FENOLOGIA, DISPONIBILIDADE DE BIOMASSA E VALOR NUTRITIVO DO CARQUEJO (Calliandra depauperata Benth)

HELENA CÉLIA BEZERRA PARÁ

UA2

CATJVD
C384275

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

BCT/UFC CATIVO

636.08
P237f
1984

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - 1984

UFC/BU/BCT 01/12/1997
R676829
C384275
T636.08
Fenologia disponibilidade de biomassa e
P237f

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P237f Pará, Helena Célia Bezerra.
Fenologia, disponibilidade de biomassa e valor nutritivo do carquejo (Calliandra depauperata Benth) / Helena Célia Bezerra Pará. – 1990.
93 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 1990.
Orientação: Prof. João Ambrósio de Araújo Filho.

1. Carquejo (Planta) - Condições ambientais. I. Título.

CDD 636.08

Esta Dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho dessa Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

HELENA CÉLIA BEZERRA PARÁ - ULISSES

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 19 / 11 / 1984

Prof. João Ambrósio de Araújo Filho, Ph.D.
- Orientador -

Prof. José Gerardo Beserra de Oliveira, Ph.D.
- Conselheiro -

Prof. Francisco Aécio Guedes Almeida, Ph.D.
- Conselheiro -

À minha mãe ALDERY in memoriam, e ao meu pai RAIMUNDO PARÁ.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA) pela oportunidade concedida para realização do curso.

Ao Banco do Nordeste do Brasil pelo apoio financeiro, imprescindível à realização deste trabalho.

Ao João Ambrósio de Araújo Filho, o amigo, o professor, o orientador.

Aos professores José Gerardo Beserra de Oliveira e Francisco Aécio Guedes Almeida, pelas sugestões e críticas apresentadas na elaboração desta Dissertação.

Ao professor Francisco Ocean Bastos Mota pela prestimosa colaboração na classificação do solo da área do experimento.

Ao Engenheiro Agrônomo Eduardo Barbosa Martins pela dedicada colaboração e coleguismo.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação em Zootecnia pela amizade e companheirismo.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a elaboração deste trabalho.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS ---------- viii

LISTA DE FIGURAS ---------- xii

RESUMO ---------- xiii

ABSTRACT ---------- xv

1 - INTRODUÇÃO 01

2 - REVISÃO DE LITERATURA 03

2.1 - Fenologia 03

2.2 - Fatores Climáticos e a Resposta Fenológica ... 04

2.3 - Fenologia de Plantas Perenes Tropicais 07

2.4 - Produção de Biomassa 08

2.5 - Predição da Produção de Biomassa 09

2.6 - Valor Nutritivo da Folhagem de Árvores e Arbustos 10

3 - MATERIAL E MÉTODOS 12

3.1 - Área Experimental 12

3.1.1 - Localização 12

3.1.2 - Clima 12

3.1.3 - Solos 13

3.2 - Amostragem 15

3.2.1 - Escolha da área 15

3.2.2 - Amostragem de campo 15

Página

3.2.3 - Estudo do sistema radicular 17
3.3 - Natureza dos Dados 17
3.4 - Análise Estatística dos Dados 18
4 - RESULTADOS 19
4.1 - Clima 19
4.1.1 - Precipitações pluviais 19
4.2 - Fenofases e os Fatores Climáticos 20
4.2.1 - Dormência 20
4.2.2 - Queda das folhas 20
4.2.3 - Brotação 25
4.2.4 - Crescimento dos caules 26
4.2.5 - Floração 31
4.3 - Disponibilidade Média de Biomassa por Planta. 31
4.3.1 - Flutuações mensais da disponibilidade de biomassa da parte aérea 31
4.3.2 - Flutuações mensais do peso da folhagem nas plantas. 33
4.3.3 - Flutuações mensais da relação folha/caule... 35
4.4 - Disponibilidade de Matéria Verde, Matéria Seca e Proteína Bruta da Folhagem na Planta..... 36
4.4.1 - Disponibilidade mensal de matéria verde (kg/ha)..... 36
4.4.2 - Disponibilidade mensal de matéria seca (kg/ha). 38
4.4.3 - Disponibilidade mensal de proteína bruta na matéria seca (kg/ha)..... 38
4.5 - Variações Mensais da Percentagem de Matéria Se

Página

ca (105°C) e Proteína Bruta 39
4.5.1 - Flutuações mensais da percentagem de matéria seca (105°C)..... 39
4.5.2 - Flutuações mensais do teor de proteína bruta na folhagem. 39
4.6 - Coeficientes de Correlação entre os Componentes da Produção e as Medidas da Copa..... 42
4.7 - Equação de Regressão 47
4.8 - Flutuações Estacionais dos Componentes da Análise Proximal das Folhas Verdes e Galhos Novos 48
4.9 - Estudo do Sistema Radicular 55
5 - DISCUSSÃO 59
6 - CONCLUSÕES 63
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 65
8 - ANEXOS 71

LISTA DE TABELAS

TABELAS		Página
1	Precipitações pluviais mensais médias de 45 anos na cidade de Parambú e precipitações mensais dos anos de 1982 e 1983 na área do experimento, fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil.....	14
2	Percentagens de plantas de Carquejo (Calliandra depauperata Benth) nos diferentes estágios fenológicos na área do experimento, fazenda Pau Preto,Parambú, Ceará, Brasil, 1982-1983.	21
3	Dimensões médias das copas das plantas de Carquejo (Calliandra depauperata Benth) nas respectivas datas iniciais dos trabalhos nas áreas dos municípios de Aiuaba e Parambú,Ceará, Brasil, 1982.....	27
4	Variações mensais de altura, diâmetro, área e volume da copa do Carquejo (Calliandra depauperata Benth), na área da fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982 - 1983.....	28
5	Variações das alturas e diâmetros médios das copas das plantas de Carquejo (Calliandra depauperata Benth), na área experimental da fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil,1982-1983.....	29

TABELAS Página

6 Comprimento médio, peso médio total, peso das folhas, peso dos galhos e relação folha/caule dos galhos novos do Carquejo(Calliandra depauperata Benth), fazenda Pau Preto, Parambú,Ceará,Brasil, 1982-1983..... 30

7 Flutuações mensais de disponibilidade de biomassa da parte aérea e das folhas e relação folha/caule do Carquejo (Calliandra depauperata Benth) fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982-1983. 34

8 Disponibilidade de matéria seca e proteína bruta da folhagem e matéria verde do Carquejo (Calliandra depauperata Benth), fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982-1983. 37

9 Teores médios mensais de matéria seca (a 105°C) e proteína bruta na matéria seca do Carquejo (Calliandra depauperata Benth),fazenda Pau Preto,Parambú, Ceará, Brasil, 1982-1983..... 40

10 Coeficientes de correlação (r) entre o peso total das plantas e o volume da copa, área e altura das plantas de Carquejo (Calliandra depauperata Benth), fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil , 1982 - 1983..... 43

11 Coeficientes de correlação (r) entre o peso médio dos caules (P.M.C.) e o volume da copa, área e altura das plantas de Carquejo

TABELAS Página

(Calliandra depauperata Benth), fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982-1983..... 44

12 Coeficientes de correlação (r) entre o peso médio das folhas (P.M.F.) e o volume da copa, área e altura das plantas de Carquejo (Calliandra depauperata Benth), fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982 - 1983..... 45

13 Flutuações estacionais dos teores médios de fibra em detergente neutro (F.D.N.), *de hemicelulose, de celulose, de lignina* e de cinza de fibra das folhas + galhos novos do Carquejo (Calliandra depauperata Benth) na fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982 - 1983. 49

14 Flutuações estacionais dos componentes da análise proximal das folhas do Carquejo (Calliandra depauperata Benth), fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982 - 1983. 51

15 Flutuações estacionais dos componentes da análise proximal das cascas das vagens do Carquejo (Calliandra depauperata Benth) na fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982 - 1983. 52

TABELAS Página

16 Flutuações estacionais dos teores médios de fibra em detergente neutro (F.D.N.) , de hemicelulose, celulose, de lignina e cinza de fibra das cascas das vagens de Carquejo (Calliandra depauperata Benth), Fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982 - 1983. 53

17 Flutuações estacionais dos componentes da análise proximal das folhas + galhos novos de Carquejo (Calliandra depauperata Benth), fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982 - 1983. 54

18 Flutuações estacionais dos teores médios de fibra em detergente neutro (F.D.N.) , de hemicelulose e celulose, de lignina e cinza de fibra das folhas + galhos novos de Carquejo (Calliandra depauperata Benth) fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982 - 1983. 56

19 Características da copa e do sistema radicular de duas plantas de Carquejo (Calliandra depauperata Benth), fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 23/11/83... 57

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS		Página
1	Variações dos estádios fenológicos das plantas de Carquejo (*Calliandra depauperata* Benth).....	23
2	Percentagem de ocorrência dos estádios fenológicos nas plantas de Carquejo (*Calliandra depauperata* Benth).....	24
3	Percentagem média de folhagem nas plantas e peso médio de folhas nas plantas coletadas para avaliação da disponibilidade de biomassa do Carquejo (*C. depauperata* Benth).....	32
4	Flutuações mensais dos teores de matéria seca (105°C) e proteína bruta na M.S. da folhagem do Carquejo (*Calliandra depauperata* Benth).....	41

RESUMO

Esta pesquisa foi realizada na Fazenda Pau Preto no município de Parambú-CE, sertão dos Inhamuns, a 400km a sudoeste de Fortaleza.

Uma área de 900m² com vegetação nativa predominada pelo Carquejo (Calliandra depauperata Benth) foi protegida da ação dos animais domésticos por uma cerca de onze cintas de arame farpado. Foram sorteadas ao acaso e identificadas permanentemente 18 plantas para observações fenológicas. A cada 28 dias, outras 10 plantas eram utilizadas para avaliações da produção de biomassa e valor nutritivo. O estudo do sistema radicular foi feito em uma planta, também sorteada ao acaso, para cada um dos dois tipos de solo na área do experimento.

As fenofases do Carquejo foram marcadamente influenciadas pela precipitação pluviométrica.A dormência das plantas, caracterizada pela paralização do crescimento e secagem das folhas ocorreu a partir do início do período seco e a queda gradativa das folhas verificou-se ao longo de toda a estação. Baixas pluviosidades foram suficientes para provocar brotação, mesmo no período seco. A floração ocorreu simutaneamente com a fase de vegetação plena.

A disponibilidade de biomassa foliar nas plantas variou substancialmente ao longo do ano e mostrou acentuada

resposta às precipitações pluviais. A relação folha/caule das plantas adultas foi geralmente baixa e comparável à de outros arbustos. Outrossim, a relação folha/caule dos galhos novos herbáceos foi elevada e semelhante à das plantas herbáceas.

O teor de proteína bruta na matéria seca, manteve-se elevado mesmo durante o verão e apresentou valores substancialmente superiores aos do estrato herbáceo das pastagens nativas raleadas na região.

Os coeficientes de correlação linear estabelecidos entre os componentes da produção de biomassa da parte aérea e as dimensões das copas das plantas foram significativos para volume e área da copa e peso total da parte aérea e peso dos caules.

ABSTRACT

An experiment was conducted at the Fazenda Pau Preto, Parambú County, Inhamuns sertão, 400km southwest of Fortaleza, Ceará, Brazil.

A 900 sq.meter área with the native vegetation dominated by Carquejo (Calliandra depauperata Benth) was protected from the domestic livestock by a barbed wire fence. Eighteen adult carquejo plants were randomly sorted and permanently marked for the phenological observations. At 28 day intervals, 10 other plants were harvested for biomass availability and nutritive value. The study of the root system was made with one randomly sorted plant for each one of the two soil types of the experimental area.

The phenophases of the carquejo were markedly affected by the pluvial preciptation. The dormancy characterized by growth paralization and drying of the leaves, ocurred on the onset of the dry season,and the gradual leaf fall was observed throughout the period. Low rainfalls resulted on resprouting, even along the dry season.The flowering ocurred simultaneously with the stage of full leafage.

The leaf biomass availability varied greatly troughout the year and it showed a pronounced answer to the precipitation. The leaf to stem rate on the adult plants was generally low and comparable to that of other brush species.

However, on the new herbaceous branches, it was high and similar to that of the herbaceous plants.

The crude protein content in the dry matter of the leaves was high even during the dry season, and showed values substantially higher than those of the herbaceous cover of the thinned out caatinga near by.

The linear correlation coefficients between the biomass weight components and the crown dimensions were significant ($P < 0,05$) for crown volume and area and total and stem weights.

1 - INTRODUÇÃO

O Carquejo ou Alecrim, planta pertencente à família Leguminosae, sub-família Mimosoideae, gênero Calliandra, espécie Calliandra depauperata Benth, é um arbusto componente da vegetação do Semi-Árido Nordestino (SILVA 1980 e BRAGA 1960).

Botanicamente, essa espécie é descrita como "um arbusto de pequeno porte, muito ramificado, ramos, raminhos e folhas, às vezes providas de pêlos um pouco longos. Estípulas setáceas, curtas ou, as da base dos ramos, lanceoladas, mínimas. Pecíolo filiforme, 1-2mm de comprimento, pinas com 4-6mm de comprimento. Folíolos 6-10 jugados, imbricados, oblongo-lineares, curvos, nítidos, nervura principal quase central, medindo quase 2mm. Capítulos nas axilas superiores, em grande quantidade, pendúnculo com 2-4mm de comprimento. Brácteas lanceoladas, flores frequentemente 3 com 1mm de comprimento, sésseis. Cálice tubuloso,5-nervado,5-dentado,com quase 1mm de comprimento, corola delgada,tubulosa, 4mm de comprimento, glabra, com 5 nervuras percorrendo-a. Estames não numerosos, superando um pouco o tubo da corola. Legume estreito de base atenuada, com poucos espaços, medindo 3-5cm de comprimento e 3-5mm de largura, de margem engrossada" (SILVA 1980).

O gênero Calliandra apresenta 69 espécies (SILVA 1980), cinco das quais são encontrados no Ceará (BRAGA 1960).

Várias espécies do gênero Calliandra são consideradas boas forrageiras (BRAGA 1960 e SILVA 1980). O Carquejo (Calliandra depauperata Benth) é um componente forrageiro importante, principalmente para o criatório de ovinos e caprinos, embora também possa compor até um terço da dieta de bovinos (ALBUQUERQUE, comunicação pessoal 1983).

Embora a vegetação do Semi-Árido Nordestino seja rica em espécies lenhosas forrageiras, a exemplo do Carquejo, existe uma acentuada deficiência de estudos objetivando avaliar os componentes arbustivo-arbóreos em seus aspectos fenológicos, produtivos e nutricionais.

Essa pesquisa teve como objetivos (1) estudar os ciclos vegetativo e reprodutivo do Carquejo (Calliandra depauperata Benth) ao longo das estações úmida e seca, (2) avaliar sua disponibilidade de biomassa, seu valor nutritivo e seu potencial forrageiro e (3) determinar as equações de predição da disponibilidade de biomassa através da análise das dimensões da copa da planta.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Fenologia

DAUBENMIRE (1968), define fenologia como o estudo da relação entre os fenômenos que ocorrem no cilo da vida de uma planta e as flutuações climáticas estacionais. Todavia ROWE (1964) afirma que existe substancial evidência de que as fenofases de árvores e outras plantas na estação de crescimento não constituem uma simples resposta às mudanças de clima. O início da rebrota das gemas pode ser afetado por fatores tais como posição na planta mãe, idade e sexo desta, interações genético-ambientais e condições da estação de crescimento passada.

Os estudos fenológicos objetivam, primariamente, avaliar as respostas das plantas às variações estacionais dos fatores climáticos (OLIVEIRA 1983). A fenologia tem aplicações na orientação do manejo de culturas para obter incremento da produtividade das plantas. Em manejo de pastagens nativas, o conhecimento das variações estacionais dos eventos fenológicos e da periodicidade das forrageiras proporciona condições de uma utilização correta pelos Herbívoros. Em silvicultura o tempo de amadurecimento das sementes, e sua dissemina ção e germinação são fatores importantes na manutenção das florestas (DAUBENMIRE 1968).

Geralmente na condução de estudos fenológicos são tomadas as datas dos fenômenos importantes que ocorrem nos ciclos vegetativo e reprodutivo das plantas, tais como, rebrota das gemas, aparecimento dos perfilhos, formação, desenvolvimento e queda das folhas, crescimento dos caules, floração, polinização e frutificação, produção de sementes, valor nutritivo da forragem, distribuição e peso do sistema radicular.

Além desses, WHITTAKER (1962) avaliou nos arbustos por ele estudados, peso de ramos com folhas, peso dos galhos, diâmetro do caule e espessura da casca. BURK E DICK-PEDIE(1973) descreveram a alongação do caule, rebrota, floração e maturação dos frutos das plantas estudadas. Trabalhando com Artemisia tridentata Nutt,STURGES e TRÍLICA (1978) fizeram comparações do crescimento, profundidade e distribuição no solo do sistema radicular das plantas.

2.2 - Fatores Climáticos e a Resposta Fenológica

A fenologia das geófitas é influenciada pela radiação solar e temperatura (VEZINA e GRANDTNER 1965). Cada espécie vegetal sofreu um processo de adaptação a um determinado grau de luminosidade, tal que, a mudança para locais de iluminação diversa provoca alterações substanciais em seu ciclo vegetativo e reprodutivo (DAUBENMIRE 1968).

Para cada função fisiológica da planta, tal como,

germinação, crescimento, floração, maturação dos frutos, queda das folhas, etc., existem para cada espécie vegetal temperaturas máximas, ótimas e mínimas. Segundo DAUBENMIRE (1968), os eventos fenológicos têm um retardamento aproximado de quatro dias para cada grau de latitude na direção polar e para cada cento e trinta metros de elevação. O efeito desses fatores fisiográficos é indireto e relaciona-se diretamente com as mudanças de temperaturas médias causadas pela elevação e latitude. As observações acima conduziram à teoria das "Unidades de Calor" - (dia-grau), segundo a qual, cada evento fenológico é controlado por um determinado número de unidades de calor (DAUBENMIRE 1968). A temperatura afeta tanto a fenologia de espécies geófitas como a das plantas aquáticas (VEZINA e GRANDTNER 1965 e PENFOUND e HESS 1945).

HOLWAY e WARD (1965) afirmaram que o fator mais importante influenciando a fenologia de plantas alpinas no Norte do Colorado foi a cobertura da neve, que possivelmente afetou a absorção de água pelas plantas devido ao seu efeito sobre a temperatura. Todavia, LYNCH (1971) indicou que a fenologia não é uma função preponderante da umidade do solo, exceto nos anos em que esse fator é extremamente limitante. CUNNINGHAM e STRAIN (1969) mostraram que as variações da umidade ambiental controlam a quantidade e a estrutura das folhas das plantas. Este fato proporciona um mecanismo pelo qual há uma acumulação de carboidratos pela planta durante o ano e um aumento da capacidade do arbusto de manter um balanço hídrico favorável sob condições de "stress". As folhas localizadas mais abaixo nos ramos tendem a ser mais tenras que as

situadas mais alto, devido a melhor disponibilidade de água. A queda das folhas, portanto, no período seco se verifica de baixo para cima. O trabalho de SHERWOOD et alli (1978) indicou que o conceito de dia-stress hídrico poderia ressaltar significativamente o conceito de dia-grau. Enquanto o primeiro conceito considera somente os efeitos do ambiente aéreo ou acima do solo, o conceito integrado inclui o ambiente do solo e particularmente o importante regime hídrico do solo. BORCHERT (1980) encontrou que a queda das folhas, a floração e a rebrota de uma espécie tropical não foram simultaneas entre árvores da mesma população, sugerindo forte controle endógeno. Segundo o mesmo autor, em áreas permanentemente úmidas, todas as fases fenológicas ocorreram simultaneamente na mesma planta, porém, à medida que a área se tornou mais xérica, os estágios consecutivos de desenvolvimento da planta tenderam a ficar mais separados no tempo e mais sincronizados. Com o aumento do stress ambiental nas áreas tropicais caracteristicamente secas, pode ocorrer secundariamente a sincronização de certas fases da periocidade básica endógena com as mudanças climáticas. OPLER et alii (1980) estudaram arbustos em duas condições, área seca e área úmida. Todos os arbustos da floresta úmida eram sempre verdes, produzindo folhas ao longo do ano, e cerca da metade das árvores e arbustos da área seca eram caducifólios e apresentavam dormência no período seco. Não foi observado pico de floração consistente na floresta úmida. A maioria das espécies tinha concentrações de floração ao longo do ano, separadas por intervalos de cinco meses. Já nas florestas secas, os arbustos

e árvores apresentaram promunciado padrão estacional de flo ração. NILSEN e MULLER (1981), estudando a fenologia do Lo tus scoparius Ottley, um arbusto decíduo em função da seca, encontraram que o fotoperiodismo e o"stress" hídrico foram os principais fatores ambientais responsáveis pela produção de folhagem, crescimento do caule e queda das folhas.

2.3 - Fenologia das Plantas Perenes Tropicais

ALVIM (1965) e HOPKINS (1970) afirmam que fatores climáticos, principalmente a alternância das estações seca e úmida e a intensidade da radiação solar estariam associados com os fenômenos periódicos de crescimento e reprodução das espécies lenhosas tropicais. Conforme FRANKIE et alii (1974) as plantas perenes das áreas tropicais do Semi-Árido tendem a apresentar fluxos periódicos de crescimento vegetativo e concentração da queda das folhas. Além do mais, à medida que o clima se torna mais árido, a proporção das espécies caduci fólias tende a aumentar (ALVIM 1965 e FRANKIE et alii 1974). A distribuição estacional das chuvas,segundo ALENCAR et alii (1979), constitui o fator determinante da queda das folhas das espécies lenhosas das áreas tropiciais. A queda das fo lhas no período seco resulta em um fenômeno importante na e conomia da água na planta e uma adaptação às condições desfa voráveis ao crescimento (KOZLOWSKI 1971). O crescimento vege tativo das espécies das regiões tropicais semi-áridas ocorre predominantemente no início da estação das chuvas (HUXLEY e

VAN ECK 1974). Por outro lado, a floração é estacional e ocorre, para a maioria das espécies vegetais, no período seco (FRANKIE et alii 1974 e ALVIM 1971). O surgimento de novas folhas, quer nas espécies vegetais que florescem no período úmido, quer nas que florescem no período seco, provocaria o estímulo da floração, associado, possivelmente, com a produção de hormônios (ALVIM 1971) e com uma maior eficiência fotossintética (HUXLEY e VAN ECK 1974).

2.4 - Produção de Biomassa

A avaliação da produção de biomassa da parte aérea de arbustos proporciona importantes meios de se estimar a produtividade de sítios ecológicos, abundância de alimentos e efeito de tratamentos (MURRAY e JACOBSON 1982). Geralmente a biomassa da parte aérea é estimada em seus diferentes componentes, tais como, galhos novos herbáceos, galhos velhos lenhosos, ramos secos, folhas, frutos e cascas (WHITTAKER 1962 e BASKERVILLE 1965). São também estabelecidas relações entre os componentes da parte aérea, principalmente folha / caule (WHITTAKER 1962 e ARAÚJO FILHO 1981). As mensurações da produção de biomassa de arbustos são feitas através do corte e pesagem da parte aérea, ou com o uso de equações de regressão estabelecidas entre as dimensões da copa e o peso de seus componentes. São utilizados como variáveis independentes, o diâmetro do caule (BASKERVILLE 1965, ATTIWILL 1966 e

OLIVEIRA 1981), diâmetro da copa (MASON e HUTCHINGS 1967), área basal do caule (HUTCHINGS 1967 e MASON 1970) e área e volume da copa (BURK e DICK-PEDDIE 1973, URESK et alii 1977 e FITTENHOUSE e SNEVA 1977). O uso da análise das dimensões da copa para determinação da produção de biomassa de arbustos representa uma economia de mão-de-obra, chegando em alguns casos a ser 120 vezes mais barato que através do método direto de corte e pesagem (URESK et alii 1977).

2.5 - Predição da Produção de Biomassa

Diversos modelos de equações para se predizer a produção de biomassa de arbustos são encontrados na literatura especializada. MASON e HUTCHINGS (1967) indicaram que a equação logarítimica constituia a melhor predição da produção de folhagem e frutos de arbustos, a partir de medidas do diâmetro da copa. Esse mesmo modelo de equação é sugerido por HUTCHINGS e MASON (1970) para se obter estimativas confiáveis da produção de folhagem e galhos a partir de medidas da cobertura foliar e da área basal do caule. As melhores correlações do estudo foram obtidos com equações logarítimicas. As equações variaram com os sítios ecológicos e suas condições. As melhores correlações foram 0,93 para área de folhagem e área basal e 0,92 para volume da folhagem e área basal. Por outro lado, equações de regressão linear proporcionaram a melhor predição para a produção de biomassa a partir do diâ

metro dos anéis do caule (DAVIS et alii 1972), volume da copa (GREEN e FLINDERS 1980) e área da copa (MURRAY e JACOBSON 1982). Todavia a época da avaliação pode afetar a magnitude dos parâmetros da equação de predição (MURRAY e JACONSON 1982).

2.6 - Valor Nutritivo da Folhagem de Árvores e Arbustos

As espécies lenhosas contribuem substancialmente na produção de forragem em pastagens onde predominam, podendo apresentar valor nutritivo superior ao do estrato herbáceo. Folhas de Pinus palustris Mill em Lusiânia (EUA), apresentaram em termos de média anual, 7,8% de proteína bruta na matéria seca contra 5,4% da forragem do estrato herbáceo (SEMPLE 1974). VASCONCELOS (1982), determinou que o teor de proteína bruta da folhagem da Jurema Preta (Mimosa sp) ao fim do período chuvoso era em torno de 15,34%, enquanto que, na mesma ocasião o estrato herbáceo continha 8,48% de proteína bruta. KIRMSE (1982) encontrou percentuais de proteína bruta no estrato herbáceo da caatinga variando de 8,95% no período chuvoso, a 4,9% no período seco. Estudando as variações mensais dos teores de proteína bruta na matéria seca da forragem de pastagens nativas melhoradas no sertão cearense, ARAÚJO FILHO et alii (1982) determinaram valores máximo e mínimo correspondentes a 12,91% no período úmido e 2,33% na estação seca.

A literatura científica levantada é deficiente em informações a respeito de arbustos de áreas tropicais semi-ári

das. É insignificante, por outro lado, o número de trabalhos científicos relacionados com determinações de fenologia, produtividade, valor nutritivo de arbustos da caatinga e predição da produção de biomassa desses arbustos através de análises das dimensões da copa.

3 - MATERIAL E MÉTODO

A pesquisa foi implantada em duas localidades: Estação Ecológica de Aiuaba-CE e Fazenda Pau Preto em Parambú-CE, estendendo-se de junho de 1982 a julho de 1983. Os dados utilizados neste trabalho foram coletados principalmente no experimento localizado na Fazenda Pau Preto.

3.1 - Área Experimental

3.1.1 - Localização

A área experimental situada no município de Parambú-CE está localizada a 6°10' de latitude Sul e 40°30' de longitude Oeste, a uma altitude de 470 metros, no sertão dos Inhamuns a 400km a sudoeste de Fortaleza-CE.

3.1.2 - Clima

O clima característico da região é predominante no Nordeste semi-árido, quente e seco (UFCe 1978), apresentan

do duas estações de diferentes precipitações: uma chuvosa, regionalmente conhecida como inverno, e outra seca chamada verão. A TABELA 1 contém as precipitações mensais, médias de 45 anos, obtidas na cidade de Parambú, distante 36km da área do experimento (FIGUEIREDO 1983). A média anual observada foi de 526,7mm, não se verificando nenhum mês sem ocorrência de chuvas. A estação úmida estende-se de dezembro a maio, com o pico em março ,registrando-se, então, uma média de 136,4mm. O período seco se prolonga de junho a novembro e apresenta em agosto o mês de menor precipitação, 1,9mm. As temperaturas médias mensais estimadas para a cidade de Parambú mostram variações mensais mínimas, sendo a média anual de 25,8°C, o mês mais quente, outubro, com 27,8°C e o mês mais frio, junho, com 24,1°C (FIGUEIREDO 1983).

3.1.3 - Solos

Foram identificados na área do experimento dois tipos de solos, sendo o primeiro classificado como Podzólico Vermelho Amarelo, Equivalente Eutrófico,raso,abrúptico,plínthico, A moderado, textura arenosa/argilosa cascalhenta e o segundo como Podzólico Vermelho Amarelo,Equivalente Eutrófico, raso, plínthico, A moderado, textura argilosa cascalhenta.

No primeiro tipo de solo a vegetação arbustiva arbórea era de baixa densidade, sendo composta principalmente pelo Carquejo, enquanto que no segundo as espécies lenhosas se

TABELA 1 - Precipitações pluviais mensais médias de 45 anos na cidade de Parambú e precipitações mensais dos anos de 1982 e 1983 na área do experimento, fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil.

Meses	Área do experimento		Parambú
	1982	1983	Média de 45 anos
	(mm)		(mm)
Jan	11,6	10,6	78,2
Fev	91,4	80,0	91,4
Mar	75,2	145,0	136,4
Abr	120,4	8,5	100,9
Mai	15,4	0,0	34,8
Jun	0,0	0,0	3,5
Jul	0,0	0,0	6,5
Ago	0,0	0,0	1,9
Set	0,0	0,0	2,1
Out	10,0	0,0	8,0
Nov	0,0	0,0	18,2
Dez	4,0	10,0	38,2
Totais	328,0	254,1	526,7

apresentavam em densidade mais elevada. No ANEXO 1 se encontra a descrição morfológica de campo dos dois tipos de solo e no ANEXO 2, os resultados analíticos.

3.2 - Amostragem

3.2.1 - Escolha da área

O experimento foi instalado em uma área de 24,5m por 30,4m, a qual foi covenientemente cercada para proteção contra o pastoreio de animais domésticos.

Foi escolhida uma área em vegetação nativa, com predominância do estrato arbustivo, no qual sobressaiu-se o Carquejo (C. depauperata Benth), apresentando uma densidade de 9700 plantas por hectare. Outras espécies também foram detectadas, como, a Jurema Preta (Mimosa sp), Marmeleiro (Croton sp), Moleque Duro (Cordia leucocephala), Coroa de Frade (Melocactus sp), Jericó (Selaginella convoluta Spring) e Catingueira (Caesalpinia bracteosa Tul).

3.2.2 - Amostragem de campo

As observações fenológicas foram realizadas a partir de plantas selecionadas ao acaso em 6 transetos dispostos

sistematicamente e identificadas permanentemente por etiquetas numeradas. A distância entre transetos era de 3 metros e em cada um deles foram sorteadas 3 plantas pertencentes aos grupos etários previamente determinados com base no volume de suas copas.

As dezoito plantas selecionadas tiveram os volumes de suas copas determinados a partir da medida da altura da copa e da média de dois diâmetros cruzados. Durante a estação seca, quando as plantas permaneciam em estado de dormência, as observações fenológicas eram coletadas a cada vinte e oito dias. Com o início do período chuvoso, a coleta passou a ser realizada a intervalos semanais.

Foram feitas avaliações mensais da produção de biomassa da parte aérea das plantas durante os períodos seco e chuvoso. Para tanto, eram sorteadas ao acaso duas plantas em cada um dos cinco transetos, marcados casualmente na área do experimento por ocasião das coletas mensais. Em cada planta tomavam-se as medidas da altura e média de dois diâmetros cruzados. Em seguida removia-se a parte aérea da planta por corte do caule a uma altura de, aproximadamente,5cm do solo. Obtinha-se, então, o peso total da planta e, após cuidadosa separação do caule e folhagem, determinava-se o peso de cada uma destas partes. Tomavam-se,em seguida, amostras separadas de folhas e ramos novos para determinações bromatológicas em laboratório.

3.2.3 - Estudo do sistema radicular

Foi escolhida ao acaso, para cada tipo de solo da área do experimento, uma planta para avaliação do sistema radicular. Procedeu-se, então a abertura de uma trincheira distante, aproximadamente, 1,40m do tronco da planta sorteada, e medindo em torno de 0,40m de comprimento inicial, 1,0m de largura e profundidade variando de acordo com o horizonte C. Em seguida, as raízes foram expostas ao longo da parede da trincheira, utilizando-se água sob pressão e aparelhos manuais, conforme método descrito por STRURGES e TRLICA(1978). Foram tomadas medidas da parte aérea, bem como do sistema radicular ao longo do perfil do solo.

3.3 - Natureza dos Dados

As fenofases estudas incluíam, início e fim do período de dormência, queda das fohas, início de brotação, vegetação plena, crescimento dos ramos, início da floração, floração plena, frutificação, maturação dos frutos, número de sementes por frutos, peso dos frutos por planta, peso médio de cem sementes, produção de sementes, altura da planta, diâmetro médio da copa, peso total da parte aérea, peso das folhas e dos caules e relação folha/caule.

As amostras de folhagem de cada estação foram submeti

das a determinações bromatológicas de matéria seca (105°C), proteína bruta, fibra bruta, extrato etéreo, extrato não nitrogenado, resíduo mineral, cálcio e fósforo, conforme A.O.A.C. (1960).

3.4 - Análise Estatística dos Dados

Os resultados dos estudos fenológicos não foram submetidos a análises estatísticas, sendo porém, sumariados e apresentados em FIGURAS e TABELAS para discussão. Com relação aos dados de produção de matéria seca da parte aérea e mensuração das copas das plantas foram determinados os coeficientes de correlação e estabelecidas equações de regressão linear.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Clima

Os dados climáticos relacionados com o período 1982-1983 foram obtidos no próprio local do experimento e complementados com informações da Estação Meteorológica localizada na cidade de Parambú a 40 km, aproximadamente, da área da pesquisa (TABELA 1).

4.1.1 - Precipitações pluviais

Os anos de 1982 e 1983 apresentaram precipitações pluviais caracterizadas por uma distribuição bastante irregular e de totais anuais abaixo da média da região, a qual é de 526,7mm (FIGUEIREDO 1983). No ano de 1982, as precipitações pluviais estenderam-se de janeiro a maio, com os totais de três meses similares às médias dos últimos 45 anos, ocorrendo o pico em abril e com o total anual de 328mm. Em 1983, a estação úmida prolongou-se de janeiro a abril com dois meses de precipitações totais equivalentes às médias de 45 anos, e o total anual de 254,1mm (TABELA 1).

4.2 - Fenofases e os Fatores Climáticos

4.2.1 - Dormência

Por ocasião da primeira coleta de dados realizada em 24/06/82, as plantas se encontravam na fase de dormência caracterizada pelo amarelecimento e secagem das folhas. Foi observado então que 67% das plantas se encontravam em início de dormência e 28% totalmente dormentes (TABELA 2). Note-se que as chuvas foram suspensas, praticamente, no mês de abril, uma vez que, em maio foram registrados somente 15,4mm de chuvas (TABELA 1). O período de dormência relativo à estação seca de 1982 estendeu-se até os últimos dias de janeiro de 1983, quando foram registradas as primeiras chuvas do ano (FIGURA 1). A partir de 12/05/83 iniciou-se um novo período de dormência.

4.2.2 - Queda das folhas

A queda das folhas foi observada a partir do segundo mês de dormência, atingindo 100% das plantas (FIGURA 1 e TABELA 2). Naquela ocasião a percentagem de folhas nas plantas era em torno de 57% (FIGURA 2). O fenômeno foi contínuo durante o período seco, alcançando o máximo de queda de folhas em

TABELA 2 - Percentagem de plantas de Carquejo (Calliandra depauperata Benth) nos diferentes estágios fenológicos na área do experimento, fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982-1983.

Datas	Início dorm.	Dorm.	Queda de folhas	Início brot.	Brot.	Início flor	Flor
24/06/82	67	28	-	-	-	-	-
19/08/82	-	100	100	-	-	-	-
16/09/82	-	100	100	-	-	-	-
07/10/82	-	100	100	-	-	-	-
10/11/82	-	39	100	61	-	-	-
08/12/82	-	22	100	-	78	-	-
06/01/83	-	100	100	-	-	-	-
03/02/83	-	22	-	78	-	-	-
10/02/83	-	-	-	-	100	-	-
18/02/83	-	-	-	-	100	-	-
24/02/83	-	-	-	-	100	35	-
03/03/83	-	-	-	-	100	35	35
10/03/83	-	-	-	-	100	-	100
17/03/83	-	-	-	-	100	-	100
24/03/83	-	-	-	-	100	-	100
31/03/83	-	-	-	-	100	35	100
07/04/83	-	-	-	-	100	50	50
14/04/83	-	-	-	-	100	50	50
21/04/83	-	-	-	-	100	45	50

TABELA 2 - (continuação).

Datas	Início dorm.	Dorm.	Queda de folha	Início brot.	Brot.	Início flor	Flor
28/04/83	-	-	-	-	100	70	30
12/05/83	100	-	-	-	-	-	-
20/05/83	100	-	6	-	-	-	-
03/06/83	-	100	56	-	-	-	-
01/07/83	-	100	100	-	-	-	-

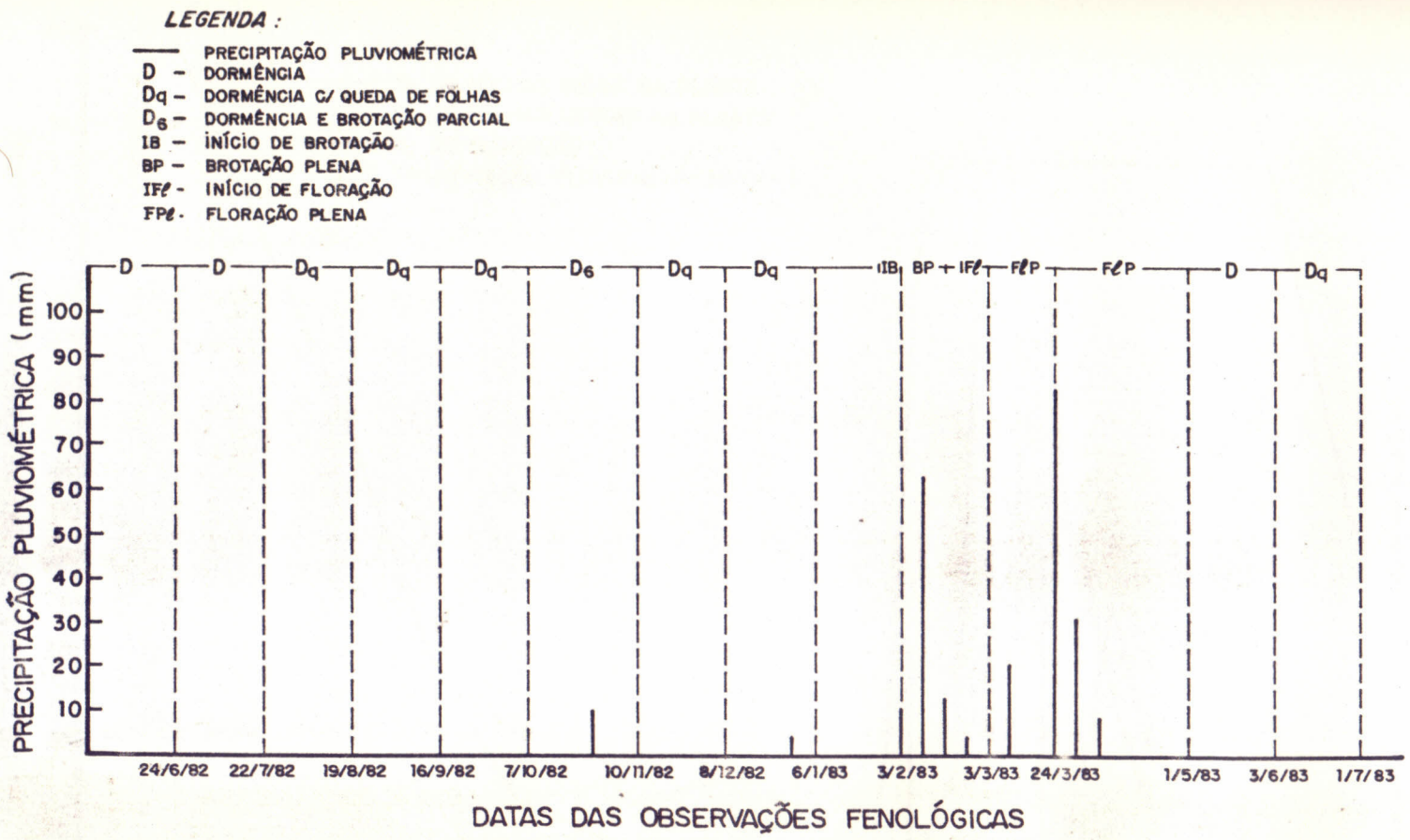

Figura 1– Variações dos Estádios Fenológicos das Plantas de Carquejo(Calliandra depauperata Benth).

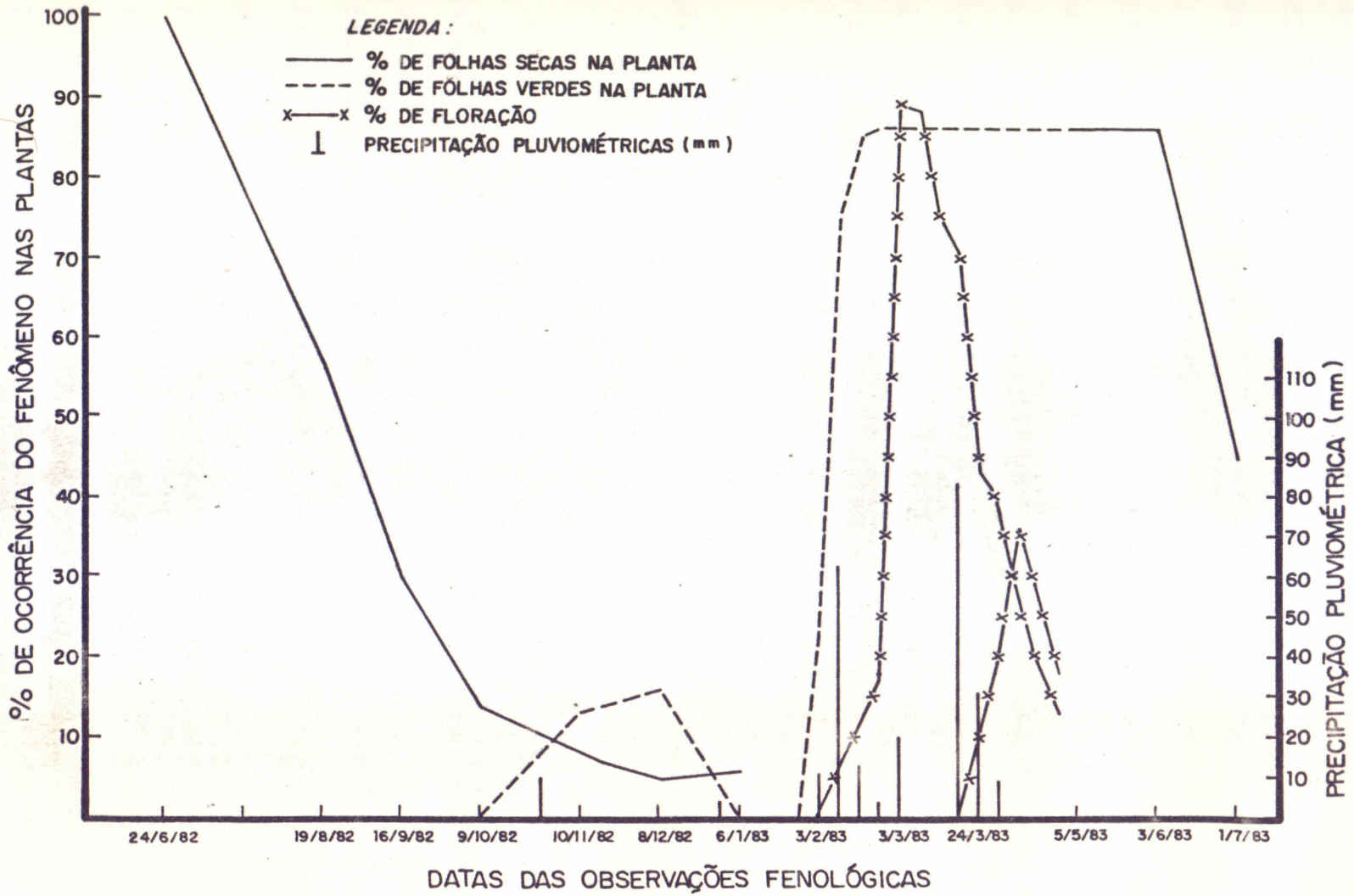

Figura 2- Percentagem de Ocorrência dos Estádios Fenológicos nas Plantas de Carquejo(Calliandra depauperata Benth).

10/11/82, quando foram observados somente 7% de folhagem nas plantas (FIGURA 2). Desta data até o fim do período seco de 1982 não foram observadas variações significantes na percentagem de folhas nas plantas. Nova fase de queda de folhagem voltou a ser verificada a 20/05/83 atingindo, então, 6% (TABELA 2). Observe-se que a estação das chuvas de 1983 encerrou-se ao fim do mês de março, sendo insignificante a pluviosidade ocorrida em abril (TABELA 1). Na última data de coleta de informação, ou seja, em 01/07/83 a queda das folhas foi verificada em 100% das plantas que apresentaram em torno de 45% de folhagem (FIGURA 2 e TABELA 2).

4.2.3 - Brotação

Com o início do período úmido, verificado nos últimos dias de janeiro de 1983, observou-se a segunda fase da brotação. Em 03/02/83, 78% das plantas estavam em início de brotação, apresentando então 23% de nova folhagem (TABELA 2 e FIGURA 2). Uma semana após, as plantas atingiam em média 75% de folhagem, considerando-se então, em vegetação plena. A percentagem máxima de folhagem observada nas plantas, correspondendo a 86%, foi alcançada a 24/02/83. A partir desta data não houve mais variações significativas desse parâmetro (FIGURA 2). Observou-se também que o máximo de brotação deu-se nas três primeiras semanas de fevereiro, quando as precipitações pluviais ocorreram regularmente (FIGURA 2).

4.2.4 - Crescimento dos caules

A altura média das plantas da área de Parambú no início do experimento era de 0,56m, com um diâmetro médio de 0,64m. Em Aiuaba os parâmetros citados mediram respectivamente 0,69m e 1,06m (TABELA 3).

As variações mensais da altura, diâmetro, área e volume médios das copas das plantas amostradas em Parambú estão apresentadas na TABELA 4. Os valores médios obtidos foram de 0,56m para altura, 0,73m para diâmetro, 0,48m^2 para a área e 0,322m^3 para volume da copa. Não foram observadas tendências de acréscimo ou decréscimo desses parâmetros ao longo do período experimental. Os valores máximos para altura, diâmetro, área e volume foram, respectivamente, 0,70m, 1,03m, 1,08m^2 e 0,56m^3, enquanto que os mínimos foram 0,45m, 0,59m, 0,28m^2 e 0,135m^3.

Não foi verificado crescimento da parte aérea das plantas em Parambú, pois a altura da copa variou de 0,56m em 24/06/82 a 0,57m em 13/01/84, ao passo que, o diâmetro variou de 0,64m a 0,61m nas datas acima citadas (TABELA 5).

O comprimento médio de ramos novos nas plantas amostradas era de 27,2cm em 03/03/83 atingindo 33,1cm em 01/07/83. Embora havendo uma diferença de 5,9cm no comprimento médio nas duas datas citadas, as variações ao longo do período não indicam tendências definidas do parâmetro. Os resultados mostram que o maior impulso de crescimento de ramos novos se verificou até a data de 03/03/83 (TABELA 6).

TABELA 3 - Dimensões médias das copas das plantas de Carque jo (Calliandra depauperata Benth), nas respecti vas datas iniciais dos trabalhos nas áreas dos municípios de Aiuaba e Parambú, Ceará, Brasil, 1982.

Dimensões da copa	Aiuaba	Parambú
	12/10/82	14/06/82
Altura média (m)	0,69 ± 11%	0,56 ± 14%
Diâmetro médio (m)	1,06 ± 29%	0,64 ± 17%
Área média da copa (m^2)	1,37 ± 51%	0,37 ± 30%
Volume médio da copa (m^3)	1,08 ± 52%	0,23 ± 36%

TABELA 4 - Variações mensais da altura, diâmetro, área e volume da copa do Carquejo (Calliandra depauperata Benth), na fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982-1983.

Data	Altura (m)	Diâmetro (m)	Área (m^2)	Volume (m^3)
24/06/82	0,48	0,59	0,28	0,277
19/08/82	0,45	0,82	0,34	0,135
16/09/82	0,70	1,03	1,08	0,563
07/10/82	0,65	0,94	0,70	0,469
11/11/82	0,58	0,70	0,46	0,314
10/12/82	0,53	0,64	0,38	0,245
06/01/83	0,48	0,59	0,31	0,168
03/02/83	0,53	0,61	0,33	0,149
03/03/83	0,55	0,70	0,51	0,419
25/03/83	0,61	0,74	0,45	0,310
06/05/83	0,58	0,80	0,46	0,547
05/06/83	0,63	0,87	0,62	0,413
01/07/83	0,48	0,66	0,35	0,178
Média	0,56	0,73	0,48	0,322

TABELA 5 - Variações das alturas e diâmetros médios das copas das plantas de Carquejo (Calliandra depauperata Benth), na área experimental da fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982-1983.

Dimensões	24/06/82	24/03/83	01/07/83
Altura (m)	0,56 ± 14%	0,57 ± 15%	0,57 ± 15%
Diâmetro (m)	0,64 ± 17%	0,65 ± 16%	0,61 ± 16%

TABELA 6 - Comprimento médio, peso médio total, peso das folhas, peso dos galhos e relação folha/caule dos galhos novos do Carquejo (Calliandra depauperata Benth), fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982-1983.

Datas	Comprimento médio (cm)	Peso médio total (g)	Peso das folhas (g)	Peso dos galhos (g)	Relação folhas/ caule
03/03/83	27,2 ± 10%	18,4	-	-	-
25/03/83	37,5 ± 7%	28,4	12,7	15,6	0,81
06/05/83	25,4 ± 11%	26,7	9,2	17,5	0,53
03/06/83	28,6 ± 3%	24,5	5,2	19,3	0,27
01/07/83	33,1 ± 6%	-	-	-	-

4.2.5 - Floração

A fase inicial da floração foi observada a 24/02/83, ou seja, três semanas após o começo da brotação. Nesta data, 35% das plantas apresentavam uma média de 17% de botões (FIGURA 2 e TABELA 2). A 03/03/83 a totalidade das plantas se apresentavam em floração plena com índices médios de 84%. A partir de então, observou-se uma queda bastante acentuada das flores, encerrando-se essa fase a 28/04/83, três semanas após a ocorrência das últimas chuvas do ano (TABELA 2 e FIGURA 3). Nessa ocasião, a percentagem de flores era em torno de 13%. Uma segunda fase de floração foi verificada uma semana após o reinício das chuvas, ocorrido em 24/03/83, atingindo 38% das plantas e encerrando-se também a 28/04/83, com 18% de botões florais (TABELA 2 e FIGURA 2). A fase de antese nas plantas foi observada a níveis insignificantes, não se verificando frutificação. No entanto, foi detectada a presença de vagens em algumas plantas da área do experimento.

4.3 - Disponibilidade Média de Biomassa por Planta

4.3.1 - Flutuações mensais da disponibilidade de biomassa da parte aérea.

As flutuações mensais da disponibilidade de matéria

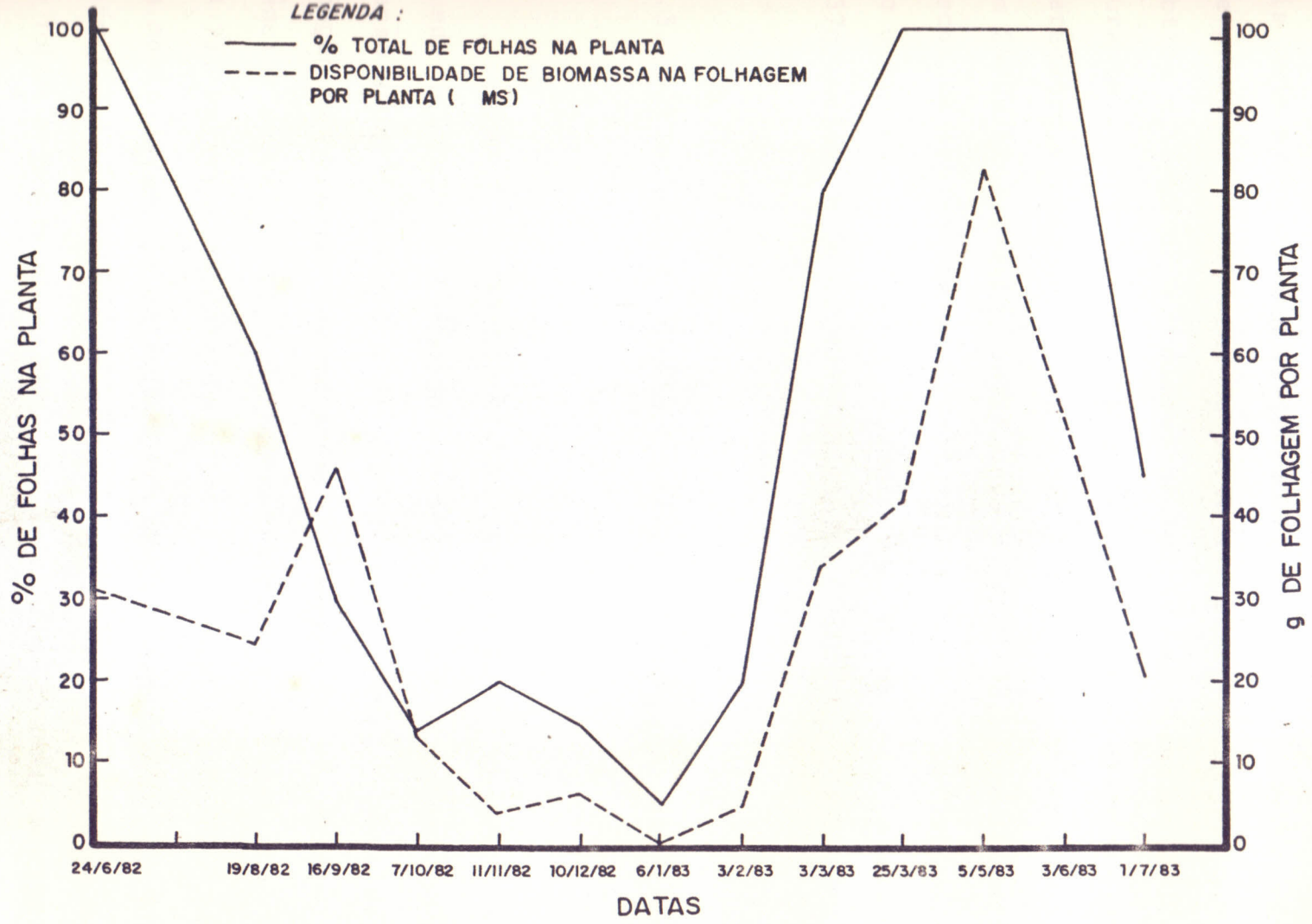

Figura 3 - Percentagem média de folhagem nas plantas e peso médio de folhas nas plantas coletadas para avaliação da disponibilidade de Biomassa do Carquejo (Calliandra depauperata Benth).

seca (g) da parte aérea das plantas estão expostas na TABELA 7. Os intervalos de confiança, expressos como percentagem da média foram sempre elevados, variando de 24 a 78,1. O valor máximo de produção de biomassa da parte aérea por planta foi 1.290,1g, obtido a 16/09/82 e o mínimo de 167,1g observado em 13/02/83. Durante o período seco, houve tendência de decréscimo desse parâmetro, sendo de 425,8g o valor obtido na primeira coleta em 24/06/82 e 295,6g, verificado a 06/01/83, fim do período seco. As tendências da estação úmida foram de acréscimo, sendo o mínimo de 167,1g observado em 03/02/83 e o máximo de 737g, medido a 06/05/83 (TABELA 7).

4.3.2 - Flutuações mensais do peso da folhagem nas plantas

Com o início do período seco de 1982, observou-se a queda das folhas, fenômeno que se prolongou durante toda estação seca (FIGURAS 2 e 3). Consequentemente, o peso da folhagem nas plantas tendeu a decair, seguindo as mesmas tendências da percentagem de folhas na planta (FIGURA 3 e TABELA 7). Na primeira data de coleta, ou seja, 24/06/82, havia em média 30,4g(MS) de folhas por planta amostrada. A 06/01/83, data final de coleta na estação seca, a disponibilidade média de folhas na planta era de 0,6g. As primeiras chuvas de 1983 ocorreram nos últimos dias de janeiro, desencadeando o processo de brotação das plantas, e assim o aumento de peso foliar (FIGURAS 2 e 3), o qual se verificou ao longo de toda a

R676829 SAU
~~8709088~~ BSCTH

TABELA 7 - Flutuações mensais de disponibilidade de biomassa da parte aérea e das folhas e relação folha/caule do Carquejo (Calliandra depauperata Benth) fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982-1983.

Data	Matéria Seca		
	Peso total(g) (galhos + folhas)	Peso das folhas (g)	Relação folha/caule
24/06/82	425,8 ± 43,2%	30,4 ± 30,6%	0,077
19/08/82	371,2 ± 57,4%	24,5 ± 60,0%	0,071
16/09/82	1.290,1 ± 33,3%	46,0 ± 42,0%	0,037
07/10/82	642,3 ± 24,0%	13,9 ± 23,0%	0,022
11/11/82	454,4 ± 46,5%	4,8 ± 31,2%	0,011
10/12/82	352,2 ± 50,6%	6,7 ± 50,7	0,019
06/01/83	295,6 ± 46,3%	0,6 ± 83,3%	0,002
03/02/83	167,1 ± 40,3%	4,3 ± 32,6%	0,026
03/03/83	332,4 ± 78,1%	34,4 ± 71,5%	0,115
25/03/83	305,9 ± 30,3%	42,6 ± 37,8%	0,162
06/05/83	737,0 ± 50,4%	82,8 ± 50,8%	0,126
03/06/83	645,2 ± 26,0%	51,9 ± 19,7%	0,087
01/07/83	281,5 ± 25,7%	20,8 ± 13,0%	0,080

estação das chuvas. A 03/02/83, data do início da estação úmida foram colhidos em média 4,3g (M.S.) de folhas por planta atingindo o máximo de 82,8g (M.S.), verificado a 06/05/83, ou seja, aproximadamente um mês após as últimas chuvas do ano (FIGURAS 2 e 3 e TABELA 7). A partir de então, com a secagem e reinício da queda das folhas, o peso médio foliar por planta voltou a declinar, atingindo o valor de 20,8g (M.S.) na última data de coleta, verificada a 01/07/83.

4.3.3 - Flutuações mensais da relação folha/caule

A relação folha/caule apresentou valores sempre baixos ao longo do período do experimento, variando de um mínimo de 0,002 alcançado ao fim do período seco, ao máximo de 0,16 na estação de chuvas. Durante o período seco a relação folha/caule decaiu consistentemente, em função, principalmente, da queda das folhas (TABELAS 2 e 7 e FIGURAS 2 e 3). Os valores observados variaram de 0,08 em 24/06/82, início das coletas, a 0,002 em 06/01/83, fim da estação seca. Por outro lado, durante o período das chuvas, o parâmetro estudado tendeu a crescer, em consequência da brotação das plantas. Os valores mínimo e máximo foram de 0,03 e 0,16, respectivamente, em 03/02/83 e 25/03/83. A partir de então a relação folha/caule tendeu a decrescer em virtude da maturação e início da queda das folhas, causados pelo fim precoce da estação das chuvas.

Nos ramos novos a relação folha/caule foi elevada, variando de 0,81 em 25/03/83 a 0,27 em 03/06/83 (TABELA 6).

4.4 - Disponibilidade de Matéria Verde, Matéria Seca, Proteína Bruta e Folhagem na Planta

4.4.1 - Disponibilidade mensal de matéria verde (kg/ha).

No início da estação seca, a 24/06/82, a disponibilidade verificada foi de 337,6kg/ha (TABELA 8). Observou-se uma tendência ao decréscimo durante esta estação, excessão feita para a coleta de 16/09/82, quando a disponibilidade foi a máxima registrada no período, ou seja, 505,3kg/ha (TABELA 8). O valor mínimo de disponibilidade de matéria verde do período seco foi obtido por ocasião da última coleta verificada a 06/01/83, sendo este de 16,8kg/ha (TABELA 8). Durante a estação das chuvas, o parâmetro estudado apresentou tendências definidas de aumento, variando de 81,5kg/ha em 03/02/83 a 1.019,3kg/ha obtido em 06/05/83. A partir dessa data seguiu-se um declínio na disponibilidade de matéria verde, em função do reinício do período seco (TABELA 8).

TABELA 8 - Disponibilidade de matéria seca e proteína bruta da folhagem e matéria verde do Carquejo (Callian dra depauperata Benth), fazenda Pau Preto, Param bú, Ceará, Brasil, 1982-1983.

Data	Matéria Seca (kg/ha)	Proteína Bruta (kg/ha)	Matéria Verde (kg/ha)
24/06/82	294,9	38,0	337,6
19/08/82	237,6	25,8	251,2
16/09/82	446,2	88,3	505,3
07/10/82	134,8	18,1	157,1
11/11/82	46,6	9,5	77,6
10/12/82	65,0	13,6	111,5
06/01/83	5,8	1,3	16,8
03/02/83	41,7	9,5	81,5
03/03/83	33,8	6,2	547,6
25/03/83	413,2	75,9	628,0
06/05/83	803,2	122,4	1.019,3
03/06/83	503,4	75,0	629,5
01/07/83	201,8	25,8	230,0

4.4.2 - Disponibilidade mensal de matéria seca (kg/ha).

As variações mensais da disponibilidade de matéria seca foliar (105°C) das plantas de Carquejo (C. depauperata Benth) seguiram os mesmos padrões observados na matéria verde (TABELA 8). Os valores máximo e mínimo do período seco foram respectivamente de 446,2kg/ha e 5,8kg/ha. Já na estação úmida esse parâmetro começou com um mínimo de 41,7kg/ha, culminando com 803,2kg/ha (TABELA 8).

4.4.3 - Disponibilidade mensal de proteína bruta na matéria seca (kg/ha).

No período seco a disponibilidade de proteína bruta apresentou tendências de decréscimo. Na estação das chuvas, porém, os acréscimos observados foram consistentes ao longo das datas de coleta. Por ocasião da primeira coleta da estação seca foram obtidos 38kg/ha de proteína na folhagem. Ao fim do período seco, isto é, a 06/01/84 a disponibilidade de proteína bruta era de 1,3kg/ha (TABELA 8). Durante o período chuvoso, os valores mínimo e máximo de proteína bruta em kg/ha foram de 9,5 obtido em 03/02/83 e 122,4 a 06/05/83 (TABELA 8).

4.5 - Variações Mensais da Percentagem de Matéria Seca (105°C) e Proteína Bruta.

4.5.1 - Flutuações mensais da percentagem de matéria seca (105°C)

Os percentuais médios de matéria seca da folhagem nos quatro primeiros meses do período seco mantiveram-se elevados, variando de 85,5% a 94,6% sem tendências definidas. Com a chuva ocorrida no mês de outubro, que resultou numa brotação das plantas (FIGURA 2 e TABELA 9), o teor de matéria seca apresentou uma tendência de declínio nos meses finais do período seco, atingindo o valor de 53,2% a 06/01/83. Durante a estação das chuvas, a percentagem de matéria seca das folhas aumentou consistentemente, variando de 51,3% em 03/02/83, até 87,7% em 01/07/83, em plena estação seca daquele ano (TABELA 9 e FIGURA 4).

4.5.2 - Flutuações mensais do teor de proteína bruta na folhagem.

Os percentuais de proteína bruta na matéria seca na folhagem variaram inversamente com os teores de matéria seca ao longo do período experimental (FIGURA 4 e TABELA 9).

TABELA 9 - Teores médios mensais de matéria seca (105°C) e proteína bruta na matéria seca do Carquejo (Calliandra depauperata Benth), fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982-1983.

Data	Matéria Seca	Proteína Bruta
	(%)	
24/06/82	87,4	12,9
19/08/82	94,6	10,9
16/09/82	88,3	12,6
07/10/82	85,5	13,4
11/11/82	60,0	20,5
10/12/82	58,4	20,9
06/01/83	53,2	22,4
03/02/83	51,3	22,9
03/03/83	61,0	20,2
25/03/83	65,9	18,8
06/05/83	78,8	15,2
03/06/83	80,0	14,9
01/07/83	87,0	12,8

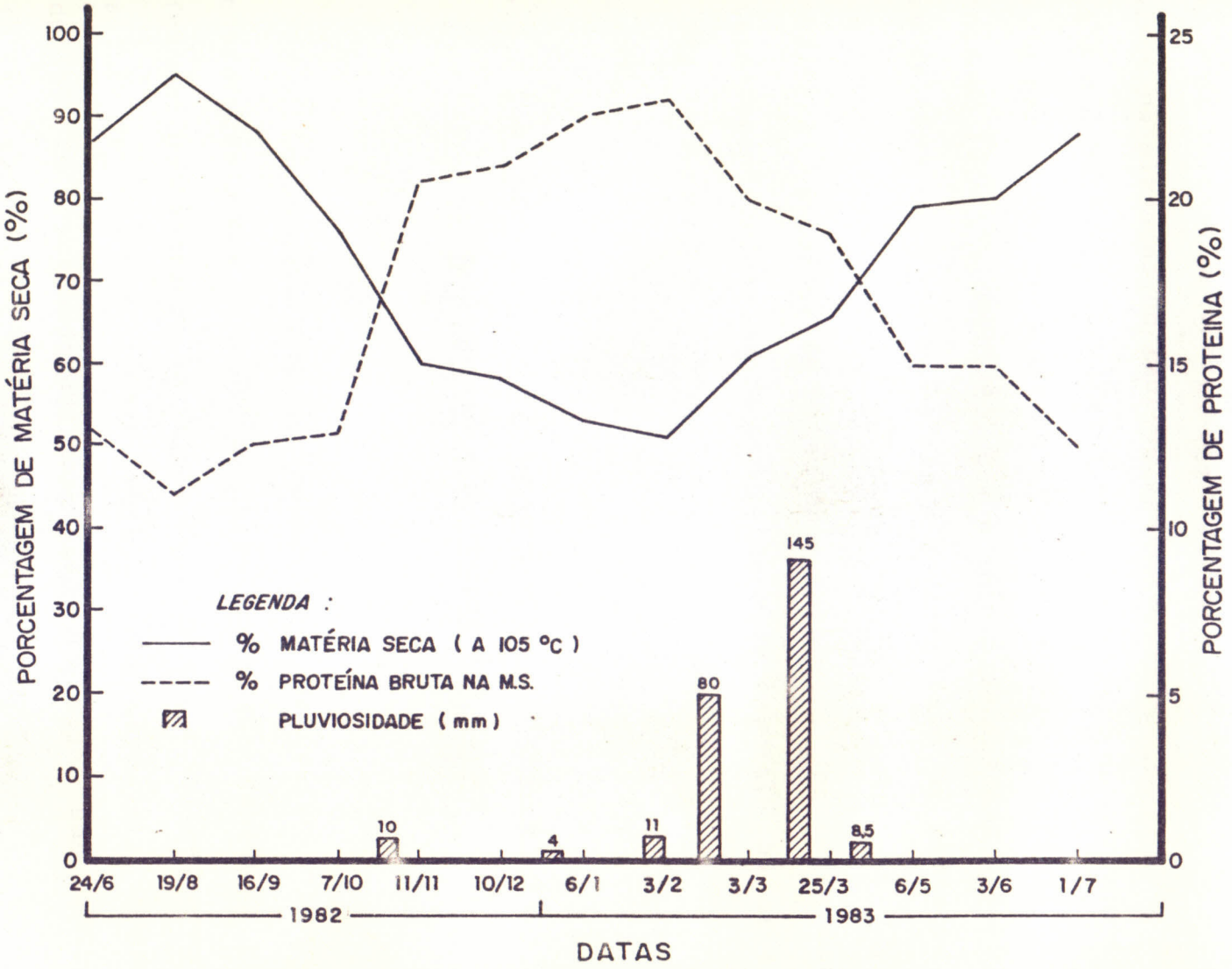

Figura 4 - Flutuações Mensais dos Teores de Matéria Seca (105º C) e Proteina Bruta na M.S. da Folhagem do Carquejo(Calliandra depauperata Benth).

Durante os cinco primeiros meses da estação seca, os teores de proteína bruta variaram de 13,4% a 10,9% sem apresentar tendências definidas (TABELA 9). Com a ocorrência de uma chuva de 10mm a 26/10/82, verificou-se a brotação, o que resultou na elevação do teor de proteína para 20,5% (FIGURAS 2 e 4 e TABELA 9). Durante os meses restantes do período seco, o percentual de proteína bruta permaneceu elevado, alcançando 22,4 , a 06/01/83. Com o início da estação das chuvas de 1983, as plantas entraram em nova fase de brotação, e a percentagem de proteína bruta atingiu o valor de 22,9 a 03/02/83. A partir de então esse parâmetro decresceu consistentemente, terminando o período experimental, ou seja, a 01/07/83 com o percentual de 12,8 (TABELA 9).

4.6 - Coeficientes de Correlação Entre os Componentes da Produção de Biomassa e as Medidas da Copa.

Foram determinados mensalmente os coeficientes de correlação entre os pesos da parte aérea dos caules e das folhas, considerados variáveis dependentes e volume, área e altura da copa das plantas, tidos como variáveis independentes. Os resultados obtidos estão sumariados nas TABELAS 10,11 e 12.

Os valores dos coeficientes de correlação obtidos entre o peso da parte aérea e o volume, a área e a altura das plantas ao longo do período experimental foram, respectiva

TABELA 10 - Coeficientes de correlação (r) entre o peso total das plantas e o volume da copa, área e altura das plantas de Carquejo (Calliandra depauperata Benth), fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982-1983.

Data	P. total (g) x volume(m^3)	P. total (g) x área(m^2)	P. total (g) x altura (m)
24/06/82	0,76*	0,71*	$0,57^{ns}$
19/08/82	0,97**	0,96**	$0,44^{ns}$
16/09/82	0,92**	0,96**	0,81**
07/10/82	$0,36^{ns}$	$0,59^{ns}$	$-0,17^{ns}$
11/11/82	0,87**	0,95**	$0,44^{ns}$
10/12/82	0,73*	0,66*	0,67*
06/01/83	0,94**	0,90**	0,76**
03/02/83	0,94**	0,92**	$0,55^{ns}$
03/03/83	0,99**	0,99**	0,82**
25/03/83	0,74*	0,78**	$0,56^{ns}$
06/05/83	0,93**	0,91**	0,76*
03/06/83	0,93**	0,78**	0,80**
01/07/83	0,64*	0,71*	$0,46^{ns}$
Anual	0,89**	0,90**	0,64**

* significante ao nível de 5%;

** significante ao nível de 1%;

ns = não significante.

TABELA 11 - Coeficientes de correlação (r) entre o peso médio dos caules (P.M.C.) e o volume da copa, área e altura das plantas de Carquejo (Calliandra depauperata Benth), fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982-1983.

Data	P.M.C.(g) x volume(m^3)	P.M.C.(g) x área(m^2)	P.M.C.(g) x altura (m)
24/06/82	0,76*	0,71*	$0,57^{ns}$
19/08/82	0,97**	0,96**	$0,44^{ns}$
16/09/82	0,93**	0,96**	0,83**
07/10/82	0,86**	$0,60^{ns}$	$-0,17^{ns}$
11/11/82	0,87**	0,95**	$0,44^{ns}$
10/12/82	0,73*	0,67*	0,66*
06/01/83	0,94**	0,90**	0,76*
03/02/83	0,93**	0,91**	$0,54^{ns}$
03/03/83	0,99**	0,99**	0,82**
25/03/83	0,73*	0,77*	$0,54^{ns}$
06/05/83	0,92**	0,91**	0,76*
03/06/83	0,93**	0,77*	0,80**
01/07/83	$0,61^{ns}$	0,69*	$0,43^{ns}$
Anual	0,89**	0,90**	0,64**

* significativo ao nível de 5%;

** significativo ao nível de 1%;

ns = não significativo.

TABELA 12 - Coeficientes de correlação (r) entre o peso médio das folhas (P.M.F) e o volume da copa, área e altura das plantas de Carquejo (Calliandra depauperata Benth), fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982-1983.

Data	P.M.F.(g) x volume (m^3)	P.M.F.(g) x área (m^2)	P.M.F.(g) x altura (m)
24/06/82	0,74*	0,76*	$0,51^{ns}$
19/08/82	0,95**	0,91**	$0,47^{ns}$
16/09/82	$0,61^{ns}$	0,71*	$0,53^{ns}$
07/10/82	$0,04^{ns}$	$0,24^{ns}$	$-0,18^{ns}$
11/11/82	$0,63^{ns}$	0,66*	$0,63^{ns}$
10/12/82	0,68*	$0,55^{ns}$	0,71*
06/01/83	$-0,07^{ns}$	$0,08^{ns}$	$-0,16^{ns}$
03/03/83	$0,46^{ns}$	$0,40^{ns}$	0,68*
03/03/83	0,99**	0,99**	0,83**
25/03/83	$0,60^{ns}$	$0,54^{ns}$	$0,49^{ns}$
06/05/83	0,91**	0,86**	0,76*
03/06/83	0,97**	0,88**	0,76*
01/07/83	0,83**	0,81**	0,71*
Anual	0,65**	0,62**	0,48**

* significativo ao nível de 5%;

** significativo ao nível de 1%;

ns = não significativo.

mente, de 0,89, 0,90 e 0,64, significativos ao nível de 1% (TABELA 10). As variações mensais dos coeficientes de correlação entre o peso da planta e o volume da copa foram de 0,36 observado em 07/10/82 e 0,99 obtido em 03/03/83. Com relação a área da copa, as flutuações mensais dos coeficientes de correlação variam de 0,59 em 07/10/82 a 0,99 em 03/03/83. No que diz respeito aos coeficientes da altura da copa das plantas, os valores máximo e mínimo foram de 0,82 e -0,17 obtidos respectivamente em 03/03/83 e 07/10/83 (TABELA 10).

Os coeficientes de correlação entre o peso dos caules e o volume, a área e a altura da copa das plantas foram respectivamente 0,89, 0,90 e 0,64. Os dois primeiros apresentaram significância ao nível de 1%, enquanto que o último, ao nível de 5% (TABELA 11). Os coeficientes de correlação mensais entre peso dos caules e volume da copa variaram de 0,36 a 0,99, obtidos respectivamente em 07/10/82 e 03/03/83. Com referência aos coeficientes da área da copa, os valores mínimo e máximo, foram de 0,60 e 0,99, observados nas respectivas datas supra citados. Em relação a altura da planta, os coeficientes mínimo e máximo obtidos a 07/10/82 e a 16/09/82 foram respectivamente -0,17 e 0,83.

Os coeficientes de correlação entre o peso das folhas e o volume, a área e altura das plantas foram respectivamente de 0,65, 0,62 e 0,48,significativos ao nível de 5%. Os valores dos coeficientes de correlação foram consistentemente mais elevados nas coletas iniciais do período seco e durante o período chuvoso (TABELA 12). Com referência aos

coeficientes do volume da copa, o mínimo de -0,07 foi obtido a 06/01/83, enquanto que o máximo de 0,99 observou-se a 03/03/83. As flutuações mensais dos coeficientes de correlação da área da planta foram de 0,08 registrado na coleta de 06/01/83 e 0,99 a 03/03/83. Já os coeficientes de correlação de altura da planta variaram de -0,18 em 07/10/82 a 0,83 obtido em 03/03/83.

4.7 - Equações de Regressão

Foram estabelecidas nove equações de regressão linear entre as medidas da copa e o peso da parte aérea, tomando por base os dados de todas as amostras colhidas no período do experimento.

Peso Total (PT) x Volume da Copa (VC)

$$PT = 57,70 + 1536,19\ VC$$

Peso Total (PT) + Área da Copa (AC)

$$PT = -145,46 + 1462,51\ AC$$

Peso Total (PT) x Altura da Copa (AM)

$$PT = -675,49 + 2174,49\ AM$$

Peso dos Caules (PC) x Volume da Copa (VC)

$$PC = 52,93 + 1428,7\ VC$$

Peso dos Caules (PC) x Área da Copa (AC)

$$PC = -143,72 + 1376,67\ AC$$

Peso dos Caules (PC) x Altura da Copa (AM)

$$PC = -625,71 + 2016,6\ AM$$

Peso das Folhas (PF) x Volume da Copa (VC)

PF = 4,63 + 100,49 VC

Peso das Folhas (PF) x Área da Copa (AC)

PF = -6,83 + 91,77 AC

Peso das Folhas (PF) x Altura da Copa (AM)

PF = -45,93 + 146,5 AM

4.8 - Flutuações Estacionais dos Componentes da Análise Proximal das Folhas Verdes e Galhos Novos.

Os teores da fibra em detergente neutro das folhas do Carquejo apresentaram reduzidas variações ao longo do ano sem, contudo, apresentar tendências definidas. Os valores máximo e mínimo foram de 41,72% em 03/06/83 e 49,63% em 07/10/82, com a média de 45,78% (TABELA 13). Os componentes da fibra em detergente neutro segundo VAN SOEST(A.O.A.C.1960), apontam a celulose como o mais importante, perfazendo em média 17,17%, seguida pela lignina com 12,76%, da hemicelulose com 12,67% e da cinza de fibra com 3,17%. Não foram observadas grandes variações da fibra ao longo das estações, exceção feita para cinza de fibra, que apresentou valores elevados nas duas primeiras coletas (TABELA 13). Com o teor médio de 3,12% o extrato etéreo também não flutuou significantemente ao longo do período experimental. O menor percentual desse componente bromatológico da folha foi de 2,02% em 07/10/82, enquanto que a maior foi de 5,13% obser

TABELA 13 - Flutuações estacionais dos teores médios de fibra em detergente neutro (F.D.N.), de hemicelulose, de celulose, de lignina e cinza de fibra das folhas + galhos novos de Carquejo (Calliandra depauperata Benth), fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982 - 1983.

Data	F.D.N.	Celulose	Hemicelulose	Lignina	Cinza de fibra
			%		
24/06/82	42,50	15,99	10,70	11,04	4,74
07/10/82	49,63	20,39	12,12	11,07	6,10
25/03/83	49,26	15,81	15,79	15,98	0,66
03/06/83	41,72	16,50	12,09	11,94	1,18
Média Anual	45,78	17,17	12,67	12,76	3,17

vado em 24/06/32. As percentagens máxima e mínima do estrato não nitrogenado foram de 33,12 e 22,14, obtidas, respectivamente, em 07/10/82 e 03/06/83, com um valor médio de 27,17. O resíduo mineral apresentou uma média de 9,43%, sendo o maior valor obtido na primeira coleta, ou seja, em 24/06/82, e o menor em 25/03/83, sendo estes de 14,15% e 5,38% (TABELA 14). A percentagem de cálcio variou de 0,83 a 1,29, enquanto que a de fósforo flutou de 0,38 a 0,54. Os teores médios foram de 0,95 e 0,46%, respectivamente para o cálcio e para o fósforo. Não foram observadas elevações ou tendências significativas ao longo do período experimental (TABELA 14).

As cascas das vagens de Carquejo colhidas na estação seca de 1982 foram submetidas a análise bromatológica cujos resultados se acham sumariados nas TABELAS 15 e 16. Com variações insignificantes ao longo das datas de colheita, foram obtidos os seguintes percentuais médios: matéria seca, 91,85; proteína, 6,16; fibra, 72,06; extrato etéreo, 0,60; extrato não nitrogenado, 19,27, resíduo mineral,1,91; cálcio, 0,32 e fósforo, 0,40. A celulose constitui o principal constituinte da fibra em detergente neutro com 37,45%, seguida de hemicelulose com 19,57%, a lignina com 12,09% e a cinza de fibra com 2,65%.

Análise proximal das folhas e galhos novos apresentou os seguintes resultados: matéria seca, 91,92%; proteína bruta, 10,74%; fibra 63,66%; extrato etéreo, 1,27%; extrato não nitrogenado, 21,44%; resíduo mineral, 2,90; cálcio 0,62 e fósforo, 0,44 (TABELA 17). Os percentuais dos componentes

TABELA 14 - Flutuações estacionais dos componentes de análise proximal das folhas do Carquejo (*Calliandra depauperata* Benth), fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982 - 1983.

Data	Componentes da Análise Proximal (% no feno)							
	M.Seca	Proteína	Fibra	Ext.Et.	ENN	Res.Min	Cálcio	Fósforo
24/06/82	87,40	12,90	42,50	5,13	25,32	14,15	0,83	0,41
07/10/82	85,50	13,40	49,63	2,02	22,14	12,81	1,29	0,51
06/01/83	53,20	22,40	-	2,05	-	7,83	0,84	0,54
25/03/83	65,90	18,80	49,26	3,22	23,34	5,38	0,89	0,44
03/06/83	80,00	14,90	41,72	3,20	33,12	7,06	0,89	0,38
Médias	74,40	16,48	44,03	3,12	25,98	9,43	0,95	0,46

TABELA 15 - Flutuações estacionais dos componentes da análise proximal das cascas das vagens do Carquejo (Calliandra depauperata Benth), fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982 - 1983.

Data	Componentes da Análise Proximal (% do feno)							
	M.Seca	Proteína	Fibra	Ext.Et.	ENN	Res.Min	Cálcio	Fósforo
24/06/82	92,40	6,18	74,62	0,64	16,29	2,27	0,29	0,41
07/10/82	91,83	6,10	71,94	0,37	20,17	1,42	0,29	9,38
06/01/83	91,32	6,21	69,61	0,78	21,36	2,04	0,39	0,40
Média	91,85	6,16	72,06	0,60	19,27	1,91	0,32	0,40

TABELA 16 - Flutuações estacionais dos teores médios de fibra em detergente neutro (F.D.N.), de hemicelulose, celulose, de lignina e cinza de fibra das cascas das vagens de Carquejo (Calliandra depauperata Benth) Fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982-1983.

Data	FDN	Celulose	Hemicelulose	Lignina	Cinza de Fibra
			%		
24/06/82	74,62	40,20	20,44	10,27	3,68
07/10/82	71,94	38,18	19,41	12.86	1,47
10/12/82	69,61	33,96	18,87	13,13	2,81
Média Anual	75,39 72,06	37,45	19,57	12,09	2,65

TABELA 17 - Flutuações estacionais dos componentes da análise proximal das folhas + galhos novos do Carquejo (Calliandra depauperata Benth), fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982-1983.

Data	Componentes da Análise Proximal (% do feno)							
	M.Seca	Proteína	Fibra	Ext.Et.	ENN	Res.min	Cálcio	Fósforo
25/03/83	91,67	12,62	59,48	1,67	22,90	3,33	0,64	0,49
03/06/83	92,17	8,85	67,84	0,87	19,98	2,46	0,59	0,38
	91,92	10,74	63,66	1,27	21,44	2,90	0,62	0,44

da fibra em detergente neutro (F.D.N.) foram 63,66 para a celulose 32,38, para hemicelulose 18,00,para liginina 12,99 e para cinza de fibra 0,25 (TABELA 18).

4.9 - Estudo do Sistema Radicular

Os dados relacionados com o sistema radicular estão expostos na TABELA 19. As duas plantas amostradas apresentaram sistema radicular fasciculado com raízes primárias de coloração externa pardacenta, de diâmetro de 0,5cm e mais ou menos uniforme ao longo de todo o comprimento, desenvolvendo-se obliquamente até encontrar o horizonte C. As raízes secundárias, com diâmetro inferior a 1,0mm, ramificavam-se formando uma malha, preenchendo os espaços entre as raízes primárias.

A planta 1, localizada no solo PE raso abruptico plínthico, A moderado de profundidade de 32cm, apresentou o sistema radicular com 342g de peso e a relação parte aérea sistema radicular de 2,85. As raízes primárias somaram 47,0 com o comprimento máximo de 126cm, e médio de 37cm, alcançando a profundidade máxima de 32cm, e maior concentração a 22cm (TABELA 19).

Na planta 2, situada no solo PE raso plínthico A moderado com profundidade de 45cm e caracterizado pela presença de pedras na superfície e no perfil, as raízes pesaram 72g e a relação parte aérea sistema radicular foi de

TABELA 18 - Flutuações estacionais dos teores médios de fibra em detergente neutro (F.D.N.), de hemicelulose e celulose, de lignina e cinza de fibra das folhas + galhos novos do Carquejo (Calliandra depauperata Benth), fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 1982-1983.

Data	F.D.N.	Celulose	Hemicelulose	Lignina	Cinza de Fibra
			%		
25/03/83	59,48	27,95	17,65	13.66	0,19
03/06/83	67,84	36,82	18,35	12,33	0,31
Média Anual	63,66	32,38	18,00	12,99	0,25

TABELA 19 - Características da copa e do sistema radicular de duas plantas de Carquejo (Calliandra depauperata Benth), fazenda Pau Preto, Parambú, Ceará, Brasil, 23/11/1983.

Parâmetros	Planta 1	Planta 2
Altura (cm)	57	82
Diâmetro médio (cm)	85	73
Peso da parte aérea (g)	975	330
Peso do sistema radicular (g)	342	72
Relação parte aérea/sist.radicular	2,85	4,58
Nº de raízes primárias	47	16
Comprimento máximo das raízes(cm)	126	75
Comprimento médio das raízes (cm)	37	35
Profundidade máxima de penetração das raízes (cm)	32	45
Profundidade da maior concentração de raízes (cm)	22	18

4,58. As raízes primárias totalizaram 16, com o comprimento máximo de 75cm, alcançando a profundidade de penetração de 45cm, com a maior concentração a 18cm (TABELA 19).

5 - DISCUSSÃO

O Carquejo é uma planta que entra em dormência no período seco, perdendo parcialmente suas folhas. O fenômeno da queda das folhas se processa ao longo de toda a estação seca, não se observando tendências à concentração, indicada por FRANKIE et alii (1974) para a maioria das espécies tropicias, e por KIRMSE (1982) para algumas espécies lenhosas da caatinga cearense. Os ciclos de crescimento e de reprodução estão associados com a alternância das estações seca e úmida, sendo determinados pelas características desta última (ALVIM, 1965 e HOPKINS 1970). O Carquejo respondeu rapidamente as ocorrências de chuvas, iniciando de imediato uma nova fase de brotação. Este fenômeno é extremamente rápido, sendo de poucos dias o intervalo entre o início de brotação e vegetação plena, desde que as condições de umidade sejam satisfatórias. A ocorrência da floração dessa espécie deu-se na estação úmida coincidindo com a fase de vegetação plena. Esta observação não coincide com as de FRANKIE et alii (1974) e ALVIM & ALVIM (1978), segundo os quais a maioria das espécies tropicais floram no período seco. A ausência da fase de frutificação na estação úmida de 1983 possivelmente está relacionada com a distribuição irregular das chuvas. Observações de campo em anos precedentes descartariam a suposição de que este arbusto frutifique em anos alterna

dos, fenômeno este observado na Jojoba (Simmondsia chinensis Link) (ALMEIDA 1979).

As variações mensais do peso total da parte aérea apresentaram tendências mais ou menos definidas, sendo estas de decréscimo durante o período seco e acréscimo no período chuvoso. O primeiro caso estaria possivelmente relacionado com a quebra e queda dos ramos herbáceos secos pela ação do intemperismo e, em menor escala pela queda das folhas. O segundo caso, ou seja, o aumento ponderal da parte aérea no período chuvoso, se deve ao crescimento da planta,caracterizado pelo surgimento de folhas e desenvolvimento de ramos novos.

Os baixos valores da relação folha/caule estão de acordo com os resultados apresentados pela literatura especializada em espécies lenhosas. WHITTAKER (1962) encontrou valores que se situaram de 4 a 7% para os quatorze arbustos estudados. Todavia estes percentuais foram obtidos para uma única data, e estão na faixa de variação do Carquejo, ou seja, de 0,2% a 16% com média de 6,7%. Contudo a relação folha/caule dos ramos novos aproximou-se mais das encontradas para as leguminosas forrageiras herbáceas (ARAÚJO FILHO 1981).

Embora a disponibilidade de matéria seca da folhagem esteja aquém das encontradas por KIRMSE (1982) para espécies lenhosas da caatinga, esta apresentou valores equivalentes ao do estrato herbáceo das pastagens raleadas adjacentes, que foi de 507,6 kg/ha (UFC 1983).

Os teores de proteína do Carquejo (C. depauperata Benth) foram sempre elevados e superiores aos encontrados para ou

tras leguminosas (SEMPLE 1974). Enquanto as leguminosas arbóreas: Phitecolobium saman Benth, Enterolobium cyclocarpum Griseb, Tamarindus indica L., apresentaram percentuais de proteína bruta de 13,5, 19,5 e 7,3 respectivamente, o Carquejo chegou a níveis proteícos de 22,9%. Este resultado supera também os encontrados para a Faveleira (Cnidósculos phyllacanthus (Mart) Pax et Hoff (UFC, 1978). Com relação a Jurema Preta, Mimosa sp, (VASCONCELOS, 1982), o Carquejo apresentou teores de proteína bruta comparáveis na estação seca e superiores na estação úmida. As flutuações mensais dos teores de proteína bruta na folhagem, por outro lado, apresentaram sempre valores superiores aos encontrados por ARAÚJO FILHO et alii (1982) para a biomassa do estrato herbáceo de pastagens nativas raleadas do sertão cearense. Os percentuais de proteína bruta encontrados pelos autores citados variaram de 2,33% a 12,9%.

Os valores dos coeficientes de correlação entre os parâmetros de produção de biomassa e medidas de copa do Carquejo são semelhantes aos indicados pela literatura com outras espécies arbustivas (URESK et alii, 1977, RITTENHOUSE e SNEVA, 1977, GREEN e FLINDERS, 1980). Os baixos coeficientes de correlação encontrados entre a produção da folhagem e as medidas da copa no período seco podem ser explicados pela diminuição gradativa da biomassa foliar da planta, causada pelo fenômeno da queda das folhas, MURRAY e JACOBSON (1982) indicaram que as melhores correlações para predição da produtividade de biomassa de arbustos foram obtidas quando se utilizou área ou volume como variáveis independentes,

o que foi confirmado pelos resultados obtidos nesse trabalho.

Apesar de apresentarem volume de copas semelhantes, as plantas amostradas para avaliação do sistema radicular, diferiram acentuadamente no peso da parte aérea, peso do sistema radicular, relação parte aérea/sistema radicular e número de raízes primárias. Em relação ao menor peso da parte aérea da planta 2, poder-se-ia justificar esse fato em função de uma maior competição por luz, como se reflete em uma maior altura da copa. Por outro lado os valores inferiores encontrados para o sistema radicular da planta 2, e maior relação da parte aérea/sistema radicular, possivelmente estão relacionados com as diferenças nas características do solo. Os resultados analíticos expostos no ANEXO 3 mostram um maior percentual de água útil e matéria orgânica nos horizontes superficiais no segundo tipo de solo.

6 - CONCLUSÕES

Os resultados discutidos sugerem as seguintes conclusões válidas para as condições em que foi conduzida a pesquisa:

1 - O Carquejo (C. depauperata Benth) é uma espécie caducifólia entrando em dormência na estação seca.

2 - A queda das folhas se verifica ao longo do período seco.

3 - Os ciclos vegetativo e reprodutivo estão relacionados com a alternância das estações seca e úmida, sendo determinados pelas características dessa última.

4 - O Carquejo (C. depauperata Benth) em sua condição natural parece ser uma planta resistente à seca, podendo rebrotar com baixas precipitações pluviométricas.

5 - A disponibilidade de matéria seca da folhagem na planta diminue no período seco e aumenta no período úmido.

6 - A disponibilidade de matéria seca da folhagem no período úmido é semelhante à da biomassa do estrato herbáceo das pastagens raleadas em áreas vizinhas.

7 - A relação folha/caule na planta coincide com a das espécies lenhosas, caracteristicamente bai-

xa. Todavia, considerando-se somente os galhos novos, a relação folha/caule é comparável à das espécies herbáceas.

8 - O teor de matéria seca da folhagem é sempre elevado, mesmo durante o período úmido.

9 - As melhores correlações são obtidas entre volume e peso total ou peso dos caules e entre área e peso total ou peso dos caules.

10 - A altura das plantas não se correlaciona significativamente com os parâmetros de produção.

11 - As correlações entre volume, área ou altura e peso da folhagem não apresentam valores consistentes.

12 - O tipo de solo determina as características do sistema radicular, observando-se maior peso, maior proliferação e comprimento de raízes no solo com maiores restrições hídricas.

13 - O Carquejo (C. depauperata Benth), apresenta adequado potencial de produção de forragem com excelente valor nutritivo, devendo desempenhar importante papel no forrageamento dos rebanhos da região. Para seu aproveitamento racional, entretanto, deverão ser conduzidas pesquisas mais detalhadas.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 - ALBUQUERQUE,J.S. Comunicação pessoal,12 de março,1983.

2 - ALENCAR,J. da C.; ALMEIDA,R.A. de & FERNANDES,N.P. Fenologia de espécies da floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. Acta Amazônica,9(1):163 - 98; 1979.

3 - ALMEIDA,F.A.G. Ecological studies of native jojoba plants (Simmondsia chinensis Link) Schneider-In Arizona, Ph.D. Dissertation, University of Arizona, Tucson, Arizona, 1979.

4 - ALVIM,P de T. Periocidade do crescimento das árvores em climas tropicais. Itabuna, Centro de Pesquisa do Cacau, 1965, 15p.

5 - _____. Fatores affecting flowering of the cocoa tree Itabuna, Centro de Pesquisa de Cacau, 1971,7p.

6 - _____. & ALVIM,R. Relation of climate to growth periodicity in tropical trees. In: TROPICAL TREE AS LIVING SYSTEMS. Cambridge,Cambridge University Press p.455-64, 1978.

7 - A.O.A.C. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST, Washington. Official methods of analysis. 9ed. Washington, D.C., 1960, n.p.

8 - ARAÚJO FILHO,J.A. de et alii. Estudo de pastagens nativas do Ceará. In: BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. Estudos econômicos e sociais, BNB, Fortaleza, (13):33 - 1982.

9 - _____. Curva de crescimento da Cunhã (Clitoria ternatea). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 18. Goiânia, 1981. Anais... Goiânia, SBZ, 1981.

10 - _____. Flutuações de alguns parâmetros quantitativos da Clitoria ternatea. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 18, Goiânia, 13 a 17 de junho de 1981. Anais... p.77.

11 - ATTIWILL, P.M. A method for estimating crow weight in Eucalyptus, and some implications of relationships between crow and sten diameter. Ecology, (47):795-804, 1966.

12 - BASKERVILLE, G.L. Estimation of dry weight of tree components and total standing crop in conifer stands. Ecology, 46:867-9, 1965.

13 - BORCHERT, R. Phennology and ecophysiology of tropical trees: Erythrina poeppigiana O.F. Cook.Ecology,61(5):1065, 1980.

14 - BRAGA, R. Plantas do Nordeste, especialmente no Ceará. Imprensa Oficial, Fortaleza, p.258, 349 e 468, 1960.

15 - BURK, J.H. e DICK - PEDDIE, W.A. Comparative production of Larrea divaricata Cav. on three geomorphie surfaces in southerm New México. Ecology, 54:1094-1102, 1973.

16- CUNNIGHAM,G.L. e STRAIN,B.R. Ecological significance of seasonal leaf variability in a desert shrub, Ecology, 50:400-8, 1969.

17- DAUBENMIRE,R.F. Plant Communities. A textbook of synecology. Harper & Row, Publisher New York, 1968.

18- DAVIS,J.B. et alii. Estimating forage production from shrub rinyg widths in hot creek valley, Nevada. Journal of Range Management, 25(5):398, 1972.

19- FIGUEIREDO,M.A. A região dos Inhamuns - CE no domínio das Caatingas. Mossoró, Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1983, 34p.(Coleção Mossoroense, 411).

20- FRANKIE,G.W. et alii. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica, J. Ecol., 62:881-919, 1974.

21- GREEN,J.S. & FLINDERS,J.T. Habitat and dietary relationships of the sygay rabbit. Journal of Range Management, 33:136-142, 1980.

22- HOLWAY,J.G. & WARD,R.T. Phenology of alpine plants in northern. Colorado. Ecology, 46:73-83,1965.

23- HOPKINS,B. Vegetation of Olokemeji Forest Reserve, Nigerie VI; The plants on the forest site with special reference to their seasonal growth. J. Ecol.,(58):765-93, 1970.

24- HUXLEY,P.A. & VAN ECK,W.A. Seasonal changes in growth and development of some woody perennials near Kampala, Unganda. J. Ecol., 62:579-92,1974.

25 - HUTCHINGS,S.S. & MASON,L.R. Estimating yeilds of Gabel oak from foliage cover and basal area. Journal of Range Management, 23(6):430, 1970.

26 - KIRMSE,R.D. CNPC/EMBRAPA and Utah range, CR.SP.Final Report. Sobral, December, 1982.

27 - KOZLOWSKI,T.T. Growth and development of trees.Academic Press, New York, 1971, 2v.

28- LYNCH,B.D. Phenology, community composition, and soil moisture in a relict at Austin,Texas. Ecology,52(5): 890, 1971.

29- MASON,R.L. & HUTCHINGS,S.S. Estimating foliage yields on Utah Juniper from measurements of crow diamater. Journal of Range Management, 20(3):161, 1967.

30- MURRAY,R.B. & JACOBSON,M.Q. An evaluation of dimension analysis for predicting shrub biomass. Journal of Range Management,35(4):451-4, 1982.

31- NILSEN,R.T. & MULLER,W.H. Phenology of the drought - deciduous shrub Lotus scoparius: climatic controls and adaptative significance. Ecological Manographs, 51 (3):323-41, 1981.

32- OLIVEIRA,H.C.; ALBUQUERQUE,S.G. e SILVA,C.M.M.S. Avaliação indireta da produtividade de forrageiras arbustivas e arbóreas exóticas e nativas na caatinga.In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 18, Goiânia, 13-17 de julho de 1981, Anais... p.11.

33- OLIVEIRA,J.P. Phenological studies of three natural stands of jojoba (Simmondsia chinensis). Arizona, Ph.D. Dissertation, University of Arizona, Tucson, 1983.

34- OPLER,P.A. et alii. Comparative phenological studies of treelet and shrub species in tropical wet and dry forest in the lowlands of Costa Rica.The Journal of Biology, 68(1):167, 1980.

35- PENFOUND,W.T.H. & HESS,A.D. The spring phenology of plants in and around the reservoirs in the north Alabama with particular reference to malaria control. Ecology, 26:332-52, 1945.

36- RITTENHOUSE,L.R. & SNEVA,F.A. A tecnique for estimating big sage brush production. Journal of Range Management, 30:70, 1977.

37- ROWE,J.S. Environmental preconditioning, with special reference to florestry. Ecology, 45:399-403, 1964.

38-SEMPLE,A.T. Avances en pasturas cultivadas y naturales. Ed. Hemisfério Sur, Bueno aires, s.144-5, 1974.

39- SHERWOOD,B. et alii. Extending the "degree day"concept of plant phenological development to include water stress effects. Ecology, 59-431, 1978.

40- SILVA,M.A. O gênero Calliandra Benth (Leguminosae mimosoideae) no Brasil, UFRPe, Recife, 1980, (Tese de Mestrado).

41- STRUGES,D.L. & TRLICA,M.J. Root weights and carbohydrate reserves of big sage brush. Ecology, 59:1282,1978

42- UFC - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. Pesquisa e experimentação com a faveleira. (Cnidosculos phyllacanthus (Mart) Pax et Hoff). Relatório de Pesquisa 2, Fortaleza, 1978, 167p.

43- UFC - Universidade Federal do Ceará. Relatório Técnico Anual das atividades do convênio BNB/FCPC- Pastoreio Combinado Bovino, Ovino e Caprino. Fortaleza, 1983, 43p.

44- URESK,D.W. et alii. Sampling big sage brush for phytomass. Journal of Range Management, 30:311-14, 1977.

45- VASCONCELOS,S.H.L. Influência da frequência e intensidade de poda sobre a produtividade da Jurema Preta (Mimosa sp.) UFC, Fortaleza, 1982, 72p. (Tese de Mestrado).

46- VEZINA,P.E. & GRANDTNER,M.M. Phenological observations of spring geophytes in Quebec. Ecology, 46:869- 72, 1965.

47- VIANA,O.J. et alii. Estudo do valor forrageiro da faveleira (Cnidosculos phyllacanthus). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 1, Fortaleza, 1980. Anais... Fortaleza, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1980. p. 604-5.

48- WEIN,R.N. & WEST,N.E. Phenology of salt desert plants near cantour furrows. Journal of Range Management, 24(4):299. 1971.

49- WHITTAKER,R.H. Net production relations of shrubs in the great smoky mts. Ecology, 43:357-77, 1962.

8 - ANEXOS

ANEXO 1

Descrição morfológica dos perfis do solo da área do experimento.

Projeto: Fenologia, Produção e Valor Nutritivo do Carquejo (Calliandra depauperata Benth).

Perfil: nº1

Classificação: Podzóico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico raso abruptico plínthico A moderado textura arenosa/argilosa cascalhenta.

Localização: Estado do Ceará, município de Parambú, Fazenda Pau Preto, localizada no km 45 da BR-020, área do experimento Fenologia, Produção e Valor Nutritivo do Carquejo (C. depauperata Benth), aproximadamente 3m da cerca da entrada.

Altitude: 470m.

Litologia e Material Originário: granito-gnaisse.

Relevo Local e Regional: plano e ondulado.

Erosão: laminar moderada.

Drenagem: imperfeitamente drenado.

Vegetação: local - Carquejo, Moleque Duro, Jurema Preta, Catingueira, Angico.

Regional - Caatinga hiperxerófila.

Uso atual: vegetação nativa.

DESCRIÇÃO DO PERFIL

A_1 -0-12cm, bruno amarelado escuro (10YR 4/4 úmido); comum, pequeno, distinto, vermelho (7.5R 4/6 úmido); areia franca; fraca média a grande, granular, grãos individuais;

solto não plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.

A_3 -12-24cm, bruno amarelado escuro (10YR 4/6 úmido); comum, pequeno, distinto, vermelho (7.5R 4/6 úmido); franco arenoso, fraca, média e grande, grãos individuais; solto, não plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana e abrupta.

B_2 -24-45cm, coloração variegada composta de bruno amarelado (10YR 5/6 úmido); vermelho escuro (7.5R 3/8 úmido), amarelo avermelhado (7.5YR 6/8 úmido); franco argiloso; moderada média, blocos angulares; friável, plástico, muito pegajoso transição irregular e clara.

C - 45-57cm$^+$, coloração variegada composta de bruno amarelado (10YR 5/6 úmido), vermelho escuro (7.5R 3/8 úmido), amarelo avermelhado (7.5YR 6/8 úmido); argila; moderada média blocos angulares e maciça; friável, muito plástico, muito pegajoso.

Raízes: comuns em A_1 e A_3, poucas em B_2 e ramos no C.

Observações: Os horizontes A_1 e A_4 são cascalhentos.

- Presença de pedregosidade superficial, constituído de seixos de quartzo.
- Perfil descrito com solo úmido.

Examinadores: Fco. Ocean B. Mota e Helena C.B. Pará.

Projeto: Fenologia do Carquejo (Calliandra depauperata Benth) - Tese.

Perfil: Nº 2.

Classificação: Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico raso plínthico A moderado textura argilosa cascalhenta.

Localização: Estado do Ceará, município de Parambú, Fazenda Pau Preto, localizada no km 45 da BR-020, área do experimento Fenologia, Produção e valor nutritivo do Carquejo (Caliandra depauperata Benth), aproximadamente 5m da cerca dos fundos.

Altitude: 470m.

Litologia e Material originário: Granito-Gnaisse.

Relevo Local e Regional: plano e ondulado.

Erosão: laminar moderada.

Drenagem: imperfeitamente drenado.

Vegetação: Local - Carquejo, Moleque Duro, Jurema Preta, Catingueira, Angico.

Regional - Caatinga hiperxerófila.

Uso Atual: vegetação nativa.

DESCRIÇÃO DO PERFIL

A_1 -0-9cm, bruno escuro (10YR 3/3 úmido); franco arenoso; fraca, pequena e média, granular, grãos individuais;sol

to e friável, não plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana e abrupta.

A_3 -9-26cm, bruno amarelada (10YR 5/6 úmido); pouco, pequeno distinto, vermelho (7.5R 4/6 úmido); franco argilo arenoso fraca, pequena e média grãos individuais; solto e m.friável, ligeiramente plástico, ligeiramente pegajoso; transição plana e abrupta.

B_2 -26-48cm, coloração variegada composta de bruno amarelado (10YR 5/6 úmido), vermelho escuro (7.5R 3/8 úmido), vermelho claro (7.5R 6/8 úmido); moderada, média, blocos angulares; friável, plástico, muito pegajoso; transição plana e abrupta.

C -48-61$^+$, coloração variegada composta de bruno amarelado (10YR 5/6 úmido), vermelho escuro (7.5R 3/8 úmido), vermelho claro (7.5R 6/8 úmido); maciça; friável, plástico, muito pegajoso.

Raízes: comuns em A_1 e A_3, poucas em B_2 e raras no C.

Observações: - A_1 cascalhento e A_3 com cascalho

- Presença de pedregosidade superficial constituídas de seixos de quartzo
- Perfil descrito em solo úmido

Examinadores: FCº Ocian B. Mota e Helena C. B. Pará.

ANEXO 2

Resultados analíticos dos perfis do solo da área do experimento.

RESULTADOS ANALÍTICOS DO PERFIL Nº 1

Amostra nº	Horizonte ou Camada		Composição Granulométrica %				Argila	Classificação
	Símbolo	Profundidade cm	Areia Grossa 2-0,2	Areia Fina 2-0,5	Silte 0,05-0,02	Argila 0,02	Natural %	Textural
4-281	A_1	0-12	56,8	27-5	6,9	8,8	6,8	Areia Branca
282	A_3	12-24	51,8	16.7	12.6	18.9	5.0	Franco Arenoso
283	B_2	24-45	29,2	7.6	26.4	36.8	4.4	Franco Argiloso
284	C	45-57	15,5	7.8	32.3	44.4	4.3	Argila

Unidade %		Água Útil	PH		CE a 25°C	Carbo	Matëria	P
1/3 Atm	15 ctm	%	H_2O	KCL	Ext. Sat. mmhos/cm	no %	Orgânica	Assimilável mg/100g
6.1	2.8	3.3	4.80	3.60	0.32	0.840	1.45	0.23
10.6	4.6	6.0	4.50	3.70	0,31	0,528	0.91	0.29
24.8	11.2	13.6	4.90	3.50	0,24	0.552	0,95	0.18
36.2	16.3	19.9	5.50	3.80	0.23	0.282	0.49	0.12

								100 S/T
Ca++	Mg++	K++	Na++	S	$H+Al^{3+}$	Al^{3+}	T	Na%	V%
0.60	0.40	0.15	0,08	1.23	1.10	0.28	2.33	3.43	53
1.00	0.50	0.17	0.12	1.79	1.60	0.45	3.39	3.53	53
1.70	2.70	0.31	0.16	4.87	4.20	0.99	9.07	1.76	54
4.30	5.70	0.29	0.41	10.73	2.60	0.30	13.33	3.07	81

RESULTADOS ANALÍTICOS DO PERFIL Nº 2

Amostra Nº	Horizonte ou Camada		Composição Granulométrica %				Argila	Classificação
	Símbolo	Profundidade cm	Areia Grossa 2-0,2	Areia Fina 2-0,05	Silte 0,05-0,02	Argila 0,02	Natural %	Textural
4- 285	A_1	0-9	46.9	26.7	7.1	19.3	9.6	Franco Arenoso
286	A_3	9-26	42.9	17.8	12.9	26.4	8.9	Franco Arg.Arenoso
287	B_2	26-48	34.4	9.1	19.8	36.7	5.2	Franco Argiloso
288	C	48-61	29.8	4.8	23.1	42.3	4.6	Argila

Unidade %		Água Útil	PH		CE a 25°C	Carbono	Matéria	P
1/3 atm	15 atm	%	H_2O	KCL	Ext.Sat. mmhos/cm	%	Orgânica	Assimilável mg/100g
13.6	5.9	7.7	4.30	4.10	0.75	1.660	2.86	0.28
18.6	8.2	10.4	4.60	3.70	0.48	1.518	2.61	0.22
25.7	12.0	13.7	5.00	3.80	0.42	0.414	0.71	0.17
32.9	15.0	17.9	5.10	3.90	0.02	0.288	0.49	0.15

Complexo Sortivo mE/100g de Solo									100 S/T V
Ca^{++}	Mg^{++}	E^{+}	Na^{+}	S	$H^{+}+Al^{3+}$	Al^{3+}	T	Na%	%
3.40	1.10	0.22	0.08	4.80	3.20	0.09	8.00	1.00	60
1.00	0.50	0.16	0.07	1.73	1.40	0.55	3.13	2.23	55
1.10	1.50	0.15	0.12	2.87	2.52	0.82	5.39	2.22	53
1.90	2.70	0.11	0.21	4.92	2.90	0.54	7.82	2.68	63