada no município de Sobral, Ceará, zona fisiográfica do Sertão Cearense, a 3°42' de latitude Sul, 40°21' de longitude Oeste, altitude de 83 m, no período de 1999 a 2001.

A região possui clima tipo BShw', megatérmico, seco, em que a estação chuvosa (janeiro a junho) apresenta precipitação média de 888,9 mm, correspondendo a 92,6% do total médio anual. A média anual das temperaturas máxima, média e mínima está em torno de 33,3, 26,6 e 22,0°C, respectivamente, e a média anual da umidade relativa do ar é de 67,9% (Figura 1). Durante a execução do trabalho, a precipitação anual média alcançou os totais de 1.224,9 mm em 1999; 1.049,2 mm em 2000; e 1.002,5 mm em 2001. A temperatura e a umidade relativa não variaram muito ao longo do experimento tendo distribuições mensais bastante semelhante às médias históricas.

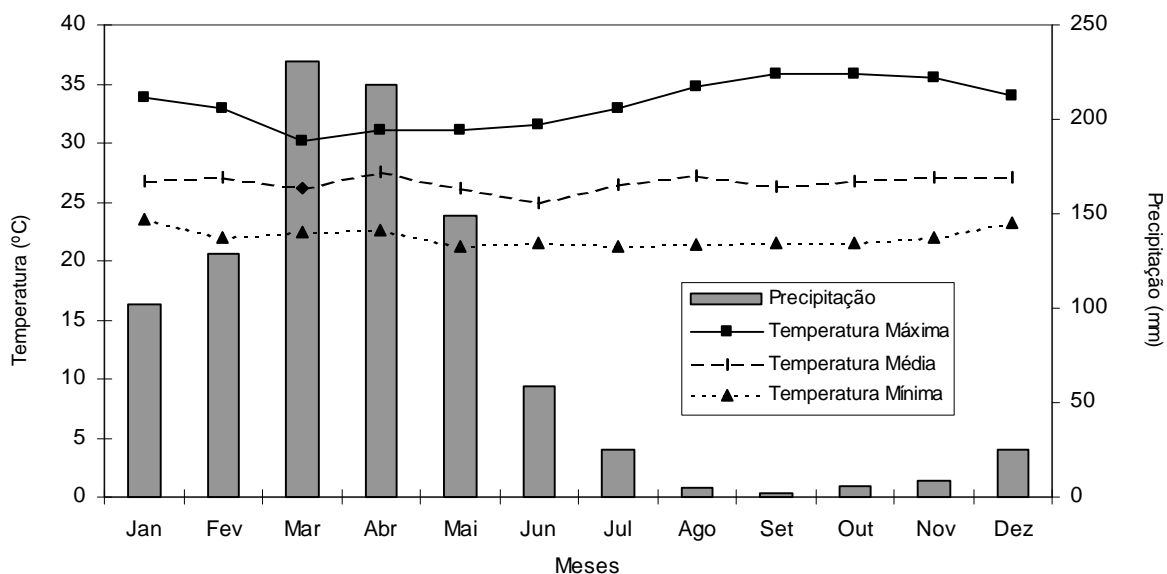


Figura 1 – Média histórica (1961/90) da precipitação pluviométrica (mm) e das temperaturas (°C) máxima, média e mínima na região de Sobral, Ceará.

Fonte: FUNCEME (2001)

2.2. Área experimental

A área experimental foi constituída de 16,0 ha do sistema de produção agrossilvipastoril e 8,0 ha do sistema tradicional, totalizando 24,0 ha.

O relevo da área apresenta três tipos de dominância: plano, suave ondulado e ondulado. O plano é característico das áreas mais baixas com predominância de planossolos. Os relevos suave ondulado e ondulado podem apresentar-se isolados ou combinados caracterizando-se por elevações de topos achatados, ou, mais comumente arredondados, com pendentes, curtas e médias, geralmente convexas e às vezes retas. Suas declividades variam de 3,0% a 5,0% para o relevo suave ondulado e de 9,0% a 15,0% para os ondulados (RAMOS & MARINHO, 1980). Nas áreas de relevo suave ondulado predominam os solos litólicos, os brunos não cálcicos e cambissolos e no relevo ondulado os litólicos.

A vegetação era do tipo caatinga hiperxerófila, em estágio de sucessão arbóreo-arbustivo. As espécies lenhosas com maior ocorrência na área são: pau-branco (*Auxemma oncocalyx* Taub.), mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.), marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), catingueira (*Caesalpinia bracteosa* Tul.), jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Wild.) Poir.), frei jorge (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham.) entre outras. Dentre as espécies herbáceas destacaram-se o bamburral (*Hyptis suaveolens* Polt.), vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata* L.), marianinha (*Commelina benghalensis* L.), ervanço (*Alternanthera tenella* Colla.), capim-milhã-branca (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.), capim-de-roça (*Digitaria* sp.), capim-barba-de-bode (*Cyperus compressus* L.), entre outras.

2.3. Descrição dos sistemas

2.3.1. Sistema de produção agrossilvipastoril

Os 16,0 ha do sistema foram divididos em três áreas; a) 3,2 ha submetidos à exploração agrícola b) 9,6 ha destinados à atividade pastoril e c) 3,2 ha de área silvicultural.

Na área pastoril foi realizado um raleamento-rebaixamento da vegetação lenhosa, no início do trabalho, em 1997, preservando-se uma cobertura pela projeção da copa das espécies lenhosas de, aproximadamente, 36%. O processo constou do controle das espécies lenhosas indesejáveis, rebaixamento da copa das espécies arbustivo-arbóreas de valor forrageiro e a preservação de cerca de 550 árvores ha⁻¹. Anualmente, foi realizada a manutenção da área através do corte da parte aérea das rebrotações das espécies lenhosas.

Na área agrícola foi realizado o mesmo processo, preservando-se uma cobertura pela projeção da copa das espécies lenhosas de 23% e a conservação de, aproximadamente, 153 árvores ha⁻¹. Nesta área foi adotado o cultivo em faixa (*Alley cropping*), formando a leucena (*Leucaena leucocephala*

(Lam.) de Wit.) e leguminosas nativas as faixas com espaçamento de 0,5 m entre plantas, separadas por ruas de 3,0 m, onde foi plantado a cultura de milho (*Zea mays* L.) variedade local. Esta área foi utilizada, estrategicamente, para suplementação dos animais no período seco do ano, quer na forma de feno ou como banco de proteína.

Na área silvicultural foi realizado o corte seletivo do sabiá com o manejo subsequente de suas rebrotações, a qual foi mantida como área de reserva para ser utilizada pelos animais no período chuvoso.

2.3.2. Sistema tradicional

O sistema ocupava uma área de 8,0 ha que foi submetida às práticas de agricultura migratória. Anualmente, uma área de um hectare de caatinga nativa era derrubada, queimada e cultivada, por um período de até dois anos, com milho.

Após o período de utilização da área agrícola esta era abandonada, tornando-se capoeira, sendo utilizada pelos animais durante todo o ano. O restante da área era composta por uma vegetação lenhosa em estágio de sucessão secundária arbóreo-arbustivo, sem nenhuma manipulação. Esta área, também, foi utilizada pelos animais, estrategicamente, no período chuvoso.

2.4. Animais experimentais

Foram utilizadas 60 matrizes ovinas Crioulas, com idade média de três anos, e dois reprodutores da raça Santa Inês, assim distribuídos: 50 matrizes e um reprodutor no sistema agrossilvipastoril e 10 matrizes e um reprodutor no tradicional. A taxa de lotação média, no período experimental, foi de 3,1 e 1,2 matriz $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$, para os sistemas agrossilvipastoril e tradicional, respectivamente. Todos os animais foram identificados individualmente, através de brincos plásticos numerados e afixados nas orelhas.

O manejo dos animais, no sistema agrossilvipastoril, obedeceu aos seguintes critérios: no período chuvoso, as áreas pastoris e silviculturais constituíram os piquetes de manutenção dos animais e no período seco a área agrícola era utilizada como banco de proteína. No período seco os animais foram suplementados, diariamente, com 300,0 g cab⁻¹ dia⁻¹ de feno de leucena e 200,0 g cab⁻¹ dia⁻¹ de milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS), disponibilizado à tarde ou pelo acesso ao banco de proteína por um período, aproximado, de uma hora pela manhã. Além disso, os animais receberam os restolhos de milho desintegrado da área agrícola, no cocho.

No sistema tradicional, durante o período chuvoso, os animais foram mantidos nas áreas de capoeira ou na mata nativa e durante o período seco utilizavam a área agrícola. Os restolhos culturais da área agrícola foram colhidos, desintegrados e oferecidos no cocho aos animais.

Os dois sistemas eram dotados de aprisco de chão batido, onde os animais pernoitavam, protegiam-se do calor excessivo e da chuva e tinham livre acesso à água e sal mineral. A limpeza dos apriscos foi diária no período chuvoso e semanal no seco. Todos os animais, independentemente dos sistemas de produção, receberam mistura mineral “ad libitum” com o consumo monitorado semanalmente; tratamentos sanitários de rotina, como vermifugações e controle de endo e ectoparasitos.

No sistema agrossilvipastoril, o regime de acasalamento foi o de monta controlada a cada oito meses, com estação de monta de 45 dias. Foram utilizados rufiões com marcadores para identificação das fêmeas em cio. As matrizes foram pesadas à época da parição e por ocasião da desmama. No sistema tradicional, as ovelhas foram deixadas, durante o ano inteiro, com os reprodutores, em regime de monta não controlada.

Após o nascimento dos cordeiros foi realizado o corte do cordão umbilical, amarrando-o com cordão a, aproximadamente, três centímetros do abdome, efetuando-se em seguida a desinfecção com tintura de iodo a 10%. Em seguida, os cordeiros foram identificados individualmente, através de brincos plásticos numerados e afixados nas orelhas, pesados, permanecendo junto com as mães

no aprisco, por um período 48 horas. Após esse período a mãe tinha livre acesso ao pasto, mas o cordeiro só passou a acompanhá-la quando conseguiu saltar um obstáculo de 50,0 cm, colocado na porteira de acesso aos piquetes. À desmama ocorreu aos 72 dias, quando os cordeiros foram retirados das áreas.

2.5. Amostragens e medições das variáveis

Foram monitorados, com relação às matrizes, nos dois sistemas, os pesos ao pós-parto (PP) e à desmama (DES), fertilidade ao parto (fêmeas paridas x fêmeas acasaladas⁻¹ x 100), prolificidade (cordeiros nascidos x fêmeas paridas⁻¹), distribuição estacional dos partos (no caso das fêmeas sob o regime de monta contínua). A prolificidade foi obtida multiplicando-se o valor obtido na estação úmida por dois, somado ao observado no período seco, dividindo-se o resultado por dois. Adotou-se tal procedimento porque foram observados três partos nos dois anos de execução do trabalho, sendo dois na estação úmida e um na estação seca.

Com relação aos cordeiros, foram monitorados os peso ao nascer e à desmama, ganho de peso diário e por hectare, produção de cordeiro desmamado por hectare e por matriz por ano e a taxa de mortalidade.

Anualmente, foram realizadas quatro avaliações da disponibilidade de fitomassa de pé e uma de densidade e cobertura das espécies lenhosas. As amostragens da disponibilidade foram realizadas em março (meio da estação chuvosa), junho (final da estação chuvosa), setembro (meio da estação seca) e dezembro (final da estação seca). A densidade e a cobertura das lenhosas foram realizadas no meio da estação chuvosa. A disponibilidade da fitomassa de pé foi compartimentalizada em fitomassa das herbáceas (gramíneas e dicotiledôneas herbáceas), fitomassa das lenhosas (árvores e arbustos) composta de folhas e ramos herbáceos de plantas lenhosas ao alcance dos animais.

A disponibilidade da fitomassa herbácea foi medida a partir de uma unidade amostral, representada por uma moldura de ferro chato de 1,00 x 0,25 m (ARAÚJO FILHO, et., 1986). Em cada área experimental foram tomadas 20

amostras, para a produção dos componentes do estrato herbáceo, as quais foram inteiramente casualizadas, em transectos traçados seguindo o sentido Norte, Sul, Leste e Oeste do ponto central da área. Os componentes foram separados em gramíneas e dicotiledôneas herbáceas, cortadas rente ao solo, colocados em sacos plásticos e pesados. Ao final de cada coleta, uma amostra composta para cada grupo de espécies, para todas as áreas, foi seca em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C, por 48 horas, determinando-se a seguir o peso do material pré-seco.

A densidade e a cobertura das plantas lenhosas foi determinada pelo método Point Quarter Technique (COX, 1970). A disponibilidade da fitomassa das lenhosas foi realizada para cada planta, computando toda a folhagem e ramos herbáceos a uma altura de 1,6 m. A quantificação foi obtida pelo peso da folhagem de uma rebrotação, multiplicada pelo número total de rebrotações. Uma amostra para cada espécie e área experimental foi levada à estufa de circulação forçada de ar, para a obtenção do peso do material pré-seco, conforme descrito anteriormente.

2.6. Tratamento estatístico dos dados

Para as matrizes, as características de peso ao pós-parto e à desmama foram analisadas usando-se o procedimento GLM (General Linear Models) do SAS (Statistical Analysis System) (LITTELL et al., 1991), por meio do seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + SP_i + A_j + (SPA)_{ij} + E_k + E(A)_{jk} + e_{ijkl}, \text{ em que:}$$

Y_{ijkl} = Valor referente ao i-ésimo sistema de produção no j-ésimo ano na k-ésima estação no l-ésimo erro.

μ = média geral.

SP_i = Efeito do i-ésimo sistema de produção, com $i = 1$ e 2 .

A_j = Efeito do j-ésimo ano com $j = 1$ e 2

E_k = Efeito k-ésima estação, com $k = 1$ e 2 .

$(SP \times A)_{ij}$ = Interação do i-ésimo sistema de produção com o j-ésimo ano.

$E(A)_{jk}$ = Interação da k-ésima estação dentro do j-ésimo ano.

e = erro aleatório associado a cada observação.

Para os cordeiros foi o utilizado o mesmo procedimento das matrizes, mas para as características de peso ao nascer e à desmama, por meio do seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijklm} = \mu + SP_i + A_j + (SPA)_{ij} + E_k + E(A)_{jk} + S_l + e_{ijklm}, \text{ em que:}$$

Y_{ijkl} = Valor referente ao i-ésimo sistema de produção no j-ésimo ano na k-ésima estação no l-ésimo sexo no m-ésimo erro.

μ = média geral.

SP_i = Efeito do i-ésimo sistema de produção, com $i = 1$ e 2 .

A_j = Efeito do j-ésimo ano com $j = 1$ e 2

E_k = Efeito k-ésima estação, com $k = 1$ e 2 .

S_l = Efeito do l-ésimo sexo, com $l = 1$ e 2 .

$(SP \times A)_{ij}$ = Interação do i-ésimo sistema de produção com o j-ésimo ano.

$E(A)_{jk}$ = Interação da k-ésima estação dentro do j-ésimo ano.

e = erro aleatório associado a cada observação.

As médias dos quadrados mínimos foram comparadas utilizando-se o Teste t, em nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A disponibilidade, a composição da fitomassa total e a composição botânica da fitomassa de pé estão no Quadro 1. A fitomassa de pé, que constitui a maior parte da disponibilidade de forragem, foi semelhante nos sistemas agrossilvipastoril e tradicional, com valores próximos a $464,0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Apenas variaram os percentuais de sua composição botânica. Em ambos os sistemas, o restolho lenhoso sempre apresentou valores elevados, superiores a $2000,0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. A disponibilidade de fitomassa total foi de $3111,0$ e $2565,7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, para os sistemas agrossilvipastoril e tradicional, respectivamente. As tendências de variação foram semelhantes às apresentadas pelo restolho, seu principal componente.

A densidade das espécies arbustivo-arbóreas no sistema agrossilvipastoril foi de 208, 623 e 2962 árvores ha^{-1} nas áreas agrícola, pastoril e silvicultural, respectivamente. Já no sistema tradicional, a densidade foi de 0, 2502 e 3908 árvores ha^{-1} nas áreas agrícola, capoeira e mata, respectivamente. A cobertura do solo pela projeção da copa das espécies lenhosas foi de 38, 66 e 94%, no sistema agrossilvipastoril e 0, 47 e 98%, no sistema tradicional, para as respectivas áreas. No sistema agrossilvipastoril, a redução da competição, através do controle da

vegetação lenhosa, anualmente, proporcionou às árvores remanescentes maior crescimento e projeção de suas copas.

A análise da variância do peso vivo médio (PVM) das matrizes ao pós-parto não mostrou influência ($P>0,05$) de sistema de produção e estação do ano, contudo registrou efeito ($P<0,05$) de ano (Quadro 1A). O coeficiente de variação foi de 14,8%. As matrizes pesaram no primeiro ano do estudo 31,0 kg e, no segundo, 35,0 kg. O peso da matriz ao pós-parto foi de 32,7 kg para o sistema agrossilvipastoril e 33,0 kg para o tradicional (Quadro 2).

O Quadro 2A resume a análise da variância para o PVM das matrizes à desmama. Neste estágio fisiológico, o peso da matriz não foi influenciado ($P>0,05$) por nenhuma das fontes de variação estudadas, registrando-se peso médio de 31,8 kg para o sistema agrossilvipastoril e 30,8 kg, para o tradicional (Quadro 2). O coeficiente de variação foi de 15,3%.

Quadro 1 – Disponibilidade média anual de matéria seca da fitomassa de pé, do restolho e da fitomassa total (Fit. Total) e composição botânica da fitomassa de pé em gramíneas (Gram.), dicotiledôneas herbáceas (D.Her.) e árvores e arbustos (Á. e A.), nos sistemas de produção, 2001 a 2002, Sobral, CE.

Sistemas	Fitomassa de pé			Restolho	Fit. Total	
	Disponibilidade	Composição botânica				
		Gram.	D.Her.			Á. e A.
		-----%-----				
--- kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ ---	-----%-----			----- kg ha ⁻¹ ano ⁻¹ -----		
Agrossilvipastoril	463,3	12,4	74,6	13,0	2647,7	3111,0
Tradicional	464,4	17,2	66,1	16,7	2101,3	2565,7

A fertilidade ao parto nas ovelhas mantidas no sistema agrossilvipastoril foi 14% superior àquela sob o tradicional (Quadro 2). A fertilidade ao parto no período chuvoso foi de 95 e 80% e no período seco de 85 e 76%, para os sistemas agrossilvipastoril e tradicional, respectivamente. Já a prolificidade foi mensurada, nos dois sistemas, a partir da observação de três partos em dois anos

de execução do estudo. As ovelhas do sistema agrossilvipastoril apresentaram prolificidade de 1,9 e as do tradicional, de 1,7 cordeiro matriz⁻¹ (Quadro 2).

O Quadro 3A mostra os resultados da análise da variância para peso dos cordeiros ao nascer. O peso foi influenciado ($P < 0,05$) pelo sistema de produção e sexo dos cordeiros, enquanto que o ano e a estação do ano não afetaram ($P > 0,05$) esta variável. O coeficiente de variação foi de 19,6%. Os cordeiros do sistema agrossilvipastoril pesaram, em média, ao nascer 2,9 kg e os do tradicional 2,5 kg (Quadro 3), sendo os machos mais pesados ($P < 0,05$) do que as fêmeas (2,8 x 2,6 kg).

Quadro 2 – Médias (\pm erro padrão) das características produtivas e reprodutivas de ovelhas Crioulas, sob dois sistemas de produção, 2001 a 2002, Sobral, CE.

Variáveis	Sistema Agrossilvipastoril	Sistema Tradicional
Peso ao pós-parto (kg)	32,7a	33,0a
Peso à desmama (kg)	31,8a	30,8a
Fertilidade ao parto (%)	89	78
Prolificidade (cordeiro matriz ⁻¹)	1,9	1,7
Distribuição dos partos (%)		
• Estação chuvosa	---	38
• Estação seca	---	62

* Médias, na mesma linha, seguidas de letras iguais não diferem ($P > 0,05$) pelo Teste t.

Os resultados da análise da variância para peso à desmama são sumariados no Quadro 4A. O peso à desmama, somente, foi influenciado ($P < 0,05$) pelo sexo dos cordeiros. O coeficiente de variação foi de 21,4%. Os cordeiros do sistema agrossilvipastoril pesaram, em média, à desmama 11,5 kg e os do tradicional 11,2 kg (Quadro 3). À desmama, os cordeiros machos foram mais pesados do que as fêmeas ($P < 0,05$). O peso médio dos machos foi de 11,7 kg e das fêmeas 10,9 kg.

O ganho de peso médio diário (GPD) dos cordeiros do nascimento à desmama foi de 166,5 g no sistema agrossilvipastoril e de 131,0 g no tradicional.

Já o GPD por hectare foi de 791,0 e 229,0 g para os sistemas agrossilvipastoril e tradicional, respectivamente (Quadro 3). A produção de cordeiro desmamado (PCD) por hectare e por ano foi de 59,0 kg para o sistema agrossilvipastoril e de 17,0 kg para o tradicional e a produção de cordeiro desmamado (PCD) por matriz e por ano foi de 19,0 e 15,5 kg, para os sistemas agrossilvipastoril e tradicional, respectivamente (Quadro 3).

A taxa de mortalidade dos cordeiros, nos dois anos de execução do experimento, do nascimento à desmama, foi em média de 16% para os cordeiros do sistema agrossilvipastoril e de 23% para os do tradicional (Quadro 3). A mortalidade dos cordeiros na estação das chuvas foi de 12% e no período seco de 20%, no sistema agrossilvipastoril. Já no sistema tradicional a mortalidade foi de 17% do período chuvoso e 29% na estação seca.

Quadro 3 – Médias (\pm erro padrão) do desempenho ponderal, taxa de mortalidade e produção de cordeiros desmamados, sob dois sistemas de produção, 2001 a 2001, Sobral, CE.

Variáveis	Sistema Agrossilvipastoril	Sistema Tradicional
Peso ao nascer (kg)	2,9 \pm 0,1a	2,5 \pm 0,1b
Peso à desmama (kg)	11,5 \pm 0,4a	11,2 \pm 0,6 ^a
GPD (g)	166,5	131,0
GPD ha ⁻¹ (g)	791,0	229,0
PCD ha ⁻¹ ano ⁻¹ (kg)	59,0	17,0
PCD matriz ⁻¹ ano ⁻¹ (kg)	19,0	15,5
Taxa de mortalidade (%)	16	23

* Médias, na mesma linha, seguidas de letras distintas são diferentes (P<0,05) pelo Teste t.

Os sistemas de produção avaliados apresentaram, em termos de disponibilidade dos componentes da fitomassa total, resultados semelhantes aos encontrados por KIRMSE (1984), SCHACHT (1987) e ARAÚJO FILHO et al. (2002), com pequenas variações devido aos efeitos do ano e à presença dos animais nas áreas. No caso da fitomassa de pé, as variações nos percentuais de

sua composição botânica deveu-se, principalmente, ao manejo ao qual os sistemas foram submetidos. A derrubada e a queima de um hectare, anualmente, no sistema tradicional, favoreceu o aparecimento das gramíneas e, por outro lado, houve maior participação da folhagem das árvores e dos arbustos, na composição botânica da fitomassa de pé, devido à existência de maior área de caatinga nativa no sistema. No sistema agrossilvipastoril, a maior participação das dicotiledôneas herbáceas, na composição da fitomassa de pé, se deveu à maior seletividade dos ovinos por gramíneas e pela maior taxa de lotação, o que elevou os percentuais das dicotiledôneas no sistema. Já o restolho lenhoso, devido à queima anual, no sistema tradicional, apresentou menor quantitativo neste sistema. No início da estação seca, o restolho constitui importante fonte de forragem, mas apresenta papel irrelevante como reserva estratégica de alimento no restante da estação (ARAÚJO FILHO, et al., 2002).

As diferenças obtidas, entre anos, para peso das matrizes ao pós-parto podem ser explicadas pelas flutuações da disponibilidade de forragem e, pelo fato, de dois dos três partos, terem ocorrido no início da estação chuvosa, com o período de gestação ocorrendo na estação seca. Apesar das ovelhas do sistema agrossilvipastoril terem sido suplementadas no período seco, a fase de amamentação ocorreu por duas vezes na estação chuvosa, sem suplementação. Resultados obtidos por LEITE et al. (2002) mostraram que ovelhas Crioulas nas fases de gestação e amamentação, em áreas de caatinga raleada, mesmo no período das chuvas, não tiveram suas necessidades de energia atendidas adequadamente. Assim, os efeitos positivos da suplementação no período seco podem ter sido contrabalançados pelos efeitos negativos da estação chuvosa. Além disso, a pressão de pastejo (relação entre o número de animais e quantidade de forragem disponível) foi muito maior no sistema agrossilvipastoril, o que pode ter mascarado os efeitos da suplementação sobre o peso das matrizes nestas fases.

Os pesos médios das matrizes ao pós-parto e à desmama, para os dois sistemas de produção, são muito semelhantes aos encontrados por ARAÚJO FILHO et al. (1998) que apresentaram pesos médios variando de 30,5 e 34,1 kg

ao pós-parto e 31,4 e 32,9 kg à desmama, para ovelhas suplementadas e não suplementadas, respectivamente e aos observados por FONTELES (2003) onde as matrizes pesaram, em média, ao pós-parto 31,1 e 34,4 kg e à desmama 31,0 e 34,2 kg, para monta contínua não suplementada e monta a cada oito meses suplementada, respectivamente.

Os valores dos parâmetros reprodutivos avaliados, fertilidade ao parto e prolificidade, foram elevados para o sistema agrossilvipastoril e normais para o tradicional. A suplementação das matrizes no período seco e o sistema de monta a cada oito meses permitiram incrementos nestas variáveis; pela obtenção de três partos em dois anos e redução no número de abortos (gestação a termo). No sistema agrossilvipastoril, a fertilidade ao parto das matrizes foi de 89%, portanto superior às encontradas por ARAÚJO FILHO et al. (1998) de 83%, FONTELES (2003) de 82% e MIÑÓN et al. (2001) de 89% com ovelhas Corriedale e inferiores as de ovelhas Texel x Merino Australiano de 94% e Ile de France x Merino Australiano de 96% (MIÑÓN et al., 2001). Já a prolificidade foi de 1,9 cordeiros nascidos por ovelha parida, sendo superior as encontradas pelos mesmos autores citados acima, para os mesmos genótipos. No sistema tradicional, estes valores foram (78% para fertilidade e 1,7 para prolificidade) maiores do que os encontrados por SIMPLÍCIO et al. (1980). Isto pode ser explicado pela baixa taxa de lotação e uma maior oferta de forragem, oriunda dos restolhos agrícolas, anualmente disponibilizados, no período seco.

Com respeito à distribuição estacional dos partos, as matrizes do sistema tradicional, submetidas ao regime de monta contínua, concentraram suas partições na época seca, tanto no primeiro como no segundo ano de execução da pesquisa. Os resultados foram 38% dos partos na estação úmida e 62% na seca, o que confirma os resultados encontrados por HAUMESSER & GERBALDI (1980), ROMBAUT (1980) e ABASSA et al. (1992). Já, para as matrizes sob o sistema agrossilvipastoril e sob regime de acasalamento a cada oito meses, essa ocorrência foi alterada pela suplementação alimentar, havendo distribuição espacial eqüitativa dos partos ao longo dos dois anos experimentais.

O peso ao nascer dos cordeiros do sistema agrossilvipastoril foi superior ao do tradicional, mostrando que a suplementação no período seco do ano foi de fundamental importância para o desenvolvimento do feto, no terço final de gestação. No sistema tradicional, o peso médio dos cordeiros foi de 2,5 kg, inferior aos encontrados por SIMPLÍCIO et al. (1980) de 2,9 kg, SILVA et al. (1986a) de 2,9 kg e FONTELES (2003) de 2,7 kg, para cordeiros de ovelhas Crioulas não suplementadas e superiores aos de BARBIERI et al. (1991) de 2,4 kg, SIMPLÍCIO et al. (1982) de 2,0 kg e SILVA et al. (1986b) de 2,3 kg, para cordeiros de ovelhas Somalis Brasileira. No sistema agrossilvipastoril, o peso médio de 2,9 kg foi semelhante aos obtidos por FONTELES (2003) de 3,0 kg para ovelhas crioulas suplementadas, inferior aos encontrados por RODA et al. (1993) de 3,7, 3,9 e 4,4 kg para cordeiros de ovelhas Ideal, Corriedale e Suffolk, respectivamente, e superior ao observado por ARAÚJO FILHO et al. (1998) de 2,4 kg. O peso ao nascer é uma característica importante, pois quanto mais pesado for o cordeiro, maiores são as chances de sobrevivência e maior será o peso à desmama.

Quanto ao peso dos cordeiros à desmama, este não variou entre os sistemas de produção, principalmente porque dois dos três partos ocorreram na estação chuvosa, época em que as matrizes estavam em bom estado nutricional. O peso à desmama depende sobremaneira da produção de leite da ovelha. Assim, quando à desmama é realizada entre oito e doze semanas, 51% do ganho de peso do cordeiro é devido ao consumo de leite (FIGUEIRÓ & BENAVIDES, 1990). No sistema agrossilvipastoril, o peso médio à desmama foi de 11,5 kg, semelhante ao encontrado por FONTELES (2003) de 11,3 kg e inferiores aos observados por CHONG et al. (1991) de 12,0 a 14,0 kg, RODA et al. (1993) de 13,0, 14,0 e 18,7 kg para cordeiros de ovelhas Ideal, Corriedale e Suffolk, respectivamente, ARAÚJO FILHO et al. (1998) de 12,7 kg e MIÑÓN et al. (2001) de 35,0 a 45,9 kg. No sistema tradicional, o peso médio à desmama foi de 11,2 kg, superior ao observado por SIMPLÍCIO et al. (1982) de 10,5 kg e inferior ao encontrado por BARBIERI et al. (1991) de 14,5 kg. As matrizes do sistema agrossilvipastoril, apesar de terem sido suplementadas no período seco, a fase de lactação ocorreu por duas vezes da estação chuvosa, sem suplementação, o que pode ter

mascarado este efeito sobre o peso do cordeiro à desmama. Por outro lado, os resultados mostram que a taxa de lotação foi adequada para ambos os sistemas, permitindo ofertas justas de forragens, refletindo em desenvolvimento ponderal semelhante dos cordeiros.

Apesar não ter havido diferença no peso à desmama entre os sistemas estudados, o GPD do nascimento à desmama foi sempre mais elevado no sistema agrossilvipastoril (166,5 g) do que no tradicional (131,0 g). Os valores obtidos no sistema agrossilvipastoril foram superiores aos encontrados por CHONG et al. (1991) de 106,0 g, ARAÚJO FILHO et al. (1998) de 147,3 g e por FONTELES (2003) de 118,5 g. No sistema tradicional, também, esses valores foram elevados devido aos motivos justificados anteriormente, sendo superior ao observado por FONTELES (2003) de 100,4 g.

Ao se considerar as variáveis GPD e PCD por área, as diferenças entre os sistemas são ressaltadas. O GPD aumentou de 229,0 no sistema tradicional para 791,0 g ha⁻¹, no agrossilvipastoril, um acréscimo de 245%. Por seu turno, a PCD aumentou de 17,0 no sistema tradicional para 59,0 kg ha⁻¹ no agrossilvipastoril, um aumento de 247%. Em termos de PCD por área, os resultados encontrados para o sistema agrossilvipastoril foram superiores aos encontrados por MIÑÓN et al. (1991) de 19,4 kg, FONTELES (2003) de 56,5 kg e inferiores aos observados por CHONG et al. (1991) de 155,0 a 429,0 kg e ARAÚJO FILHO et al. (1998) de 104,9 kg. Já para o sistema tradicional, os valores obtidos foram inferiores ao encontrados por FONTELES (2003) de 35,2 kg e igual ao observado por ARAÚJO FILHO et al. (1998) de 17,2 kg, em situação semelhante.

Em relação a PCD por matriz esta, também, cresceu de 15,5 no sistema tradicional para 19,0 kg matriz⁻¹ ano⁻¹, no agrossilvipastoril, um acréscimo de 23%. Estes valores são superiores aos encontrados por ARAÚJO FILHO et al. (1998) de 9,2 kg matriz⁻¹ ano⁻¹.

A boa oferta de forragem, na estação chuvosa e a suplementação no período seco permitiram um maior ganho de peso dos cordeiros, tanto individual

como por área, no sistema agrossilvipastoril. Isto quer dizer que, a capacidade de suporte do sistema, ainda, não foi alcançada.

A elevada taxa de mortalidade dos cordeiros, no sistema agrossilvipastoril, em torno de 16% (12% no período chuvoso e 20% na seca), foi ocasionada, principalmente, por um surto de mamite no segundo ano de execução do trabalho, visto que as matrizes mantiveram o peso do pós-parto à desmama, condizente com o estado nutricional. Este valor é superior aos encontrados, para o mesmo genótipo, por ARAÚJO FILHO et al. (1998) de 12%, FONTELES (2003) de 3% e MIÑÓN et al. (2001) de 12, e 8% para Corriedale e Ile de France x Merino Australiano e próximos aos observados por RODA et al. (1993) de 12 a 17% dependendo da estação, para cordeiros de ovelhas Ideal, Corriedale e Suffolk. A mortalidade dos cordeiros no sistema tradicional foi em média 23% (17% no período chuvoso e 29% no seco), o que está dentro dos padrões normais para o criatório nordestino, muito embora SIMPLÍCIO et al. (1980) tenham encontrado mortalidade de 9%, nos primeiros 15 dias após o nascimento. Considerando os efeitos do sistema de produção e da época do ano, a suplementação das matrizes no sistema agrossilvipastoril afetou substancialmente esse parâmetro em relação ao sistema tradicional, principalmente, quando à desmama se deu na estação seca.

Nos sistemas agroflorestais, a integração dos sub-sistemas realizado pelos animais, constituiu uma forma alternativa de potencializar a criação de ovinos, nos sertões nordestinos, de forma competitiva com outras regiões do país, pois aumentou a produção por unidade de área, utilizando práticas e tecnologias ecológicas, em um conceito de imitação dos ecossistemas naturais.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Realizou-se estudo em um sistema agroflorestal pecuário, durante o período de 1999 a 2001, na Embrapa Caprinos, em Sobral, CE, objetivando-se determinar o efeito do sistema de produção agrossilvipastoril sobre o desempenho produtivo de ovelhas Crioulas e de seus cordeiros, na região semi-árida do Nordeste brasileiro.

A integração dos sub-sistemas permite a obtenção de maior oferta de forragem, o aproveitamento dos restos culturais, a suplementação em banco de proteína ou com feno de leucena e a utilização estratégica das áreas, o que garante maior resiliência ao sistema agrossilvipastoril, no que tange as variabilidades climáticas.

A suplementação energético-protéica é indispensável, no período seco do ano e nas fases do ciclo reprodutivo em que a demanda por nutrientes se acentua, ex. período de lactação, pois melhora os índices produtivos e reprodutivos dos animais. Assim, no sistema agrossilvipastoril, é possível a obtenção de três partos em dois anos, melhor distribuídos, sem comprometimento do desempenho dos animais, o que permite um planejamento mais adequado da oferta de animais para o mercado.

Embora não tenham ocorrido diferenças no desempenho das matrizes e de seus cordeiros nos sistemas estudados, a produção por área no sistema agrossilvipastoril é, cerca de 245% superior ao tradicional.

A adoção do sistema agrossilvipastoril, por parte dos produtores, na região semi-árida do Nordeste brasileiro, pode contribuir para a viabilização ecológica, social e econômica da agricultura familiar, para a diminuição dos processos de degradação ambiental, para a melhoria da qualidade de vida da população e para a redução do êxodo rural.

Os trabalhos de pesquisas, nesta área, são escassos e precisam de mais estudos e refinamentos a médio e longo prazo. Apesar de haverem algumas tentativas, a pesquisa, ainda, tenta resolver questões muito básicas, com pouca relação com os problemas demandados na prática. Existem lacunas a serem preenchidas, como por exemplo, o estudo do complexo solo – planta – animal, para que novas tecnologias sejam geradas e passem a fazer parte da paisagem da terra na região.

CAPÍTULO 2

PRODUÇÃO DE MILHO EM UM SISTEMA AGROPASTORIL, NA REGIÃO SEMI-ÁRIDA DO NORDESTE DO BRASIL.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura praticada da região semi-árida do Nordeste do Brasil, desde a época colonial, é a itinerante ou migratória. O agricultor derruba e queima a vegetação, cultiva por um período de até dois anos e a área é então deixada em pousio para recuperação de sua capacidade produtiva. O período de pousio, inicialmente, era extenso, visto que a densidade populacional era baixa. No entanto, a demanda por alimentos aumentou, em função do crescimento demográfico, resultando no uso mais intensivo do solo, o que encurtou o tempo de pousio, tornando-o, insuficiente para que os processos de sucessão pudessem recompor a vegetação e a fertilidade dos solos. Hoje, a agricultura de subsistência é praticada em áreas onde a vegetação encontra-se em estágio sucessional arbustivo, com a fertilidade do solo ainda não recuperada.

Normalmente, nas áreas queimadas são cultivados duas culturas milho e feijão, em consórcio. Uma terceira cultura poderá ser usada, a mandioca ou o algodão. A produção em média, é muito baixa, situando-se em torno de 600 a 800 kg para o milho e de 300 a 400 kg para o feijão. No entanto, se se considerar que para cada hectare em produção existem pelo menos 10 ha em pousio, a produção torna-se mínima. Em períodos de seca, a produção agrícola apresenta rendimento 72 a 84% menor do que em um ano com distribuição pluviométrica regular (ARAÚJO FILHO & CARVALHO, 2001).

Neste contexto, os sistemas agroflorestais surgem como alternativos aos sistemas de produções atuais, pois melhor utilizam os recursos naturais disponíveis. O desafio é aumentar a produtividade agrícola de forma sustentável, para atender as necessidades crescentes da população humana.

O sistema de cultivo em faixa (*alley cropping* ou *alley farming*), modalidade dos sistemas agroflorestais, pode satisfazer esta necessidade com menor dependência de insumos externos. Este sistema integra árvores e arbustos (preferencialmente leguminosas), em arranjos espaciais zonais, com culturas de grãos ou forrageiras em um sistema de produção (HUMPHREYS, 1994). As espécies lenhosas nas faixas contribuem para: reciclagem de nutrientes, redução das perdas de nutrientes por lixiviação, estimulam maior atividade da fauna do solo, controlam a erosão e melhoram a fertilidade do solo e, mantêm níveis contínuos de produção das culturas (KANG, 1997). Estas são periodicamente podadas durante o cultivo para minimizar os efeitos adversos do sombreamento, reduzir a competição, proverem adubo verde para as culturas associadas, utilizadas como cobertura morta ou removidas para uso como forragem, lenha ou outros propósitos (KANG et al., 1981; KANG et al., 1985; KANG et al., 1990; VAN DEN BELDT, 1990). Em alguns sistemas, as faixas podem ser pastejadas durante a estação seca (ATTA-KRAH, 1990).

Biologicamente, o sucesso do sistema de cultivo em faixa, em regiões semi-áridas, depende do conhecimento da competição entre o componente arbóreo e o agrícola e como é realizado o manejo, através da escolha das espécies arbóreas, estabelecimento e espaçamento das faixas, altura e

freqüência das podas (KANG, 1997). Os benefícios potenciais deste sistema para melhorar a produção agrícola dependem dos nutrientes adicionados ou reciclados através das faixas quando há limitação no suprimento de nutrientes e da habilidade de retenção de água no solo, pelo aumento da infiltração e diminuição do escoamento superficial, se o limitante é a água (SINGH et al., 1989; EVENSEN et al., 1991; SZOTT et al., 1991; FERNANDES et al., 1993; MATHUVA et al., 1998; RAO et al., 1998).

KANG & DUGUMA (1985) relataram que a produção de milho obtida com a incorporação da folhagem de leucena (*Leucaena leucocephala*), plantada nas faixas, espaçadas de 4,0 m, foi à mesma obtida quando aplicados 40 kg ha⁻¹ de N, para a cultura. No sudeste da Nigéria, KANG et al. (1989; 1990) conduziram experimentos com cultivo em faixa, envolvendo leucena e milho, por um período de oito anos. Os autores mostraram que, somente com a poda e a incorporação da folhagem da leucena, a produção de milho aumentou de 0,7 t ha⁻¹ ano⁻¹ no sistema tradicional, para 2,0 t ha⁻¹ ano⁻¹. A poda associada com 80,0 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N elevou a produção de milho para 3,0 t ha⁻¹ ano⁻¹.

Um sistema integrado com leucena, milho e feijão foi desenvolvido pela EMBRAPA-CPATC. O consórcio das culturas anuais reduziu o risco de perda total da safra e, a leucena foi utilizada tanto como adubação verde na época chuvosa, como banco de proteína na época seca do ano. A leucena, a partir do segundo ano, no período chuvoso, foi podada e sua folhagem incorporada ao solo, promovendo produções médias de 700,0 e 250,0 kg ha⁻¹ ano⁻¹ para o milho e feijão, respectivamente, em solos de mediana fertilidade, sem uso de fertilizantes (CARVALHO FILHO et al., 1994).

Nos sistemas agroflorestais, a presença das árvores, tanto na área agrícola como na pastoril, constitui garantia de que o impacto da exploração sobre a circulação de nutrientes será minimizado e, conseqüentemente, mantida a fertilidade natural do solo pelo aporte contínuo de matéria orgânica (BURGUER et al., 1986). O aporte de matéria orgânica tem sido realizado através da incorporação da folhagem das espécies lenhosa (nativas e exóticas) e capina das

ervas daninhas, queda do litter e pela distribuição do esterco dos animais nas áreas agrícolas (ARAÚJO FILHO & CARVALHO, 2001).

A leucena é uma das leguminosas arbóreas de uso múltiplo mais produtivas e versáteis em regiões tropicais (SHELTON, 1998), devido aos seus vários usos: forrageiro, adubo verde, fixação de nitrogênio, lenha, etc. Nas condições do semi-árido nordestino, a leucena produz cerca de 1,2 a 2,0 t ha⁻¹ corte⁻¹ de MS, de folhagem e ramos finos, com 24,0% de proteína bruta, podendo ser cortada três vezes durante a estação chuvosa e incorporar ao solo, aproximadamente, 170 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. (ARAÚJO FILHO & CARVALHO, 1997). A leucena pode fixar, ainda, biologicamente, de 100,0 a 500,0 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N ou mais em estantes puros e 75,0 a 100,0 kg em sistema de cultivo em faixa (YOUNG, 1997).

O litter depositado sobre a superfície do solo, pelas espécies lenhosas, atua como sistema de “input-output” e é o principal processo pelo qual carbono e nutrientes são transferidos da vegetação para o solo, sendo parte fundamental no ciclo biogeoquímico (PROCTOR, 1987). Os constituintes orgânicos (carbono) são importantes porque a energia disponível para os organismos decompositores depende da proporção de C solúvel, celulose, hemicelulose e lignina (NAIR et al., 1999). O carbono reciclado, via queda de litter, representa cerca de 45 a 50% de sua matéria seca. Além disso, a poda das árvores, no sistema de cultivo em faixa, aumenta o fluxo de nutrientes, presumivelmente, por causa da falta de retranslocação destes, dos tecidos, antes da poda (SZOTT et al., 1991).

O manejo sustentado da vegetação da caatinga para fins agrícolas começa pela geração e adoção de tecnologias que permitam a fixação da agricultura, isto é, cultivo de uma mesma área por períodos prolongados, sem derrubada e queima da vegetação (ARAÚJO FILHO & CARVALHO, 1997).

Este trabalho foi realizado em um sistema agropastoril, implantado há seis anos e objetivou-se avaliar a sustentabilidade da produção de milho, através da incorporação da folhagem da leucena, na forma de adubação verde.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A descrição da localização do experimento e da área experimental foram apresentadas no Capítulo 1.

2.1. Implantação do experimento

O experimento foi realizado no período de 1998 a 2002, envolvendo uma área fixa de 3,2 ha, dentro da área agrícola do sistema agropastoril, outra de 8,0 ha submetida à agricultura itinerante, no sistema tradicional e uma de 1,0 ha no sistema piloto.

Os dados de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa, durante o período experimental, encontram-se no (Quadro 1).

O solo das áreas experimentais era do tipo bruno-não-cálcico vértico, textura argilosa cascalhenta, moderadamente drenado e profundo, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano e suave ondulado.

A vegetação era do tipo caatinga hiperxerófila, em estágio de sucessão arbóreo-arbustivo. As espécies arbustivo-arbóreas com maior ocorrência na área são: pau-branco (*Auxemma oncocalyx* Taub.), mofumbo (*Combretum*

leprosum Mart.), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.), marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), catingueira (*Caesalpinia bracteosa* Tul.) e o frei jorge (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham.). Dentre as espécies herbáceas destacaram-se o bamburral (*Hyptis suaveolens* Polt.), vassourinha-de-botão (*Spermacoce verticillata* L.), marianinha (*Commelina benghalensis* L.), ervanço (*Alternanthera tenella* Colla.), capim-milhã-branca (*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitchc.), capim-de-roça (*Digitaria* sp.), capim-barba-de-bode (*Cyperus compressus* L.), entre outras.

Quadro 1 – Precipitação pluvial (mm) mensal ocorrida na Fazenda Crioula, Embrapa Caprinos, no período de 1998 a 2002, Sobral, CE.

Mês	Ano				
	1998	1999	2000	2001	2002
Janeiro	189,5	120,0	168,8	99,8	336,9
Fevereiro	73,3	230,7	157,0	232,6	20,5
Março	224,4	390,7	135,5	178,1	311,1
Abril	81,4	201,0	350,8	445,7	91,6
Maio	42,0	97,5	51,4	46,8	84,0
Junho	---	24	66,8	---	61,2
Julho	---	---	67,9	---	---
Agosto	---	---	---	---	---
Setembro	---	---	---	---	---
Outubro	---	---	---	---	---
Novembro	---	50,0	---	---	---
Dezembro	---	111,0	51,0	---	---
TOTAL	610,6	1.224,9	1.049,2	1.002,5	905,3

2.2. Descrição dos sistemas

2.2.1. Sistema de produção agropastoril

Na área agrícola foi realizado um raleamento-rebaixamento da vegetação lenhosa, no início do trabalho, em 1997, preservando-se uma cobertura pela projeção da copa das espécies lenhosas de, aproximadamente 23,0%. O processo constou do controle das espécies lenhosas indesejáveis, rebaixamento da copa das espécies arbustivo-arbóreas de valor forrageiro e a preservação de cerca de 153 árvores ha⁻¹. Anualmente, foi realizada a manutenção da área por meio do corte da parte aérea das rebrotações das espécies lenhosas.

Após a retirada da madeira útil para venda, os garranchos remanescentes foram enleirados em cordões de contornos, perpendiculares ao declive do terreno. Em ambos os lados dos cordões foram semeados a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.), que formou as faixas juntamente com as leguminosas nativas. Entre as faixas foi realizado o plantio da cultura do milho (*Zea mays* L.) variedade local. O arranjo espacial da leucena foi de 3,0 x 0,5 m e o do milho de 1,0 x 0,5 m, entre linhas e plantas, respectivamente.

Após o primeiro ano, no período chuvoso, a leucena foi podada, duas vezes, a uma altura de 30 cm e toda a sua folhagem foi incorporada ao solo. No período seco, sua folhagem foi utilizada para suplementação dos animais, quer na forma de feno ou como legumineira, em pastejo direto.

Além da adubação verde com leucena, o aporte de matéria orgânica ao sistema foi garantido pela: queda do litter das árvores preservadas; corte e incorporação da folhagem da parte aérea dos tocos remanescentes; capina ou roço da vegetação herbácea e aplicação do esterco dos ovinos.

No caso da leucena, determinou-se sua densidade total pelo método dos quadrantes (COX, 1970) e, em seguida, a produção de matéria seca que foi incorporada. O fluxo de litter do dossel para o solo foi determinado numa área de dois hectares, usando-se 20 coletores distribuídos aleatoriamente. Os

coletores medindo 0,50 m (largura) x 1,00 m (comprimento) x 0,70 m (altura), foram confeccionados com ferro chato de 2,5 polegadas e fundo de tela de náilon com malha de 1,0 mm², para reter o material formador do litter e permitir a livre passagem de água da chuva. Estes coletores ficaram suspensos a 0,20 m, em relação ao nível do solo. O fato dos coletores apresentarem 0,70 m de altura se justifica pela presença dos animais nas parcelas, em determinados períodos do ano. Em função do aspecto decíduo e estacional da vegetação foi estabelecido que as coletas do material depositado nos coletores seria mensal. Em relação à produção de fitomassa da parte aérea das rebrotações, inicialmente, determinou-se a densidade específica para cada espécie (COX, 1970), seguida da pesagem da folhagem de uma rebrotação, multiplicando-se este valor pelo número total de rebrotações. Como tratos culturais foram realizados uma capina e um roço da vegetação herbácea, durante o ciclo da cultura e estimado essa incorporação. E por fim, o esterco dos animais que foi pesado e distribuído na área à lanço, sempre no final do período seco.

Toda a produção de milho, no sistema agropastoril, foi obtida de forma orgânica, sem nenhum insumo externo ao sistema. Após a colheita, a palhada do milho foi recolhida e enfardada e utilizada para suplementação volumosa, durante o período seco, quando então a área agrícola passou a ser utilizada como banco de proteína.

2.2.2. Sistema tradicional

A exploração agrícola, no sistema tradicional, foi realizada com práticas de agricultura itinerante. Anualmente, uma área de um hectare de caatinga nativa foi derrubada, queimada e cultivada, por um período de até dois anos. A derrubada, encoivramento e queima da vegetação, normalmente, eram realizadas nos meses de setembro e outubro e o plantio no mês de janeiro, do ano seguinte. A cultura utilizada durante o período experimental foi a do milho, uma variedade local.

Após o segundo ano de utilização, a área agrícola foi abandonada para pousio, tornando-se capoeira. O restante da área era composto por uma vegetação lenhosa em estágio de sucessão secundária arbóreo-arbustivo, sem nenhuma manipulação.

Todos os tratamentos culturais, colheita e armazenamento da produção de milho foram realizados de acordo com as práticas de manejo, empregadas na região.

2.2.3. Sistema Piloto

Este sistema foi montado com a finalidade de acompanhar as produções de milho, ao longo dos anos, sem a aplicação de insumos externos ou o reaproveitamento da matéria orgânica gerada no sistema.

O sistema é semelhante ao tradicional e foi instalado em uma área de um hectare, contígua aos sistemas estudados. Todo o manejo e tratamentos culturais seguiram a mesma orientação do sistema tradicional, com exceção da exploração agrícola que era contínua, como no sistema agropastoril.

2.3. Tratamento estatístico dos dados

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente por intermédio de um delineamento experimental inteiramente casualizado, com três tratamentos e cinco repetições. As análises de variância foram realizadas utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Models) do SAS (Statistical Analysis System) (LITTELL et al., 1991), conforme o modelo estatístico abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} = Valor referente ao i-ésimo tratamento na j-ésima repetição.

μ = Média geral.

T_i = Efeito do i-ésimo tratamento com $i = 1, 2, 3$ e 4 .

e_{ij} = Erro aleatório associado a cada observação.

As médias dos quadrados mínimos foram comparadas utilizando-se o Teste t, em nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após seis anos de condução do experimento, a densidade e a cobertura das espécies lenhosas aumentaram de 153 para 208 árvores ha⁻¹ e de 23,0 para 38,0%, respectivamente, no sistema agropastoril. Isso sinalizou a necessidade de ajuste na densidade, a fim de se manter o percentual de cobertura pela projeção da copa das espécies lenhosas, dentro dos limites preconizados.

O aporte de matéria orgânica ao sistema agropastoril foi promovido por cinco fontes distintas. Assim, foram adicionados, anualmente, ao solo cerca de 10,6 t de MS ha⁻¹ ano⁻¹ (Quadro 2).

A densidade da leucena nas faixas foi de 2263 árvores ha⁻¹. A poda e a incorporação da folhagem das faixas gerou uma produção de, aproximadamente, 1132,0 kg de MS ha⁻¹ corte⁻¹.

Com relação as rebrotações dos tocos remanescentes, a densidade destes foi de 1014 tocos ha⁻¹, cujas rebrotações produziram, em média 1190,0 kg de MS ha⁻¹ ano⁻¹ e foram incorporadas ao solo sempre no período chuvoso.

A produção de *litter* das 208 árvores ha⁻¹, existentes na área agrícola, foi de 3304,0 kg de MS ha⁻¹ ano⁻¹ (Quadro 3). Admitindo-se que o carbono reciclado, via queda de *litter*, representou cerca de 45 a 50% de sua matéria seca, a quantidade de carbono reciclado por esta via foi de 1670,0 kg.

Quadro 2 – Adição anual de matéria orgânica (kg de MS ha⁻¹), na área agrícola, do sistema agropastoril, 1998 a 2002, Sobral, CE.

Fonte (Matéria Orgânica)	Densidade (árvores ha ⁻¹)	Aporte (kg de MS ha ⁻¹)
Leucena (folhagem)	2263	2264
Rebrotações lenhosas	1014	1190
Queda de <i>litter</i>	208	3304
Capinas e/ou roço*	---	900
Esterco	---	3000
TOTAL	---	10658

* Valor estimado

A capina ou roço da vegetação herbácea incorporada ao solo, durante o ciclo da cultura, foi estimada em 900,0 kg de MS ha⁻¹ ano⁻¹.

O esterco dos animais distribuído a lanço na área, anualmente, no final do período seco, atingiu 3000,0 kg ha⁻¹. Em termos médios, a composição percentual dos nutrientes nas fezes de ovinos é de 0,38% de N, 0,08% de P e 0,18% de K e varia com a classe do animal e com os teores desses nutrientes no alimento ingerido (SPAIN & SALINAS, 1985).

A análise da variância detectou efeito ($P < 0,05$) do sistema de produção sobre a produção de milho (Quadro 5A). O coeficiente de variação foi de 31,5%. Não houve diferença ($P > 0,05$) dos sistemas agropastoril e tradicional nas produções de milho, mas estes diferiram ($P < 0,05$) do sistema piloto. As produções médias de milho, para o período de 1998 a 2002, foram de 1299,0, 1360,0 e 542,0 kg ha⁻¹ ano⁻¹, para os sistemas agropastoril, tradicional e piloto, respectivamente (Quadro 4).

Quadro 3 – Produção mensal e percentual de *litter* na área agrícola do sistema agropastoril, 2001 a 2002, Sobral, CE.

Mês	Produção	
	kg de MS ha ⁻¹	(%)
Julho	231,70	7,01
Agosto	739,90	22,39
Setembro	758,60	22,96
Outubro	358,05	10,84
Novembro	223,60	6,77
Dezembro	89,30	2,70
Janeiro	70,50	2,13
Fevereiro	74,95	2,27
Março	208,00	6,30
Abril	169,30	5,12
Maiο	122,55	3,71
Junho	257,70	7,80
Total	3304,15	100,0

Quadro 4 – Produção de milho (kg ha⁻¹ ano⁻¹) nas áreas agrícolas dos sistemas de produção, 1998 a 2002. Sobral, CE.

Sistema	Ano					Média
	1998	1999	2000	2001	2002	
Agropastoril	757,0	1869,0	1242,0	1448,0	1179,0	1299,0a
Tradicional	943,0	1741,0	1279,0	1735,0	1100,0	1360,0a
Piloto	788,0	641,0	603,0	395,0	281,0	542,0b
Média	829,0	1417,0	1041,0	1193,0	853,0	---

* Médias, na mesma coluna, seguidas de letras iguais não diferem (P>0,05) pelo Teste t.

O aumento na densidade e nos percentuais de cobertura podem ser melhor explicados pela redução na competição por luz, água, nutrientes e espaço, devido ao controle das plantas lenhosas. Valores de percentual de cobertura das espécies lenhosas acima de 15 - 20% podem comprometer a produção agrícola (ARAÚJO FILHO & CARVALHO, 1997). Apesar do aumento da cobertura, não foi observada queda expressiva na produção de milho, no sistema agropastoril. As flutuações na produção são normais de ano para ano e são fortemente influenciadas por fatores climáticos, pragas e doenças. Assim, para que as práticas de cultivo possam ter bom êxito deve-se levar em consideração a adequabilidade desses fatores com relação à cultura a ser explorada. Deste modo, se faz necessário, nos próximos anos, a verificação da quantidade e da qualidade da luz disponível para a cultura do milho ou uma intervenção para ajustar a densidade, para que não haja diminuição da produção agrícola, pelo excesso de sombreamento.

A poda dos ramos finos e da folhagem da leucena realizada na estação chuvosa proporcionou produção de 2264,0 kg de MS ha⁻¹ ano⁻¹ (Quadro 2), com 24% de proteína bruta ou 3,8% de nitrogênio. Assim, a poda da leucena incorporou ao solo, aproximadamente 86,0 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, sem considerar o fixado pela simbiose que pode variar de 75 a 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹, em sistemas de cultivo em faixa (YOUNG, 1997). No caso particular deste estudo, os valores totais da adição de N, via leguminosa, podem ter variado de 161 a 186 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N, isto é, aproximadamente, a mesma quantidade de N que é removido durante a colheita em sistemas consorciados cereais/leguminosas (YOUNG, 1997). Estes resultados são inferiores aos estimados por ARAÚJO FILHO & CARVALHO (1997) para as condições semi-áridas nordestinas, com três podas na estação chuvosa.

A poda das rebrotações lenhosas dos tocos, existentes na área agrícola, constitui importante fonte de adubo verde, principalmente nos primeiros anos da exploração do sistema agropastoril. Ao longo dos anos, no entanto, a contribuição desta fonte de matéria orgânica diminuiu, pelo efeito do corte da parte aérea na época chuvosa, que não permite às plantas a plena reposição de suas reservas

orgânicas. Além disso, o corte resulta em grande estresse fisiológico e, por conseguinte, elevada mortalidade das plantas. Este comportamento foi verificado, ao longo do estudo, o que corrobora com resultados encontrados por CARVALHO et al. (2001).

O fluxo mensal de *litter* do dossel para o solo mostrou forte sazonalidade, que se acentuou à medida que a precipitação pluviométrica diminuiu (Figura 1). Cerca de 70% da produção foi obtida entre julho e novembro e os meses com maior deposição foram agosto e setembro, com aproximadamente, 45% da produção total. Isto foi ocasionado pelas variações climáticas acentuadas na região; déficit hídrico, altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar. A produção de *litter* (3304,15 kg de MS ha⁻¹ ano⁻¹) foi semelhante aos 3400,0 kg de MS ha⁻¹ ano⁻¹ encontrados por KIRMSE (1984), para uma caatinga nativa no período seco, de julho a dezembro; superior as florestas de savana na África com 1200,0 kg de MS ha⁻¹ ano⁻¹ e inferior a de uma caatinga da Venezuela de 5600,0 kg de MS ha⁻¹ ano⁻¹ (VITOUSEK, 1984), muito embora a vegetação da área experimental tivesse sofrido um raleamento-rebaixamento para reduzir sua densidade. Do ponto de vista ecológico, a deposição de *litter* sobre o solo propiciou proteção mais efetiva e contínua do mesmo. Por outro lado, a transferência de carbono da vegetação para o solo, via *litter*, foi de 1670,0 kg ha⁻¹. A reciclagem de carbono e nutrientes são processos fundamentais no ciclo biogeoquímico, notadamente nas regiões tropicais e de solos pobres, o que é confirmado por PROCTOR (1987). Esta reciclagem contínua representou, juntamente com a adubação verde, as principais contribuições para o uso eficiente dos nutrientes e para a sustentabilidade da produção de milho.

A capina ou roço da vegetação herbácea incorporada ao solo é uma entrada anual importante de matéria orgânica ao sistema agropastoril, em relação aos outros sistemas que utilizam a queima da biomassa vegetal. A produção do extrato herbáceo foi estimada, para o ciclo da cultura do milho, em 900,0 kg de MS ha⁻¹ ano⁻¹, com variações anuais de 400 a 3200,0 kg de MS ha⁻¹, dependendo do grau de manipulação da vegetação lenhosa, conforme verificado por ARAÚJO FILHO et al. (1982), KIRMSE (1984) e SCHACHT (1987).

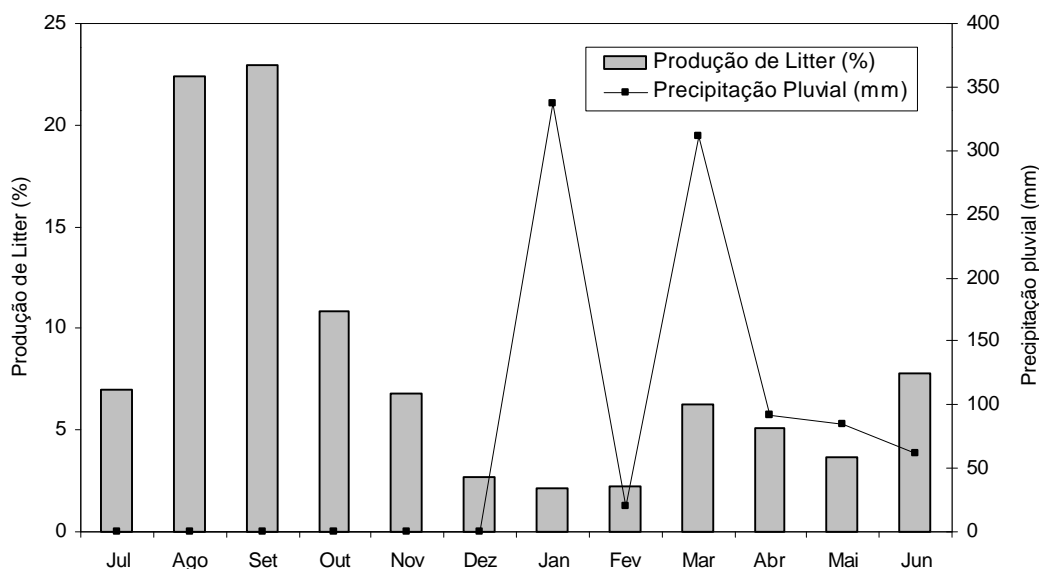


Figura 1 – Produção mensal de *litter* (%) em função da precipitação pluviométrica (mm), Sobral, CE, 2001-2002.

O esterco produzido pelos animais, recolhido no aprisco, foi aplicado, anualmente, na área agrícola do sistema agropastoril, na quantidade de 3000,0 kg ha⁻¹. A passagem dos nutrientes pelo organismo animal representou importante via na reciclagem destes no sistema. A maior parte dos nutrientes minerais (60 a 90%) ingeridos pelos animais retorna ao sistema pelas excreções (HAYNES & WILLIAMS, 1993). A proporção dos nutrientes reciclados por essa via depende da quantidade de forragem utilizada pelos animais, bem como de sua composição química. Além disso, o esterco melhora a estrutura, bem como contribui para o aumento da diversidade da microfauna do solo. Em termos médios, a aplicação anual por hectare do esterco continha 11,4 kg de N, 2,4 kg de P e 5,4 kg de K, valores estes inferiores aos mencionados por POWELL et al. (1994) de 45 - 54 kg de N e 5 - 8 kg de P, para uma adubação orgânica com 10,0 t ha⁻¹ de esterco ovino, na Nigéria, mas semelhantes se convertidos com base na quantidade aplicada.

Nos sistemas tradicional e piloto as adições de matéria orgânica foram mínimas. No caso particular do sistema tradicional, a queima anual da vegetação elimina boa parte do banco de sementes e mata a maioria dos tocos, não permitindo que haja um estrato herbáceo vigoroso e rebrotações lenhosas. Por outro lado, disponibiliza muitos cátions trocáveis (Ca^{+2} , Mg^{2+} e K^{+}) na cinza, oriunda da queima da biomassa, mas causa perdas de carbono e nitrogênio. No Nordeste brasileiro, a operação de queima é realizada nos meses de setembro e outubro, mas o plantio somente é realizado em janeiro ou fevereiro. Desta forma, não há sincronismo entre liberação e utilização dos nutrientes pelas culturas, ocasionando grandes perdas de matéria orgânica e nutrientes por volatilização, lixiviação e erosão. Além disso, devido ao processo de convecção dos ventos a cinza é carregada para outros locais. Este conjunto de fatores contribui para que os solos pobres e rasos da região, não suportem cultivos por mais de dois anos, sem a aplicação de insumos externos ao sistema (ARAÚJO FILHO & CARVALHO, 2001).

A produção de milho no sistema agropastoril aumentou do primeiro para o segundo ano e tendeu a estabilizar-se, mesmo com pequenas variações. A incorporação de cerca de 10,6 t de MO $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ permitiu crescimento na produção de milho até o limite da capacidade produtiva do solo. De maneira geral, a reciclagem de carbono foi elevada, bem como a de nitrogênio, o que garantiu a exploração da mesma área de solo por períodos prolongado, sem prejuízos à produção de grãos. Além disso, as práticas de manejo utilizadas na região, como desmatamento e queimadas, foram abolidas de vez da paisagem da caatinga.

No sistema tradicional, a produção de milho foi estatisticamente semelhante a do agropastoril, mas se se considerar que para cada hectare em produção existiam sete hectares em pousio, a produção foi muito baixa, em torno de 194,0 kg $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$, ou seja, 570% inferior ao sistema agropastoril. Além do mais, as práticas de agricultura itinerante conduzem a perdas na biodiversidade da fauna e da flora, aceleram os processos erosivos e diminuem a fertilidade do solo. As produções de milho, do sistema piloto, foram sempre decrescentes, indicando que as perdas de nutrientes e matéria orgânica, no solo cultivado

continuamente, são maiores do que as exigências da cultura. Em média, a produção do sistema agropastoril foi 140% superior a do sistema piloto. Assim, sem que haja recuperação da fertilidade do solo ou a aplicação de insumos externos ao sistema, o cultivo agrícola no semi-árido não tem sustentabilidade ecológica e os impactos sócio-econômicos são grandes.

A produção média de milho no sistema agropastoril (1299,0 kg) foi superior à encontrada por CARVALHO FILHO et al. (1994) de 700,0 kg, em condições semelhantes e inferior às relatadas por KANG et al. (1989; 1990) de 2000,0 kg, na Nigéria. No caso da produção média do sistema piloto (542,0 kg) os resultados são semelhantes aos encontrados por KANG et al. (1989; 1990) de 660 kg, nas mesmas regiões anteriores. Apesar da produção de milho no sistema agropastoril ser expressiva, com relação à encontrada na região, esta ainda é muito baixa considerando que em períodos de seca a produção pode apresentar rendimento 72 a 84% menor do que em ano normal (ARAÚJO FILHO & CARVALHO, 2001).

Talvez, a combinação da adubação nitrogenada (via incorporação da folhagem de leucena) com uma aplicação localizada de fósforo, possa aumentar a produtividade do milho de forma sustentável e a patamares competitivos com outras regiões do país, melhorando, assim, a qualidade de vida da população e diminuindo o êxodo rural.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Realizou-se um estudo em um sistema agropastoril, durante o período de 1998 a 2002, na Embrapa Caprinos, em Sobral, CE, objetivando-se avaliar a sustentabilidade da produção de milho, através da incorporação da folhagem da leucena, na forma de adubação verde, na região semi-árida do Nordeste brasileiro.

A produção sustentada de grãos, no semi-árido nordestino, é possível com a fixação da atividade agrícola, que é alcançada com a supressão do desmatamento indiscriminado, eliminação das queimadas e aporte de matéria orgânica ao sistema.

A reciclagem de carbono e nutrientes, juntamente com a adubação verde, representam as principais contribuições para o uso eficiente dos nutrientes e sustentabilidade da produção de milho, no sistema agropastoril.

A integração da agricultura com a pecuária constitui uma alternativa viável para trazer sustentabilidade à agricultura na caatinga. Para tanto, é necessário a redistribuição do esterco na área agrícola e que esta passe a ser utilizada como banco de proteína, no período seco.

A eficiência do sistema agropastoril, em termos de produção de grão de milho por área plantada, é 140% superior ao sistema piloto e 570% ao sistema tradicional.

Na região semi-árida do Nordeste brasileiro, os trabalhos de pesquisa com sistemas agroflorestais pecuários são escassos e numerosos desafios terão que serem enfrentados pela pesquisa e extensão. Os benefícios ambientais, sociais e econômicos dos SAF pecuários são de valores inestimáveis para a região, mas é preciso que se quebrem as barreiras que dificultam ou impedem sua ampla adoção pelos produtores rurais. As tentativas e ações neste sentido são necessárias para o desenvolvimento de alternativas que possibilitem sustar a degradação ambiental e recuperar a produtividade em níveis economicamente rentáveis e ecologicamente sustentáveis.

CAPÍTULO 3

MANEJO *IN SITU* DO SABIÁ (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.) PARA PRODUÇÃO SIMULTÂNEA DE MADEIRA E FORRAGEM, EM UM SISTEMA SILVIPASTORIL.

1. INTRODUÇÃO

As espécies lenhosas da vegetação da caatinga constituem fontes importantes de forragem para a alimentação animal e de madeira para usos diversos, destacando-se a produção de estacas e moirões para confecção de cercas e de lenha para consumo doméstico e industrial. No entanto, a exploração irracional destes recursos vem acarretando sua exaustão, pela destruição de sua biodiversidade com o desaparecimento das espécies de valor econômico.

Dentre as espécies lenhosas destaca-se a *Mimosa caesalpinifolia* Benth., comumente conhecida na região Nordeste como sabiá e nos estados do sudeste como sansão do campo. Árvore pequena, da família *Mimosaceae*, atinge uma altura de 7,0 a 10,0 m e cerca de 20,0 cm de diâmetro à altura do peito, quando

adulta. Normalmente, possui acúleos nos ramos, mas às vezes são encontrados exemplares inermes. Folhas opostas, bipinadas constituídas por quatro a seis folíolos. Flores brancas, pequenas, axilares, reunidas em espigas cilíndricas de 5,0 a 10,0 cm de comprimento. Os frutos são legumes articulados, planos, medindo de 7,0 a 10,0 cm de comprimento e de 10,0 a 13,0 mm de espessura. As sementes são lisas e duras, medindo 5,0 a 8,0 mm de diâmetro com dormência tegumentar. Suas raízes são relativamente espessas e em grande número, atingindo até 6,0 m de comprimento; o sistema radicular é radial e superficial, distribuído, basicamente, na camada de solo de 0,0 a 20,0 cm de profundidade (TIGRE, 1976; RIZZINI & MORS, 1976; COSTA, 1983; QUEIRÓZ, 1985; BRAGA, 1988; MENDES, 1989; CARVALHO et al., 1999). As raízes associam-se a bactérias do gênero *Rhizobium* fixadoras de nitrogênio (FRANCO et al., 1992) e a fungos vesículo-arbusculares que favorecem a absorção de fósforo (VASCONCELOS et al., 1984). Sua dispersão natural vai do Maranhão ao Rio Grande do Norte, sendo que a presença de sabiá em outros estados do Nordeste deve-se ao estabelecimento de povoamentos artificiais (DRUMOND et al., 1999).

Árvore de uso múltiplo, o sabiá devido ao seu rápido crescimento, rebrotação vigorosa, bom valor protéico e energético e resistência à seca é uma das espécies mais promissoras para utilização em sistemas agroflorestais pecuários na região semi-árida do Nordeste brasileiro. A espécie é utilizada como: madeireira, forrageira, melífera, em programas de reflorestamento, fixadora de nitrogênio, na revegetação de áreas degradadas e como cerca viva (DRUMOND et al., 1999; FARIA & CAMPELLO, 2000; FRANCO & CAMPELLO, 2000).

A exploração de madeira (lenha, estaca, moirões, etc.), nos sistemas tradicionais de produção no Nordeste brasileiro, é realizada com o desmatamento total predominando o corte raso não seletivo, sem reflorestamento ou manejo das rebrotações e queima do restante do material. Isto torna os produtores importadores deste produto e o sistema de produção com baixa sustentabilidade (RIBASKI, 1994; ARAÚJO FILHO & CARVALHO, 2001).

A lenha para uso doméstico e industrial destaca-se como o principal produto madeireiro da caatinga. Isto porque, a lenha constitui a principal fonte de

energia para grande parte da população sertaneja (RIEGELHAUPT et al., 1992). A análise da matriz energética mostra que, na região, de 30 a 50% do consumo industrial e doméstico de energia provêm da lenha, que pode alcançar acima de 70% (ZAKIA & VERSLYPE, 1990). Com a necessidade anual de 70,0 metros esterres (st) por família (ZAKIA & VERSLYPE, 1990), os pequenos e médios produtores estão longe de atender suas demandas, uma vez que, a taxa de incremento médio anual situa-se abaixo deste valor, o que os torna importadores deste produto.

O volume de lenha existente em uma caatinga arbustivo-arbóreo situa-se em torno de 52,0 st ha⁻¹ com uma taxa de incremento médio anual de 0,6 a 1,2 st ha⁻¹. Já para uma caatinga em estágio de sucessão arbóreo-arbustivo (mais de 40 anos sem derrubada e queima) avalia-se que o volume de lenha existente seja de cerca de 210,0 st ha⁻¹, com uma taxa de incremento médio anual de 5,3 st ha⁻¹. Para a obtenção de estacas, a idade de corte do sabiá, após uma derrubada e queima é em torno de, 15 anos (ARAÚJO FILHO & CARVALHO, 1997).

CARVALHO (1978) encontrou em plantios de sabiá com 11 anos de idade, espaçados de 2,0 x 2,0 m, uma altura média das plantas de 9,5 m e diâmetro de 8,0 cm. SUASSUNA (2003) avaliou a altura, o diâmetro e volume de madeira de um sabiazal com seis anos de idade (1975 a 1981), espaçado de 2,0 x 2,0 m e obteve os seguintes resultados: altura média das plantas 5,6 m e uma taxa de incremento médio anual de 0,9 m; diâmetro médio à altura do peito 4,5 cm e uma taxa de incremento médio de 0,8 cm e um volume médio de 0,0186 m³ e uma taxa de incremento médio de 0,0031 m³.

COUTO (1973) comparou a sobrevivência, dimensões das rebrotações e volume de madeira produzida, em *Eucalyptus saligna*, em São Paulo, com espaçamento de 2,0 x 2,0 m, sob três métodos de manejo (1, 2 e 3 rebrotações por tronco) e concluiu que a sobrevivência do tronco não foi afetada pelo número de rebrotações. A produção de estéreos de madeira foi menor com uma rebrotação e maior com três rebrotações por tronco. Houve pequena diferença na produção de duas e três rebrotações por tronco e o tratamento com duas rebrotações por tronco foi o mais recomendado.

Com relação à produção de forragem, vale salientar que a flora da caatinga é particularmente rica em espécies forrageiras, podendo, em algumas áreas, 70% das espécies lenhosas participarem significativamente da composição botânica da dieta de ovinos e caprinos (KIRMSE, 1984; PETER, 1992). Por outro lado, a forragem de espécies lenhosas pode compor de 27,8 a 88,4% da dieta daqueles pequenos ruminantes, dependendo da época do ano e da composição florística da vegetação (SOUZA, 1991; PETER, 1992).

ARAÚJO FILHO & CARVALHO (1998) avaliaram o sabiá quanto à sua fenologia e características bromatológicas. O sabiá alcançou a vegetação plena aos 37 dias após o início das chuvas, floresceu aos 102 dias e frutificou aos 143 dias. O teor de matéria seca das folhas variou de 33,6% na fase de vegetação plena a 34,9% na frutificação, com o restolho lenhoso (folhas secas no solo) atingindo cerca de 90,2% de matéria seca. A proteína bruta caiu de 19,2% na fase de vegetação plena para 14,3% na frutificação e para 5,6% no restolho lenhoso. O teor de lignina aumentou de 13,5% na vegetação plena para 19,7% na frutificação e 22,9% no restolho lenhoso, um dos maiores entre as espécies avaliadas. Por outro lado, o tanino foi de 4,9% na vegetação plena, aumentando para 8,6% no restolho lenhoso. Por fim, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca decresceu de 39,2% na fase de vegetação plena, para 28,7% na frutificação, atingindo 22,9% no restolho lenhoso. O consumo pelos animais das folhas do sabiá, quando verdes, é elevado, participando com valores de até 40,0% na composição botânica das dietas de bovinos, ovinos e caprinos. Porém, quando secas, sua contribuição na dieta desses ruminantes é muito baixa, alcançando valores inferiores a 3,0%. Na manipulação da vegetação da caatinga, o sabiá é uma árvore que deve ser rebaixada, com posterior manejo da rebrotação, o que permite a planta produzir vários produtos simultaneamente.

Este trabalho foi realizado em um sistema silvipastoril implantado há sete anos e objetivou-se o desenvolvimento de um sistema de manejo florestal sustentado do sabiá, para produção simultânea de madeira (lenha, estacote, estaca) e forragem, bem como a redução da extensão do ciclo de produção de madeira *in situ*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A descrição da localização do experimento e da área experimental encontram-se apresentadas no Capítulo 1.

2.1. Implantação do experimento

O experimento foi implantado em 1995, em um hectare da área silvicultural do sistema agrossilvipastoril. Toda a vegetação lenhosa dessa área foi controlada pelo corte da parte aérea, a uma altura de 30 cm do solo, determinando-se em seguida a densidade específica do sabiá (COX, 1970), que alcançou 1258 árvores ha⁻¹.

Durante o período de execução do trabalho, a precipitação anual média alcançou os totais de 1141,0 mm em 1995; 774,8 mm em 1996; 413,0 mm em 1997; 610,6 mm em 1998; 1224,9 mm em 1999; 1049,2 mm em 2000; 1002,5 mm em 2001 e 905,3 mm em 2002. A temperatura e a umidade relativa não variaram muito ao longo do experimento tendo distribuições mensais bastante semelhante às médias históricas.

O solo da área experimental era do tipo litólico eutrófico A fraco, textura média cascalhenta, bem drenado, pedregoso e rochoso, relevo suave ondulado,

substrato gnaisse. A vegetação era do tipo caatinga hiperxerófila, em estágio de sucessão secundária arbóreo-arbustivo, com uma cobertura pela copa das espécies lenhosas de, aproximadamente 90%. Além do sabiá as espécies arbustivo-arbóreas com maior ocorrência na área são: pau-branco (*Auxemma oncocalyx* Taub.), mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.), marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), catingueira (*Caesalpinia bracteosa* Tul.) e o frei jorge (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham.).

2.2. Avaliações

Após o corte de uniformização nas plantas de sabiá, realizado no início do trabalho, novembro de 1995, foram aplicados os seguintes tratamentos experimentais de manejo das rebrotações: 1 – crescimento de um fuste com controle do restante das rebrotações; 2 – crescimento de dois fustes com controle do restante das rebrotações; 3 – crescimento de três fustes com controle do restante das rebrotações e 4 – crescimento dos fustes sem controle das rebrotações. Anualmente, foi realizado o controle da vegetação lenhosa da área e das rebrotações em todos os tratamentos, com exceção do tratamento 4. Cada tratamento foi constituído por 12 plantas, em que cada grupo de três plantas constituía uma parcela experimental. As plantas foram aleatoriamente selecionadas e marcadas permanentemente.

Ao final do período experimental, em todas as plantas, mensuraram-se as seguintes variáveis: diâmetro a altura do peito (DAP), altura das plantas, produção de estacas, estacotes e lenha. Independentemente dos tratamentos, quantificou-se, também, a disponibilidade de fitomassa lenhosa até altura de 1,6 m.

O DAP foi obtido a altura de 1,3 m usando-se um paquímetro com precisão de 0,1 mm. Após a obtenção do DAP as árvores foram cortadas a cinco centímetros de altura do solo, manualmente, com o auxílio de um machado e determinado a altura das plantas com o uso de uma fita métrica. Para produção de estacas, estacotes e lenha consideraram-se os seguintes dados: estaca,

diâmetro maior do que 7,0 cm e comprimento de 2,2 m; estacote, diâmetro entre 5,0 e 6,9 cm e comprimento de 1,1 m; lenha, diâmetro entre 3,0 e 4,9 cm e comprimento de 1,0 m. A produção de lenha foi obtida em metros esterres (st) que corresponde no caso do sabiá a 0,7 m³ (SUASSUNA, 1982). Os resultados para as produções foram expressos por hectare.

No último ano de realização do trabalho foi realizada uma avaliação da disponibilidade de fitomassa lenhosa (folhas e ramos herbáceos ao alcance dos animais) nas rebrotações, independentemente dos tratamentos. As épocas de coletas foram março, junho, setembro e dezembro. A disponibilidade foi obtida pesando a folhagem de uma rebrotação e multiplicando este pelo número total de rebrotações. Foram amostradas 70 árvores em cada período do ano. Uma amostra composta foi levada para uma estufa de circulação forçada de ar e seca a 65°C, por 48 horas, seguindo-se a pesagem, foi obtido o peso do material pré-seco.

2.3. Tratamento estatístico dos dados

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente por intermédio de um delineamento experimental inteiramente casualizado, onde a unidade experimental era composta de três plantas. As análises de variância foram realizadas utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Models) do SAS (Statistical Analysis System) (LITTELL et al., 1991). Para a comparação das médias das variáveis estudadas, utilizou-se o teste LSD (Least Significant Difference) (LI, 1965), conforme o modelo estatístico abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + P_i + e_{ij}$$

Onde:

Y_{ij} = Valor referente ao i-ésimo tratamento na j-ésima repetição.

μ = Média geral.

P_i = Efeito do i-ésimo tratamento com $i = 1, 2, 3$ e 4 .

e_{ij} = Erro aleatório associado a cada observação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância para os tratamentos estudados mostrou diferenças ($P < 0,05$) para os parâmetros DAP, altura das plantas, produção de estaca, estacote e lenha (Quadro 6A).

À medida que se aumentou o número de fustes da planta, o DAP diminuiu ($P < 0,05$) (Quadro 1). O DAP médio variou de 4,5 a 6,8 cm com taxa de incremento médio de 0,6 a 1,0 cm ano⁻¹, para os tratamentos 4 e 1, respectivamente.

Os dados colhidos para altura das plantas mostraram tendência semelhante aos do DAP, porém sem diferença estatística. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos 1 e 2 e entre os tratamentos 2 e 3, no entanto todos diferiram ($P < 0,05$) do tratamento 4. A altura média das plantas variou de 6,8 a 7,2 m (Quadro 1), com uma taxa de incremento médio de 0,9 a 1,0 m ano⁻¹, para os tratamentos 4 e 1, respectivamente.

Em termos de produção de estacas, esta tendeu a diminuir com o aumento do número de fustes, embora sem diferença estatística. O tratamento 1 diferiu ($P < 0,05$) dos tratamentos 3 e 4, porém não diferiu ($P > 0,05$) do tratamento 2. O número de estacas variou de 210 a 713 und ha⁻¹ para os tratamentos 4 e 1, respectivamente (Quadro 2).

Quadro 1 – Diâmetro à altura do peito (DAP) e altura das plantas de sabiá, para um ciclo de sete anos, em um sistema silvipastoril, 1996 a 2002, Sobral, CE.

Tratamento	DAP*	Altura
	--cm--	--m--
1	6,8a	7,2a
2	5,9b	7,0ab
3	5,3c	6,8b
4	4,5d	6,2c

Médias, na mesma coluna, seguidas de letras distintas são diferentes ($P < 0,05$) pelo teste LSD.

* O DAP foi obtido a uma altura de 1,3 m acima do solo.

A produção de estacotes seguiu tendência própria, havendo crescimento na produção até o tratamento com dois fustes e depois diminuição. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos 2 e 3, mas estes diferiram ($P < 0,05$) do tratamento 1. A produção média de estacotes variou de 2642 a 1384 und ha^{-1} para os tratamentos 2 e 1, respectivamente (Quadro 2).

Em relação à produção de lenha, esta aumentou ($P < 0,05$) com o aumento do número de fustes. As médias da produção de lenha variaram de 19,6 a 86,0 st ha^{-1} para os tratamentos 1 e 4, respectivamente (Quadro 2).

A disponibilidade de folhas e ramos herbáceos ao alcance dos animais, obtida nos tratamentos, variou com a época do ano. A produção ao meio do período chuvoso (março) foi de 357,0 kg ha^{-1} , ao final do período chuvoso (junho) de 135,0 kg ha^{-1} , ao meio do período seco (setembro) de 8,0 kg ha^{-1} e ao final do período seco (dezembro) de 0,0 kg ha^{-1} .

Os tratamentos mostraram diferenças marcantes com relação ao DAP. Estas foram devido ao crescimento das plantas e ao controle sistemático das rebrotações, ou seja, o controle das rebrotações diminui a competição, permitindo o aumento no diâmetro do fuste remanescente. Os dados obtidos neste trabalho, em todos os tratamentos, são inferiores aos encontrados por CARVALHO (1978), 8,0 cm, com uma taxa de incremento médio de 0,7 cm ano^{-1} . No entanto, foram

superiores aos encontrados por SUASSUNA (2003) de 4,5 cm, com taxa de incremento médio de 0,8 cm ano⁻¹. As diferenças encontradas entre os trabalhos devem-se a não realização do controle sistemático das rebrotações e ao plantio mais adensado. No primeiro estudo, o ciclo de produção era maior, o que permitiu maior crescimento das plantas e, conseqüentemente, maior DAP. Já no segundo estudo, o DAP diminuiu devido à redução no ciclo de colheita.

Quadro 2 – Produção de estacas, estacotes e lenha e produção total de madeira do sabiá, para um ciclo de sete anos, em um sistema silvipastoril, 1996 a 2002, Sobral, CE.

Tratamento*	Produção			Total
	Estacas -----und ha ⁻¹ -----	Estacotes	Lenha -----st ha ⁻¹ -----	
1	713a	1384c	19,6d	40,7
2	545ab	2977a	46,1c	74,0
3	336bc	2642ab	59,6b	81,7
4	210c	2055bc	86,0a	102,3

Médias, na mesma coluna, seguidas de letras distintas são diferentes (P<0,05) pelo teste LSD.

A altura das plantas (Quadro 1) seguiu tendência semelhante à variação do DAP, embora o tratamento sem controle das rebrotações tenha sido inferior (P<0,05) a todos os outros. A planta com maior número de fustes fica mais esgalhada, o que aumenta a área de sua copa e diminui sua altura. Fisiologicamente, há maior competição dos fustes pelos recursos (água, luz, nutrientes, minerais) disponíveis, retardando o crescimento individual dos mesmos. Os resultados encontrados neste trabalho em termos de incremento médio 0,9 a 1,0 m ha⁻¹ para os tratamento 1 a 4, respectivamente, assemelham-se aqueles encontrados por CARVALHO (1978) de 0,9 m ano⁻¹ e SUASSUNA (2003) de 0,9 m ano⁻¹. As diferenças quanto a altura das plantas foram pequenas, em relação aos tratamentos com um, dois e três fustes, o que permite inferir que no

manejo do sabiá pode-se deixar de um a três fustes crescerem sem comprometimento da altura das plantas.

A produção de estacas tendeu a aumentar com a diminuição do número de fustes, mas as diferenças não foram significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos. O tratamento 1 apresentou maior produção (713 und ha^{-1}) em função do controle sistemático das rebrotações, que reduz a competição entre os fustes, permitindo que a planta possa direcionar maior quantidade de nutrientes para seu crescimento volumétrico. Já com o tratamento 4 ocorreu o inverso, apresentando menor produção (210 und ha^{-1}). Dentro de um plano de manejo florestal sustentado, se o objetivo for à produção de estacas, preferencialmente deve-se deixar crescer um fuste e controlar as rebrotações remanescentes.

No caso dos estacotes, os tratamentos com dois fustes (2977 und ha^{-1}) e três fustes (2642 und ha^{-1}) foram os mais produtivos. Como o comprimento e o diâmetro dos estacotes são menores em relação aos das estacas, era presumível que os tratamentos com dois e três fustes fossem superiores aos demais, visto que em um mesmo fuste poderiam ser produzidos vários estacotes. O tratamento de um fuste, por apresentar maior DAP foi inferior a todos os outros tratamentos. No caso do tratamento sem controle das rebrotações, apesar deste apresentar maior número de fustes, os seus diâmetros muitas vezes não alcançavam o valor admitido para estacote, o que reduziu seu número em relação aos tratamentos 2 e 3. Se o objetivo, dentro de um plano de manejo florestal sustentado, for à produção de estacotes, deve-se deixar crescer dois ou três fustes e controlar as rebrotações remanescentes.

A produção de lenha foi maior no tratamento sem controle das rebrotações ($86,0 \text{ st ha}^{-1}$), diminuindo progressivamente com a diminuição do número de fustes (Tratamento 1 = $19,6 \text{ st ha}^{-1}$). O maior número de fustes com menor diâmetro proporcionou maior quantidade de lenha no tratamento sem controle das rebrotações. Desta forma, quando se objetiva a produção de lenha, dentro de um plano de manejo florestal sustentado, não se deve controlar as rebrotações.

A produção total de madeira aumentou com o aumento do número de fustes, variando de 40,7 a 102,3 st ha⁻¹ para os tratamentos 1 a 4, respectivamente (Quadro 2). Tendência semelhante foi observada por COUTO (1973) em trabalho com eucalipto, sob três métodos de manejo (1, 2 e 3 rebrotações por tronco). A taxa de incremento médio anual variou de 5,81 a 14,61 st ha⁻¹. Estes valores são superiores aos apresentados por ARAÚJO FILHO & CARVALHO (1997) para caatinga arbustiva (1,2 st ha⁻¹) e arbórea (5,25 st ha⁻¹) sem qualquer manejo após o corte da vegetação. O manejo das rebrotações do sabiá permitiu maior incremento anual de madeira e redução do ciclo produtivo de 15 para sete anos. Em termos econômicos, o melhor tratamento foi o de dois fustes que totalizou R\$ 1874,10 (Quadro 3) para um ciclo de sete anos, proporcionando uma renda de R\$ 267,73 por ha ano⁻¹. O maior retorno econômico no tratamento 2 se verifica em função do preço diferenciado dos produtos, apesar do tratamento sem controle das rebrotações ter apresentado maior produção de madeira.

Quadro 3 – Valor da produção de estaca, estacote e lenha do sabiá, para um ciclo de sete anos, em um sistema silvipastoril, 1996 a 2002, Sobral, CE.

Tratamento	Valor (R\$)			Total (R\$)
	Estaca ¹	Estacote ²	Lenha ³	
1	713,00	553,60	58,8	1325,40
2	545,00	1190,80	138,30	1874,10
3	336,00	1056,80	178,80	1571,60
4	210,00	822,00	258,00	1290,00

¹ – Valor unitário da estaca R\$ 1,00.

² – Valor unitário do estacote R\$ 0,40.

³ – Valor do metro esteres de lenha R\$ 3,00

A disponibilidade de folhas e ramos herbáceos do sabiá, durante o período chuvoso, foi relativamente boa e apenas discreta no período seco do ano, em função da queda das folhas. Os animais tiveram acesso à parcela silvicultural do sistema durante o período chuvoso do ano, quando a oferta de forragem era

adequada, quantitativa e qualitativamente. Tal fato é consoante com o relatado por ARAÚJO FILHO & CARVALHO (1998) que as folhas do sabiá têm participação significativa na composição botânica das dietas dos ruminantes quando verdes. No período seco do ano, o restolho lenhoso (folhas caídas ao solo) tem baixa participação na composição botânica da dieta dos animais, por isso estas devem permanecer na área, protegendo o solo contra a erosão, lixiviação, contribuindo nos processos de transferência de nutrientes entre o sistema solo – planta (ciclagem biogeoquímica), evitando, assim, a aceleração dos processos de degradação ambiental.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Realizou-se um estudo em um sistema silvipastoril, durante um ciclo de sete anos, na Embrapa Caprinos, em Sobral, CE, objetivando-se o desenvolvimento de um sistema de manejo florestal sustentado do sabiá para produção simultânea de madeira e forragem, bem como a redução da extensão do ciclo de produção de madeira *in situ*.

O rebaixamento da copa com o manejo subsequente das rebrotações permite verticalizar a produção, contribuindo desta forma, para o aumento da produção de madeira e forragem, bem como redução do ciclo produtivo de 15 para 7 anos.

O crescimento de dois fustes com o controle do restante das rebrotações resultou em maior retorno econômico, proporcionando maior renda adicional por hectare e por ano, além de boa produção de forragem, muito embora o tratamento sem controle das rebrotações apresente maior produção total de madeira.

A taxa de incremento médio anual de produção de madeira em todos os tratamentos estudados é superior aos encontrados nos sistemas de produção tradicionais em uso na região semi-árido nordestina.

Em um sistema de manejo florestal sustentado, dependendo do objetivo do produtor, pode-se direcionar o crescimento dos fustes para produção de estacas, estacotes e lenha, sem o comprometimento da produção de forragem.

O manejo florestal da vegetação da caatinga ainda é incipiente e as recomendações técnicas escassas. A geração de tecnologias de manejo *in situ* tem buscado soluções sustentáveis, para a manipulação da vegetação, visando à obtenção simultânea de vários produtos. O objetivo final destas práticas agroflorestais é a melhoria das condições sócio-econômica das populações carentes e a necessária flexibilidade do sistema no que tange à diversificação da produção, para enfrentar com sucesso as incertezas climáticas da região.

CONCLUSÕES

Em termos de produção animal, não há diferença no desempenho das matrizes e de seus cordeiros entre os sistemas agrossilvipastoril e o tradicional, mas quando são consideradas as produções por área o agrossilvipastoril é cerca de 245% superior ao tradicional. A suplementação energético-protéica das matrizes é indispensável, no período seco do ano e nas fases do ciclo reprodutivo em que a demanda por nutrientes se acentua, pois melhora os índices produtivos e reprodutivos.

A produção sustentada de milho, no semi-árido nordestino, é possível com a fixação da atividade agrícola, que é alcançada com a supressão do desmatamento indiscriminado, eliminação das queimadas e aporte de matéria orgânica ao sistema, via adubação verde com leucena. A eficiência do sistema agropastoril, avaliado como produção de grão de milho por área plantada, é 140% superior ao sistema piloto e 570% ao sistema tradicional.

No manejo florestal, constata-se que o rebaixamento da copa e o manejo subsequente das rebrotações do sabiá permitem verticalizar a produção, contribuindo, desta forma, para o aumento da produção de madeira e forragem, bem como reduz o ciclo produtivo de 15 para 7 anos. O crescimento de dois fustes com o controle do restante das rebrotações resulta em maior retorno

econômico, muito embora o tratamento sem controle das rebrotações apresente maior produção total de madeira. Assim, no sistema silvipastoril, o incremento na taxa de produção de madeira foi de cerca de 211% em relação ao sistema tradicional em uso na região semi-árida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABASSA, K.P.; PESSINABA, J.; ADESHOLA-ISHOLA, A. Croissance pré-sevrage Djallanke au Center de Kolokopé (Togo). **Revue D`Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux**, v.45, n.1, p.49-59, 1992.
- ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C. **Desenvolvimento sustentado da caatinga**. Sobral, CE: Embrapa Caprinos, 1997. 19p. (Embrapa Caprinos. Circular Técnica, 13).
- ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C. **Fenologia e valor nutritivo de espécies lenhosas caducifólias da caatinga**. Sobral, CE: EMBRAPA - CNPC, 1998. 5p. (EMBRAPA-CNPC. Comunicado Técnico, 39).
- ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C. Sistemas de produção agrossilvipastoril para o semi-árido nordestino. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; CARNEIRO, J.C. (Eds.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora, MG: Embrapa Gado de Leite, 2001, p.101-110.
- ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C.; GARCIA, R.; SOUSA, R.A. Efeitos da manipulação da vegetação lenhosa sobre a produção e compartimentalização da fitomassa pastável de uma caatinga sucessional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.11-19, 2002.
- ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C.; SILVA, N.M. **Criação de ovinos a pasto no semi-árido nordestino**. Sobral, CE: Embrapa Caprinos, 1999. 18p. (Embrapa Caprinos. Circular Técnica, 19).

- ARAÚJO FILHO, J.A.; SOUSA, F.B.; CARVALHO, F.C.; PEREIRA FILHO, J.M.; SILVA, N.M.; LEITE, E.R.; PEREIRA, J.A. **Efeitos dos níveis crescentes de melhoramento da caatinga sobre o desempenho de ovinos no sertão cearense**. Sobral, CE: EMBRAPA-CNPC, 1998. 10p. (EMBRAPA. Programa 06 – Produção Animal. Subprojeto 06.0.94.103-03 – Relatório Final).
- ARAÚJO FILHO, J.A.; TORRES, S.M.S.; GADELHA, J.A.; MACIEL, D.F.; CATUNDA, A.G. **Estudo de pastagem nativa do Ceará**. Fortaleza, CE: BNB, 1982. 75p. (Estudos Econômicos e Sociais, 13).
- ARAÚJO FLHO, J.A.; VALE, L.V.; ARAÚJO NETO, R.B. de; et al. Dimensões de parcelas para amostragem do estrato herbáceo da caatinga raleada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23, 1986, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, MS: SBZ, 1986. p.268.
- ATTA-KRAH, A.N. Alley farming with *Leucaena*: effect of short grazed fallows on soil fertility and crop yields. **Experimental Agriculture**, v.26, p.1-10, 1990.
- ÁVILA, S.V.; OSÓRIO, J.C.S. Efeito do sistema de criação, época de nascimentos e ano na velocidade de crescimento de cordeiros. **Revista da Sociedade Brasileiro de Zootecnia**, v.25, n.5, p.1007-1016, 1996.
- BARBIERI, M.E.; SILVA, F.L.R.; FIGUEIREDO, E.A.P. Avaliação de ovinos da raça Somalis, no Ceará. II. Crescimento e mortalidade das crias. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, PB: SBZ, 1991. p.596.
- BARROS, N.N.; SIMPLÍCIO, A.A. **Produção intensiva de ovinos de corte**. Sobral, CE: Embrapa Caprinos, 2001. 36p. (Embrapa Caprinos. Documentos, 37).
- BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. Natal, RGN: ESAM, 1988. 540p.
- BURGUER, D.; BRASIL, E.C.; FLOHRSCHUTZ, G.H.H.; LENTHE, H.R.; STOLBERG-WERNIGEROD, A.G.Z.; WOLLERSEN, T. **Aproveitamento de capoeira como fonte de adubo orgânico para a utilização e conservação do solo da Amazônia**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU/GTZ, 1986. p.203-221. (Relatório Final do Convênio).
- CARVALHO FILHO, O.M.; BARRETO, A.C.; LANGUIDEY, P.H. **Sistema integrado leucena, milho e feijão para pequenas propriedades da região semi-árida**. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA/EMBRAPA-CPATC, 1994. 18p. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 31).

- CARVALHO, F.C.; ARAÚJO FILHO, J.A.; GARCIA, R.; PEREIRA FILHO, J.M.; ALBUQUERQUE, V.M. Efeito do corte da parte aérea na sobrevivência do marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell.Arg.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.03, p.930-934, 2001. (Suplemento 1).
- CARVALHO, J.H.; MAIA, C.M.N.A.; AMORIM, G.C. Seleção de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.) sem acúleos no Meio Norte. In: QUEIROZ, M.A.; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R. (eds.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. (on line). Versão 1.0. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido / Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. Disponível em <http://www.cpatsa.embrapa.br>.
- CARVALHO, R.F. Desenvolvimento de algumas espécies florestais nativas e exóticas, plantadas na Estação Florestal de Experimentação de Saltinho, PE. **Brasil Florestal**, v.9, n.34, p.51-56, 1978.
- CHONG, D.T.; TAJUDDIN, I; ABD. SAMAT, M.S. Stocking rate effect on sheep and forage productivity under rubber in Malaysia. In SHELTON, H.M.; STÜR, W.W. (eds.). **Forages for plantations crops**. Canberra, Austrália: ACIAR, 1991. p.102-106. (ACIAR Proceedings, 32).
- COSTA, M.G. **O sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.)**. Areia, PB: UFPB-CCA, 1983. 16p. (Universidade Federal da Paraíba – CCA. Boletim Técnico, 4).
- COUTO, H.T.Z. **Condução da brotação do *Eucalyptum saligna* com 1, 2 e 3 brotos por touça**. Piracicaba, SP: ESALQ - USP, 1973. 51p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz – Universidade de São Paulo, 1973.
- COX, G.W. **Laboratory manual of general ecology**. Debuque, EUA: WCB, 1970. 165p.
- DRUMOND, M.A.; OLIVEIRA, V.R.; LIMA, M.F. *Mimosa caesalpiniiifolia*: Estudos de melhoramento genético realizados pela Embrapa Semi-Árido. In: QUEIROZ, M.A.; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R. (eds.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. (on line). Versão 1.0. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido / Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. Disponível em <http://www.cpatsa.embrapa.br>.
- EVENSEN, C.I.; DIEROLF, T.; YOST, R. Alley farming on highly weathered soils: cumulative effects on field and soil properties. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY, 83, Denver, EUA, 1991. **Proceeding...** Madison, EUA: American Society of Agronomy, 1991. 66p.

- FARIA, S.M.; CAMPELLO, E.F.C. **Algumas espécies de leguminosas fixadoras de nitrogênio recomendadas para revegetação de áreas degradadas.** Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2000. 8p. (Embrapa Agrobiologia. Recomendação Técnica, 7).
- FERNANDES, E.C.M.; DAVEY, C.B.; NELSON, L.A. Alley cropping on an acid soil in the upper Amazon: much, fertilizer, and hedgerow root pruning effects. In: American Society of Agronomy (ed.). **Technologies for sustainable agriculture in the tropics.** Madison, EUA:, ASA, 1993. p.77-96. (Special Publication, 56).
- FIGUEIRÓ, P.R.P.; BENAVIDES, M.V. Produção de carne ovina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27, 1990, Campinas, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1990. p.15-31.
- FONTELES, F.A. **Desempenho produtivo de ovinos crioulos sob três sistemas de acasalamento.** Sobral, CE: UVA, 2003. 56p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Estadual Vale do Acaraú, 2003.
- FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.C. **Cercas vivas com sansão do campo.** Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2000. 4p. (Embrapa Agrobiologia. Recomendação Técnica, 9).
- FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.C.; SILVA, E.M.R.; FARIA, S.M. **Revegetação de solos degradados.** Seropédica, RJ: EMBRAPA-CNPAB, 1992. 9p. (EMBRAPA-CNPAB. Comunicado Técnico, 9).
- FUNCEME. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Fortaleza, CE: [http:// www.funceme.br](http://www.funceme.br), 2001. Acesso em 04/04/2001.
- HAUMESSER, J.B.; GERBALDI, P. Observations sur la reproduction et 1 élevage du mouton Oudah nigérien. **Revue D'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux**, v.33, n.2, p.205-213, 1980.
- HAYNES, R.J.; WILLIAMS, P.H. Nutrient cycling and soil fertility in grazed pasture ecosystem. **Advances in Agronomy**, v.49, p.119-199, 1993.
- HUMPHREYS, L.R. **Tropical forages: their role in sustainable agriculture.** Essex, England: Longman Scientific & Technical, 1994. 414p.
- KANG, B.T. Alley cropping – soil productivity and nutrient recycling. **Forest Ecology and Management**, v.91, n.1, p.75-82, 1997.

- KANG, B.T.; DUGUMA, B. Nitrogen movement in alley cropping systems. In: KANG, B.T. & VAN DER HEIDE, J. (eds.). **Nitrogen in farming systems in the humid and subhumid tropics**. Haren, The Netherlands: Institute of Soil Fertility, 1985. p.269-284.
- KANG, B.T.; GRIMME, H.; LAWSON, T.L. Alley cropping sequentially cropped maize and cowpea with leucaena on a sandy soil in southern Nigéria. **Plant and Soil**, v.85, n.2, p.267-277, 1985.
- KANG, B.T.; REYNOLDS, L.; ATTA-KRAH, A.N. Alley farming. **Advances in Agronomy**, v.43, p.315-359, 1990.
- KANG, B.T.; VAN DER KRUIJS, A.C.B.M.; COOPER, D.C. Alley cropping for food production in the humid and subhumid tropics. In: KANG, B.T.; REYNOLDS, L. (Eds.). **Alley farming in the humid and subhumid tropics**. Ottawa, Canada: International Development Research Centre, 1989. p.16-26.
- KANG, B.T.; WILSON, G.F.; SIPKENS, L. Alley cropping maize (*Zea mays* L.) and leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) in southern Nigeria. **Plant and Soil**, v.63, n.2, p.165-179, 1981.
- KIRMSE, R.D. **Effects of clearcutting on forage production, quality and decomposition in the caatinga woodland Northeastern Brazil: implications to goat and sheep nutrition**. Logan, EUA: Utah State University, 1984. 150p. (Tese Ph.D) – Utah State University, 1984.
- LEITE, E. R.; CÉSAR, M. F.; ARAÚJO FILHO, J. A. Efeitos do melhoramento da caatinga sobre os balanços protéico e energético na dieta de ovinos. **Ciência Animal**, v.12, n.1, p.67-73, 2002.
- LI, J.C.R. **Statistical inference**. New York, EUA: Edwards Brothers, 1965. 658p.
- LITTELL, R.C.; FREUND, R.J.; SPECTOR, P.C. **SAS® system for linear models**. Cary, NC, EUA: SAS Institute Inc., 1991. 329p.
- MATHUVA, M.N.; RAO, M.R.; SMITHSON, P.C.; COE, R. Improving maize (*Zea mays*) yields in semiarid highlands of Kenya: agroforestry or inorganic fertilizers? **Field Crops Research**, v.55, n.1-2, p.57-72, 1998.
- MENDES, B.V. **Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.): valiosa forrageira arbórea e produtora de madeira das caatingas**. Mossoró, RGN: ESAM, 1989. 31p. (ESAM. Coleção Mossoroense, 660 - Série B).

- MIÑÓN, D.P.; DURAÑONA, G.G.; GARCÍA VINENT, J.C.; GIORGETTI, H.D.; RODRÍGUEZ, G.D. Semiarid grassland and winter cereals for lamb production in northeast Patagonia, Argentina. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19, 2001, Piracicaba. **Proceedings...** Piracicaba, SP: FEALQ, 2001. p.664-665.
- MUKASA–MUGERWA, E.; NEGUSSIE, A.; SAID, A. N. Effect os pestoweaning level of nutrition on the early reproductive performance and productive indices of Mens sheep. **Journal of Applied Animal Research**, v.5, n.1, p.53-61, 1994.
- NAIR, P.K.R.; BURESH, R.J.; MUGENDI, D.N.; LATT, C. Nutrient cycling in tropical agroforestry systems: myths and science. In: BUCK, L.E.; LASSOIE, J.P.; FERNANDES, E.C.M. (eds.). **Agroforestry in sustainable agricultural systems**. London, England: Lewis Publishers, 1999. p.1-31.
- PETER, A.M.B. **Composição botânica e química da dieta de bovinos, caprinos e ovinos em pastejo associativo na caatinga nativa do semi-árido de Pernambuco**. Recife, PE: UFRPE, 1992. 86p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1992.
- POWELL, J.M.; FERNÁNDEZ-RIVERA, S.; HÖFS, S. Effects of sheep diet on nutrient cycling in mixed farming systems of semi-arid West Africa. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v.48, p.263-271, 1994.
- PROCTOR, J. Nutrient cycling in primary and old secondary rainforest. **Applied Geography**, n.7, p.135-152, 1987.
- QUEIRÓS, J.S. **The acarau valley in Northeast Brazil: vegetation, soils and land use**. Logan, Utah, EUA: Utah State University, 1985. 210p. (Tese Ph.D) – Utah State University, 1985.
- RAMOS, A.D.; MARINHO, E.H. **Caracterização dos solos de áreas experimentais do Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos**. Sobral, CE: EMBRAPA–CNPQ, 1980. 62p. (EMBRAPA–CNPQ. Boletim de Pesquisa, 1.)
- RAO, M.R.; NAIR, P.K.R.; ONG, C.K. Biophysical interaction in tropical agroforestry systems. In: NAIR, P.K.R. & LATT, C.R. (eds.). **Directions in tropical agroforestry research**. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998. p.3-50. (Forestry Sciences, 53).
- RIBASKI, J. Sistemas agroflorestais para o desenvolvimento sustentável do semi-árido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, I, Porto Velho, RO, 1994. **Anais....** Colombo, PR: EMBRAPA-CNPQ, 1994. p.149-158. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 27).

- RIEGELHAUPT, E.; ANZIANI, M.P.; ZAKIA, M.J.B.; CAMPELLO, F.C.B.; GARIGLIO, M.A.; SENA, C.M. **O programa de ação florestal do Rio Grande do Norte: integração de atividades florestais nas atividades rurais tradicionais do semi-árido**. Natal, RGN: IBAMA, 1992. 19p. (IBAMA. Documento de Campo, 5).
- RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica econômica brasileira**. São Paulo, SP: EPU-EDUSP, 1976. 235 p.
- RODA, D.S.; SANTOS, L.E.; CUNHA, E.A.; BIANCHINE, D.; FEITOSA, A.S.L. Desempenho de ovinos em sistemas de acasalamento a cada oito meses. **Boletim de Indústria Animal**, v.50, n.1, p.49-54, 1993.
- ROMBAUT, D. Comportement du mouton Djallonké en élevage rationel. **Revue D ´Élevage et de Medecine Veterinaire des Pays Tropicaux**, v.33 n.4, p.427-439, 1980.
- SCHART, W.H. **Wood and forage production in cleared and thinned dry tropical woodland: implications to goat nutrition**. Logan, EUA: Utah State University, 1987. 102p. (Tese Ph.D) - Utah State University, 1987.
- SEGURA, J.C.; SARMIENTO, L.; ROJAS, O. Productivity of Pelibuey and Blackbelly ewes in México under extensive management. **Small Ruminant Research**, v.21, n.1, p. 57-52, 1996.
- SHELTON, H.M. The *Leucaena* genus: new opportunities for agriculture. In SHELTON, H.M.; GUTTERIDGES, R.C.; MULLEN, B.F.; BRAY, R.A. (eds.). **Leucaena – adaptation, quality and farming systems**. Canberra, Austrália: ACIAR, 1998. p.15-24. (ACIAR Proceedings, 86).
- SILVA, F.L.R.; LIMA, F.A.M.; SHELTON, J.M. Desempenho produtivo e reprodutivo da raça Somalis. In: REUNIÃO TÉCNICA CIENTÍFICA DO PROGRAMA DE APOIO À PESQUISA COLABORATIVA DE PEQUENOS RUMINANTES, 1, 1986, Sobral. **Anais...** Sobral, CE: EMBRAPA-CNPC/SR-CRISP, 1986b. p.347-353.
- SILVA, R.L.R.; LIMA, F.A.M.; BARROSO FILHO, J.B. Desempenho reprodutivo de ovelhas Crioulas mantidas em fazendas tradicionais de manejo no Ceará. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23, 1986, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, MT: SBZ, 1986a, p.341.
- SIMPLÍCIO, A.A.; PINTO, F.B.T.; NUNES, J.F. Comportamento produtivo de ovinos sem raça definida submetidos ao manejo tradicional de criação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 17, 1980, Fortaleza. **Anais....** Fortaleza, CE: SBZ, 1980. p 213.

- SIMPLÍCIO, A.A.; RIEIRA, G.S.; FIGUEIREDO, E.A.P.; NUNES, J.F. Desempenho produtivo de ovelhas da raça Somalis Brasileira no Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.12, p.1795-1803, 1982.
- SINGH, R.P.; ONG, C.K.; SAHARAN, N. Above and below ground interactions in alley cropping in semiarid India. **Agroforestry Systems**, v.9, p.259-274, 1989.
- SOUZA, P.Z. **Flutuações estacionais da dieta de caprinos e ovinos em pastejo combinado na região dos Inhamuns, Ceará**. Fortaleza, CE: UFC, 1991. 98p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, 1991.
- SPAIN, J.M.; SALINAS, J.G. A reciclagem de nutrientes nas pastagens tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS, 1984, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus, BA: CEPLAC, 1985. p.259-299.
- SUASSUNA, J. **Contribuição para o cálculo de volume do sabiazeiro (*Mimosa caesalpinifolia* Benth.)**. Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 2003. Textos on line. [http:// www.fundaj.gov.br](http://www.fundaj.gov.br). Acesso em 01/05/2003.
- SUPRIYATI, O; BUDIARSANA, I.G.M.; SAEFUDIN, Y.; SUITAMA, Y.K. The effect of feeding gliciridia on reproductive and productive performances of javanese fat-tailed sheep. **Journal–Ilmu–Ternak–dan–Veteriner**, v.1, n.1, p.16-20, 1995.
- SZOTT, L.T.; FERNANDES, E.C.M.; SANCHEZ, P.A. Soil – plant interactions in agroforestry systems. **Forest Ecology and Management**, v.45, n.1-4, p.127-152, 1991.
- TIGRE, C. B. **Estudos de silvicultura especializada do Nordeste**. Mossoró, RGN: ESAM, 1976. 236 p. (ESAM. Coleção Mossoroense, 41).
- VAN DEN BELDT, R.J. Agroforestry in the semiarid tropics. In: MACDICKEN, K.G. & VERGARA, N.T. (eds.). **Agroforestry: classification and management**. New York, EUA: John Wiley & Sons, 1990. p.150-194.
- VASCONCELOS, I.; ALMEIDA, R.T.; MENDES FILHO., P.F.; LANDIM, C.M.U. Comportamento de 13 estirpes de *Rhizobium* sp. em simbiose com sabiá *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. **Ciência Agrônômica**, v.15, n.1/2, p.133-138. 1984.
- VITOUSEK, P.M. Literfall, nutrient cycling and nutrient limitation in tropical forest. **Ecology**, v.65, p.285-298, 1984.

YOUNG, A. **Agroforestry for soil management**. Wallingford, UK: CAB International, 1997. 320p.

ZAKIA, M.J.B.; VERSLYPE, C.G. **O consumo anual de energéticos florestais no Rio Grande do Norte**. Natal, RGN: IBAMA, 1990. 9p.(IBAMA. Circular Técnica, 5).

APÊNDICE

APÊNDICE

Quadro 1 – Análise da variância para peso das matrizes ao pós-parto.

Fonte de variação	G.L.	Quadrado médio	F	P > F
Sistema de produção	1	2,0497	0,08	0,7733
Ano	1	136,6053	5,55	0,0199
Ano*Sistema de produção	1	6,3096	0,26	0,6135
Estação	1	2,5167	0,10	0,7496
Estação (Ano)	1	7,5941	0,31	0,5795
Resíduo	136	24,6126		

CV = 14,75%

Quadro 2 – Análise da variância para peso das matrizes ao desmame.

Fonte de variação	G.L.	Quadrado médio	F	P > F
Sistema de produção	1	15,4797	0,66	0,4184
Ano	1	8,2374	0,35	0,5547
Ano*Sistema de produção	1	1,2490	0,05	0,8180
Estação	1	4,3304	0,18	0,6683
Estação (Ano)	1	0,2728	0,01	0,9143
Resíduo	114	23,4707		

CV = 15,33%

Quadro 3 – Análise da variância para peso dos cordeiros ao nascer.

Fonte de variação	G.L.	Quadrado médio	F	P > F
Sistema de produção	1	1,7111	5,59	0,0197
Ano	1	0,1189	0,39	0,5343
Ano*Sistema de produção	1	0,0215	0,07	0,7910
Estação	1	0,2918	0,95	0,3309
Estação (Ano)	1	0,5714	1,87	0,1744
Sexo	1	1,3699	4,48	0,0365
Resíduo	119	0,3061		

CV = 19,63%

Quadro 4 – Análise da variância para peso dos cordeiros ao desmame.

Fonte de variação	G.L.	Quadrado médio	F	P > F
Sistema de produção	1	1,6977	0,26	0,6110
Ano	1	3,5166	0,54	0,4644
Ano*Sistema de produção	1	4,2935	0,66	0,4190
Estação	1	104,0438	15,94	0,0001
Estação (Ano)	1	0,1467	0,02	0,8811
Sexo	1	20,2089	3,10	0,0811
Resíduo	119	6,5283		

CV = 21,42%

Quadro 5 – Análise de variância para os efeitos dos sistemas de produção sobre a produção de milho, nas parcelas agrícolas, Sobral, CE, 1998 a 2002.

Fonte de variação	G.L.	Quadrado médio	F	P > F
Tratamento	2	1038709,2666	9,19	0,0038
Resíduo	12	113009,70000	---	---
Total	14	---	---	---

CV = 31,51%

Quadro 6 – Análises de variâncias para os efeitos dos tratamentos sobre as variáveis: diâmetro a altura do peito (DAP), altura das plantas, produção de estacas, estacotes e lenha.

Fonte de variação	G.L.	Quadrado médio	F	P > F
DAP				
Tratamento	3	2,8500	43,85	0,0001
Resíduo	8	0,0650	---	---
Total	11	---	---	---
CV = 4,51%				
Altura das plantas				
Tratamento	3	0,3066	9,95	0,0045
Resíduo	8	0,0308	---	---
Total	11	---	---	---
CV = 2,56%				
Estacas				
Tratamento	3	9,4166	5,14	0,0286
Resíduo	8	1,8333	---	---
Total	11	---	---	---
CV = 37,79%				
Estacotes				
Tratamento	3	92,8888	8,92	0,0062
Resíduo	8	10,4166	---	---
Total	11	---	---	---
CV = 17,93%				
Lenha				
Tratamento	3	0,1443	70,14	0,0001
Resíduo	8	0,0020	---	---
Total	11	---	---	---
CV = 10,80%				