

LUIZ CARLOS LISEU

CURVA DE PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA, DIGESTIBILIDADE
"IN VITRO" E TAXA DE FERMENTAÇÃO DO SORGO

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Zootecnia,
para obtenção do grau de Magister
Scientiae

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS – MINAS GERAIS
1981

LUIZ CARLOS LISEU

CURVA DE PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA, DIGESTIBILIDADE
"IN VITRO" E TAXA DE FERMENTAÇÃO DO SORGO

acres.
633.174

24.

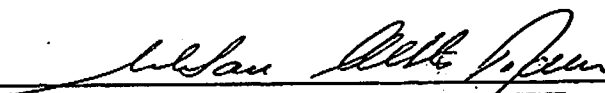
Tese apresentada a Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Zootecnia, para obtenção do grau de Magister Scientiae

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS
1 9 8 1

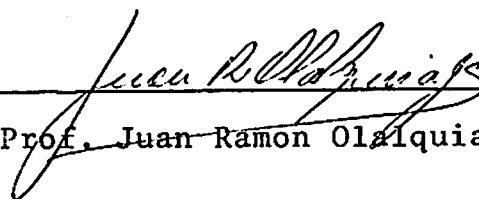
APROVADA.



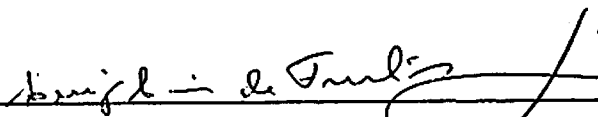
Prof. Raul Ramon Vera Infazon



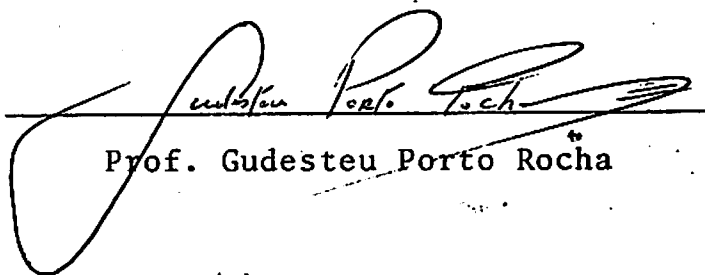
Prof. Esteban Alberto Pizarro



Prof. Juan Ramon Olalquiaga Pérez



Prof. Luiz Carneiro de Freitas Girão



Prof. Gudesteu Porto Rocha

A
Minha mãe, Anna

DEDICO

AGRADECIMENTOS

O autor expressa o seu reconhecimento e agradece :

Ao Professor Raul Ramon Vera, pela eficiente orientação, valiosas críticas.

Ao Professor Esteban Alberto Pizarro, pela eficiente orientação e pelo apoio ao trabalho.

Aos Professores do curso de pós-graduação da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL) pelos conhecimentos transmitidos .

Aos Professores Igor M.E.V. Tiesenhausen e Lúcio Carlos Gonçalves pelos ensinamentos e amizade.

Ao Departamento de Ciências em Alimento - ESAL pelo apoio e colaboração.

Ao PEAS - UFRRJ pela oportunidade proporcionada .

Aos colegas do curso, pela amizade e agradável convivência, em especial Samuel Cezar.

BIOGRAFIA DO AUTOR

LUIZ CARLOS LISEU, filho de José Liseu e Anna Maria da Silva Liseu, nasceu na cidade do Rio de Janeiro, Estado do Rio de Janeiro, aos 22 dias do mês de janeiro de 1948.

Em 1970, diplomou-se em Medicina Veterinária pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ.

Em março de 1971 foi contratado pelo Instituto de Zootecnia da UFRRJ, exercendo então a função de Auxiliar de Ensino, passando a Professor Assistente em 1980.

A partir de março de 1977, iniciou o Curso de Pós-graduação da Escola Superior de Agricultura de Lavras - M.G.

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. Teor de matéria seca %	03
2.2. Componentes da planta com base na matéria se ca	04
2.3. Proteína bruta na matéria seca total	05
2.4. Proteína bruta nos componentes da planta ..	05
2.5. Carboidrato	06
2.5.1. Celulose e hemicelulose	06
2.5.2. Açúcares e amido	08
2.5.3. Métodos de análise dos carboidratos- estruturais	10
2.5.4. Métodos de análise de carboidratos - não estruturais	12
2.6. Tanino	09
2.7. Digestibilidade "in vitro" da matéria seca	

	Página
total	13
2.8. Produção de matéria seca	15
2.9. Taxa de digestão da matéria seca, selulose e hemicelulose	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Localização, fatores climáticos, plantio e tratos culturais	18
3.2. Delineamento experimental e tratamentos...	21
3.3. Análise das amostras	23
3.3.1 Matéria seca	23
3.3.2 Análise química	23
3.4. Taxa de digestão da matéria seca, hemicelulose e celulose	24
3.5 Análise estatísticas	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 Matéria seca total	26
4.2 Componentes da planta com base na matéria seca	28
4.3 Digestibilidade da matéria seca	33
4.4 Proteína bruta na matéria seca total	35
4.5 Proteína nos componentes	37
4.6 Carboidratos solúveis na matéria seca to tal	41
4.7 Carboidratos solúveis na haste + bainha..	44
4.8 Carboidratos solúveis no raquis + grão ..	45

	Página
4.9 Amido na matéria seca total	45
4.10 Amido no raquis + grão	49
4.11 Celulose	49
4.12 Hemicelulose	54
4.13 Tanino no raquis + grão	60
4.14 Produção de matéria seca	60
4.15 Taxa de digestão da matéria seca, celulose e hemicelulose	62
5. CONCLUSÕES	69
6. RESUMO	71
7. SUMMARY	74
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
9. APÊNDICE	84

LISTA DE QUADROS

QUADRO		Página
1	Variação dos componentes da planta com a idade de corte com base na matéria seca ..	29
2	Efeito da época de corte na produção, digestibilidade e proteína bruta na matéria seca total	38
3	Efeito da época de corte nos teores de <u>pro</u> teína bruta nos componentes da planta	39
4	Efeito da época de corte nos teores de <u>car</u> boidratos da matéria seca total	57
5	Efeito da época de corte nos teores de <u>car</u> boidratos da haste + bainha	58
6	Efeito da época de corte nos teores de <u>car</u> boidratos do raquis + grão	59
7	Efeito do tempo de fermentação sobre a <u>per</u> centagem de digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS) da celulose (DIV cel.) e da hemicelulose (DIV hcel.) da matéria	

QUADRO

Página

	seca total em função da idade.....	63
8	Efeito do tempo de fermentação sobre a per- centagem de digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS) e da celulose (DIV cel) e da hemicelulose (DIV hcel.) da haste + bainha em função da idade	64
9	Comparação dos pontos máximos de digestão (parâmetro \hat{a}) e aceleração da digestão (pa- râmetro \hat{b}) das equações de regressão para taxa de digestão "in vitro" da matéria se- ca total nas diferentes idades de corte...	67
10	Comparação dos pontos máximos de digestão (parâmetro \hat{a}) e aceleração (parâmetro \hat{b}) das equações de regressão para taxa de diges- tão "in vitro" da matéria seca da haste + bainha nas diferentes idades de corte.....	68
1A	Equações de regressão para o grau de diges- tão em relação a horas de fermentação	85
2A	Equações de regressão para o grau de diges- tão da matéria seca da haste + bainha em relação a horas de fermentação	86
3A	Equações de regressão para o grau de diges- tão da celulose da matéria seca total em relação a horas de fermentação	87
4A	Equações de regressão para o grau de diges- tão da celulose da haste + bainha em rela- ção a horas de fermentação	88

QUADRO

Página

5A	Equações de regressão para o grau de diges_ tão da hemicelulose da matéria seca total em relação a horas de fermentação	89
6A	Equações de regressão para o grau de diges_ tão da hemicelulose da haste + bainha em relação a horas de fermentação	90

LISTAS DE FIGURAS

Figuras		Página
1	Variação do percentual de matéria seca com a idade da planta	27
2	Variação do percentual de haste + bainha com a idade da planta	30
3	Variação do percentual de folhas verdes com a idade da planta	31
4	Variação do percentual de folhas secas com a idade da planta	32
5	Variação da digestibilidade da matéria seca com a idade da planta	34
6	Variação do percentual de proteína bruta na matéria seca total com a idade da planta	36
7	Variação do percentual de proteína bruta nas folhas verdes com a idade da planta ..	40

Figuras	Página
8	Variação do percentual de proteína bruta nos raquis + grão com a idade da planta ... 42
9	Variação dos carboidratos solúveis na matéria seca total com a idade da planta 43
10	Variação do percentual de carboidratos solúveis na matéria seca da haste + bainha com a idade da planta 46
11	Variação do percentual de carboidratos solúveis na matéria seca dos raquis + grão com a idade da planta 47
12	Variação do percentual de amido na matéria seca total com a idade da planta 48
13	Variação do percentual de amido nos raquis + grão com a idade da planta 50
14	Variação do percentual de celulose na matéria seca total com a idade da planta 52
15	Variação do percentual de celulose na haste + bainha com a idade da planta 53
16	Variação do percentual de hemicelulose na matéria seca total com a idade da planta .. 55
17	Variação do percentual de hemicelulose na haste + bainha com a idade da planta 56
18	Variação da produção de matéria seca com a idade da planta 61

Figuras		Página
1A	Taxas de fermentação da matéria seca total em função das idades da planta	91
2A	Taxas de fermentação da matéria seca da haste + bainha em função da idade da planta	92
3A	Taxas de fermentação da celulose da planta total em função das idades	93
4A	Taxas de fermentação da celulose da haste + bainha em função das idades da planta ..	94
5A	Taxas de fermentação da hemicelulose da matéria seca total em função das idades da planta	95
6A	Taxas de fermentação da hemicelulose da haste + bainha em função das idades da planta	96

1. INTRODUÇÃO

No Brasil Central a produção estacional de forragens segue praticamente a mesma linha das variações climáticas. Deste modo no "período das águas", que geralmente vai de outubro a março ocorre abundante produção de forragens, capaz de proporcionar aos animais um crescimento satisfatório. Este período é seguido de outro com duração semelhante, quando ocorre escassez de forragens que se tornam fibrosas e de baixo valor nutritivo sendo incapazes de suprir os requisitos mínimos dos animais, o que determina grande queda na produção pecuária.

Uma das possíveis soluções para permitir uma produção animal mais uniforme durante todo o ano, é a suplementação com silagens, dentre as quais as de sorgo e de milho têm sido recomendados.

Na literatura nacional são encontrados poucos dados sobre a qualidade das silagens produzidas em nossas

condições, sendo evidente a carência de informações neste sentido. Apesar da prática da ensilagem ser relativamente bem difundida entre os pecuaristas, as técnicas de ensilar são de um modo geral empíricas, PAIVA et alii (30).

A época de corte é um dos fatores que mais afetam a qualidade das silagens, determinando fermentações indesejáveis quando realizado fora das condições ótimas.

O objetivo deste trabalho foi estudar as características da curva de crescimento e o efeito do estágio de maturidade na composição química e digestibilidade "in Vitro" do Sorghum vulgare Pers. cultivar BR 601, como planta, que poderia ser usada não só para silagens mas eventualmente também para conservação em pé.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Teor de matéria seca %

O percentual de matéria seca nas forragens tem grande importância não só no ponto de vista de sua conservação em processos de ensilagem e fenação, mas também na limitação do consumo pelo animal. GONZALES (1972) e SILVEIRA (1975), citados por VALENTE (44) apontam teores entre 30-35% de matéria seca como adequados para ensilagem.

De uma maneira geral o aumento do teor de matéria seca ocorre com o avanço de maturidade das forragens.

DANLEY & VETTER (13) observaram um aumento linear no conteúdo de matéria seca no sorgo com o avanço da idade. CASTRO et alii (11) encontravam teores de 35,1 e 33,4% para o Sorghum bicolor com 179 e 199 dias de idade respectivamente.

SCHMID et alii (34) estudando quatorze cultivares de sorgo em ponto de corte, observaram diferenças en-

tre eles quanto ao teor de matéria seca. A variação foi de 23 a 38,1% de matéria seca, considerado pelos autores inferiores a determinada em cultivares de milho (22,8 a 55,8%).

2.2 - Componentes da planta com base na matéria seca

EDWARDS et alii (14) estudando as variações que ocorrem no sorgo (S. bicolor x S. sudanense) observaram que na planta jovem as folhas estão presentes em maior proporção do que as hastes, havendo uma inversão com o avanço da maturidade.

FARHOOMAND & WEDIN (15) estudando o crescimento do sorgo forrageiro (Sorghum bicolor) observou que aos 60 dias de idade a planta verde era composta de 14,4% de folhas, 80,3% de haste e 5,3% de raquis + grão e quando alcançou a idade de 135 dias houve uma alteração nas proporções, passando as folhas para 12,4%, haste 77,3% e raquis + grão 10,3. Com 60 dias de idade as folhas, haste e raquis + grão continham 26,0; 17,2 e 35,3% de matéria seca respectivamente. Aos 135 dias de idade os teores de matéria seca passaram a ser 35,3; 27,7 e 61,9%, respectivamente. Ao passo que para o "sudangrass" (Sorghum sudanense) encontraram os seguintes resultados: aos 60 dias a planta verde apresentou 13,5; 67,2 e 19,3% de folhas, haste, raquis + grão respectivamente e aos 135 dias proporções passaram para 10,5 ; 81,2 e 8,3% respectivamente. Os teores de matéria seca variaram de 32,5; 26,5 e 52,1% para 45,8; 32,5 e 52,9% nas folhas, haste, raquis + grão respectivamente.

2.3 - Proteína bruta na matéria seca total

A qualidade da matéria seca produzida pelas gramíneas, depende da sua composição química. Em espécies como sorgo e milho a proteína é um fator limitante, estando seus teores abaixo das exigências nutritivas dos animais.

O avanço da maturidade do sorgo reduz acentuadamente o teor de proteína bruta, WYLIE citado por SEIFFERT & PRATES (35). ADEMOSUM et alii (1), observaram um decréscimo linear de 19,6% para 10,3% de proteína bruta quando estudaram o Sorghum vulgare em estágios de crescimento que abrangiam as idades de 60 a 135 dias.

CASTRO et alii (11) ao analisarem o Sorghum bicolor variedade "Santa Elisa" nas idades de 179 e 199 dias encontraram 4,5 e 3,6% proteína bruta respectivamente.

SEIFFERT & PRATES (35) encontraram no Sorghum sp. valores de 7,11 e 7,13% de proteína bruta para corte feito quando a planta apresentava 30,3 e 31,6% de matéria seca respectivamente.

2.4 - Proteína bruta nos componentes da planta

Os componentes da planta diferem quanto a composição química dos seus nutrientes, e dentre eles a proteína bruta. FARHOOMAND & WEDIN (15) determinaram no Sorghum sudanense um teor de proteína bruta de 17,5%, 4,6% e 9,6% para folhas, hastes e rquis + grão respectivamente, quando a planta alcançou 60 dias de idade. Valores que passaram a

ser de 15,0%, 4,0% e 10,1% respectivamente quando a planta alcançou 135 dias de idade. Os mesmos autores observaram variações de 22,0%, 8,0% e 10,6% para 15,4%, 5,8% e 11,7% para folhas, hastes, raquis + grão respectivamente quando trabalharam com Sorghum bicolor nas mesmas idades (60-135-dias).

2.5 - Carboidratos

Os carboidratos são a principal fonte de reserva de energia estocada nos órgãos vegetativos das plantas forrageiras perenes e bianuais, SMITH (38). Segundo VERA (46) quantitativamente são a mais importante parcela química da matéria seca das forragens.

Devido a suas próprias características químicas, os carboidratos são classificados em estruturais e não estruturais. A celulose e hemicelulose estão no grupo dos carboidratos estruturais, enquanto o amido e açúcares participam dos carboidratos não estruturais.

2.5.1 - Celulose e hemicelulose

A celulose é um constituinte fundamental da fibra das forrageiras, presente em proporções variáveis, dependendo da espécie, parte da planta e estágios de maturação, ROCHA (33).

Segundo NOLLER (29) a celulose é uma fonte básica de energia para ruminantes, que são capazes de utilizá

la por intermédio das celulases produzidas pelas bactérias do rúmem.

SULLIVAN (41), BUCHALA & WILKIE (7), observaram que as gramíneas temperadas diferem das tropicais em relação ao percentual de celulose na matéria seca; estes valores chegaram até 20% de celulose para gramíneas tropicais enquanto que para gramíneas temperadas ultrapassam 25%.

Assim como a celulose, a hemicelulose é um carboidrato estrutural que está presente à parede celular das partes folhosas e lenhosas das forrageiras, sendo um dos componentes da fibra, ROCHA (33).

BUCHALA (6), define hemicelulose como um polissacarídeo da parede celular que compreende 20-40% da matéria seca das forrageiras tropicais. Quanto ao percentual de hemicelulose, os valores para as forrageiras tropicais são superiores aos das forrageiras temperadas.

ADEMOSUM et alii (1) estudando o desenvolvimento do sorgo híbrido (Sorghum vulgare x Sorghum Sudanense) observou um aumento dos constituintes da parede celular de 29,9 para 37,8% valores estes referentes a uma idade de 52 e 85 dias respectivamente. Os teores de celulose foram de 24,6 e 34,5%.

SCHMID et alii (34) obteve para 14 cultivares de sorgo um teor médio de 34,9% de fibra ácido detergente (ADF), valor correspondente a uma média de 30,1 de matéria seca. O erro padrão para o percentual médio de ADF, foi

de 5,3%.

2.5.2 - Açúcares e amido

Os carboidratos não estruturais são de grande importância na fisiologia das plantas forrageiras e do ponto de vista dos processos de fermentação microbiana no rúmen e na ensilagem, VERA (46). Este grupo de carboidratos estão integrados por açúcares, fructosanas e amido, sendo que este último é o principal polissacarídeo de reserva nas gramíneas tropicais e nas leguminosas, SMITH (37).

HUNTER et alii (22), identificando e quantificando os carboidratos não estruturais em forragens tropicais concluíram que as fructosanas, principais polissacarídeos de reserva nas gramíneas temperadas, são de pequena importância nas espécies tropicais.

No sorgo, açúcares e amido são os principais compostos de armazenamento de energia, GOURLEY & LUSK (17) o que representa disponibilidade de substrato para fermentações microbilógicas tanto no rúmen como nos processos de ensilagem. JOHNSON et alii (23) sugerem que teores de carboidratos solúveis acima de 15% são suficientes para garantir uma boa fermentação láctica nos processos de ensilagem.

MEGEHEE citado por GOURLEY & LUSK (17) encontraram 22,6; 13,8 e 7,2% de açúcares para três variedades de "sorgo anão" com 34%, 34% e 36% de matéria seca respectivamente; os teores de amido foram 11,6; 20,3 e 22,4%.

BURNS et alii (9) observaram um teor de 25,3% de carboidratos solúveis em água quando analisaram um sorgo forrageiro com 157 dias de idade.

De uma maneira geral a composição química das forrageiras é influenciada pelo estado de maturação da planta, no entanto DANLEY & VETTER (13) não observaram esta influência para teores de carboidratos solúveis no sorgo.

SMITH (36) estudando a composição em carboidratos solúveis em água (CSA) e amido (A) para diferentes estados de desenvolvimento do sorgo, encontrou os seguintes resultados

<u>Estágio de crescimento</u>	<u>CSA %</u>	<u>A %</u>
Emergência da panícula	38,4	3,9
Início da abertura das flores	25,3	2,9
Grãos quase cheios	36,2	3,8

2.5.3 - Métodos de análises dos carboidratos estruturais

Para extração dos carboidratos componentes da fibra das forragens, são usados métodos empíricos e definitivos.

A fibra detergente ácido (FDA) e fibra detergente neutro (FDN) são os métodos empíricos mais usados, ROCHA (33).

Segundo VAN SOEST (45), FDN é um método de estimação dos carboidratos presentes à fibra, onde ocorre

a solubilização do conteúdo celular e pectina, e o resíduo se constitui de hemicelulose, celulose, lignina, sílica e nitrogênio lignificado; FDA é um método onde ocorre a solubilização do conteúdo celular, pectina e hemicelulose, e o resíduo se constitui de celulose, lignina, sílica e nitrogênio lignificado.

A celulose e hemicelulose são considerados importantes fontes de energia para ruminantes, levando os pesquisadores a investigarem métodos convenientes de análise destes componentes da fibra bruta.

Segundo BAILEY (4), as literaturas que relatam composição química de forrageiras mostraram vários resultados onde a celulose e hemicelulose têm sido medidas no sentido de comparar com fibra bruta, particularmente no caso de forrageiras tropicais.

Os métodos definitivos permitem um mais completo fracionamento de fibra, podendo ser realizado por hidrólise ácida ou hidrólise básica, BAILEY (4).

Existem métodos definitivos como o de CRAMPTON & MAYNARD, MATRONE et alii, citados por BAILEY (3) que permitem determinar a quantidade de celulose.

O método de BAILEY (3) permite determinar a hemicelulose e celulose separadamente.

2.5.4 - Métodos análise de carboidratos não estruturais

A ausência de um solvente universal para todos os carboidratos não estruturais, torna difícil a sua determinação simultânea, precisando-se do uso sucessivo de métodos enzimáticos e hidrólise química, geralmente ácida, SMITH (38).

A remoção de carboidratos com água tem sido um comum método de estimar a concentração de carboidrato não estrutural nas gramíneas de clima temperado, primariamente porque as frutossas (o predominate polissacarídeo não estrutural) e açúcares são solúveis em água, SMITH (36). Nas gramíneas tropicais o polissacarídeo não estrutural predominante é o amido (amilose e amilopectina). A amilose é solúvel em água especialmente água quente o que não ocorre com a amilopectina.

A amilopectina predomina no amido das gramíneas tropicais impedindo que se consiga uma estimativa precisa quando se usa água como solvente de carboidratos não estruturais nestas espécies forrageiras.

Vários métodos de extração de amido são conhecidos. MACRAE et alii (23) usando folhas de alfafa (Medicago sativa) com alto (A), médio (M) e baixo (B) teor de amido, citam e comparam seis diferentes métodos de extração:

<u>Método de extração</u>	<u>Método de estimativa</u>	<u>% de amido</u>		
		<u>A</u>	<u>M</u>	<u>B</u>
Takadiastase	Scheaffer-Somogyi	13,4	5,7	1,9
Alfa-amilase	DNSA	11,7	4,5	1,7
Glucoamilase	Glucose oxidase	11,4	3,5	0,3
Ácido trifluoracético	Glucose oxidase	11,7	3,5	0,7
Iodo precipitação	Glucose oxidase	12,0	3,6	0,4
Ácido perclórico	Antrona	13,3	5,8	2,2

Os percentuais mais baixos de amido, encontrados através dos métodos de extração pela glucoamilase, ácido trifluoracético e iodo precipitação, provavelmente foram devidos à especificidade para glucose dos métodos de estimativa usados naqueles processos de extração.

2.6 - Tanino

Os taninos são um complexo grupo de compostos fenólicos que estão distribuídos amplamente no reino vegetal. Todos os taninos polihidroxi-fenóis solúveis em água interessam à nutrição animal, pois podem precipitar proteínas quando em solução, GOULEY & LUSK (17).

Os principais taninos no grão de sorgo resistente a pássaros são taninos condensados chamados leuco-antocianidinas, SWAIN citado por GOURLEY & LUSK (17).

Os efeitos prejudiciais dos taninos nos grãos de sorgo resistente a pássaros são bem documentados tanto para monogástricos como para ruminantes, FOX et alii (16).

HARRIS et alii (18) estudando o teor de tanino no grão de sorgo encontrou resultados que foram altamente correlacionados (-0,90) com a digestibilidade "in vitro" da matéria seca.

GOURLEY & LUSK (17) estudando o aproveitamento da proteína bruta por ruminantes, mostrou uma correlação positiva ($r = 0,62$) entre a indigestibilidade da proteína e o conteúdo de tanino de 34 variedades de sorgo.

HUNT, citado por GOULEY & LUS (17) encontrou os seguintes teores de tanino em sete variedades de sorgo híbrido:

<u>Variedade de Híbrido</u>	<u>Folha %</u>	<u>Raqui + Grão %</u>
Martin X Rio	26,1	6,6
Martin X T X 2538	28,9	2,1
Martin X IS 38-2934	23,6	1,5
De Kalb FS-1b	19,7	1,2
KS 18 x N 6229	20,0	1,8
KS 18 x T x 2538	18,8	1,3
Martin x N 6229	14,3	1,9

2.7 - Digestibilidade "In Vitro" da matéria seca total

A digestibilidade das forrageiras é um dos fatores limitantes do seu valor nutritivo para os ruminantes, sendo para VAN SOEST (45) o mais importante.

A digestibilidade das forrageiras diferem de

espécies para espécies, porém PEZO & VOHNOUT (32) consideram o fator idade mais importante.

MINSON et alii (28) evidenciaram que o aumento da idade da planta influencia de maneira diferente na digestibilidade de diversas espécies forrageiras,

A extensão da digestão da matéria seca é limitada pela concentração de lignina, SMITH et alii (40) e MERTENS (27). SUMNER & HOLME (42) estudando o desenvolvimento de quatro cultivares de sorgo observaram um aumento no percentual de lignina à medida que as plantas avançavam na idade.

O estudo da digestibilidade do sorgo em diferentes estados de maturação e com diferentes teores de matéria seca é de grande importância para estimar o seu valor nutritivo.

SCHMID et alii (34) estudando a qualidade de quatorze cultivares de sorgo encontraram um valor médio para digestibilidade de 55,6% com um erro padrão de 4,6%, coeficiente este correspondente a um teor médio de matéria seca, que era de 30,1% com um erro padrão de 6,0%.

ADEMOSUM et alii (1), avaliando a qualidade de um sorgo híbrido (Sorghum vulgare x Sorghum sudanense) em estados de maturação que iam de 52 a 85 dias de idade, determinou um decréscimo na digestibilidade da matéria seca de 71,7% para 55,8%.

EDWARD et alii (14) observaram para o sorgo SU DAX SX-11 em idades de 1 a 14 semanas um decréscimo na digestibilidade da matéria seca de 90% para 60% nas primeiras se

manas e permanecendo constante a partir da quinta e sexta semanas.

BURNS et alii (9) determinaram coeficientes de digestibilidade para os Sorghum vulgare e Sorghum sudanense em diferentes idades. Aos 56 dias os valores foram de 57,1 e 50,6% respectivamente, enquanto que aos 157 dias houve um decréscimo para 52,9 e 36,9%.

2.8 - Produção de matéria seca

A escolha da variedade do sorgo a ser cultivado é importante quando o objetivo é produção de matéria seca.

BUFARAH et alii (8), MATTOS & PEDREIRA (25) e PEDREIRA (31) conduziram trabalhos cuja tônica foi estudar a competição entre variedades. Nesta linha de ação constataram uma oscilação na produção de matéria seca de 5,22 a 22,41 toneladas por hectare.

SCHMID et alii (34) registraram variações de 10,5 a 16,6 toneladas/ha de matéria seca quando compararam as produções de quatorze variedades de sorgo. O percentual médio foi de 30,1% relativos a uma produção média de 12,8 toneladas/hectare.

2.9 - Taxa de digestão da matéria seca, celulose e hemicelulose

Taxa de digestão é a velocidade com que a matéria seca, potencialmente digestível é fermentada pelos micro-

organismos do rúmen.

Juntamente com potencial de digestão, taxa de passagem e tempo gasto para início de fermentação, a taxa de digestão permite uma predição da digestibilidade da matéria seca, MERTENS (27).

A hipótese de que o conteúdo do rúmen regula o consumo de alimento, permitiu a PEZO & VOHNOUT (32) concluir que se uma forragem é mais rapidamente digerida demorará menos no retículo-rúmen, permitindo maior consumo.

A concentração de lignina, componente da fibra e de baixa digestibilidade é um fator limitante no aproveitamento da matéria seca das forragens pelos ruminantes. Segundo WALDO & SMITH (47) o teor de lignina na fibra, influencia na digestibilidade de plantas forrageiras, em ruminantes, mas o aumento do conteúdo de lignina durante a digestão, não reduz a taxa de digestão.

HERSHBERGER et alii (19) determinaram taxa de digestão "in vitro" da celulose nas diferentes horas de fermentação: 6, 12, 24 e 48 e observaram que no início da digestão há um período de retardamento, seguido de uma rápida elevação no grau de fermentação no período entre 6 e 18 horas, diminuindo em seguida de modo a apresentar, entre 24 a 48 horas, um aumento de apenas 5-10%, no entanto PEZO & VOHNOUT (32), CARVALHO et alii (10), BARNES (5) e HOPSON et alii (20) observaram que existe um considerável aumento no grau de fermentação no período entre 6-24 horas, sendo que entre 24 e 48 horas este aumento é pouco representativo.

BURNS et alii (9) estudaram diferentes horas de fermentação da matéria seca para os Sorghum vulgare (F.S.) e Sorghum sudanense (P.S.) e obtiveram os seguintes resultados:

	<u>6 horas</u>		<u>48 horas</u>	
	<u>FS</u>	<u>PS</u>	<u>FS</u>	<u>PS</u>
Pasto	11,7	7,3	48,7	50,6
Fenos	19,2	5,3	45,7	40,4
Planta passada	18,0	1,0	44,7	36,9

Baseado nos dados acima, os autores concluíram que houve uma significativa interação entre tratamentos e espécies.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Localização, fatores climáticos, plantio e tratamentos culturais

O presente estudo foi conduzido nas dependências da Fazenda Experimental Santa Rita, de propriedade da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no Município de Prudente de Moraes, na região Metalúrgica de Minas Gerais, entre as seguintes coordenadas geográficas: 19° 28' latitude sul e 44° 15' longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 732 metros.

O solo da região é um latossolo vermelho - amarelo de reconhecida pobreza, devido à sua acidez, presença quase que constante de alumínio, baixo teor de cálcio, magnésio e potássio trocáveis, principalmente fósforo assimilável e matéria orgânica, granulometricamente argilo-arenoso, segundo MENDES(26).

Foi realizada colheita de solo para análise química (CNPMS-EMBRAPA) e análise física (ESAL - Lavras).

As análises em pauta estão resumidas nas tabelas abaixo:

Análise química

Amostra	pH em Água	Al eq.mg/100cc	Ca eq.mg/100cc	Mg eq.mg/100cc	K ppm	P ppm	M.O. %	N total %
01	5,9	0,00	4,30	0,75	46	148	2,92	0,15
02	5,9	0,00	4,00	0,75	36	102	2,89	0,14
03	5,8	0,00	3,50	0,65	41	53	2,76	0,14
04	5,8	0,00	2,90	0,65	32	52	2,59	0,13
05	5,7	0,00	2,85	0,50	30	29	2,39	0,12
06	5,6	0,00	2,70	0,95	50	14	2,40	0,12

Análise física

Amostra	Água Retida (%)		C	M.O.	Areias	Limo	Argila	Classe
	15	1/3						
	(atm.)	(atm.)						
			(%)					
01	23,62	26,96	1,74	2,99M	36,4	1,8	61,8	Argila
02	24,21	27,47	1,86	3,20A	30,4	7,8	61,8	"
03	23,05	27,87	1,86	3,20A	32,4	6,8	20,8	"
04	23,87	26,33	1,80	3,10A	34,4	3,8	61,8	"
05	22,84	26,97	1,43	2,46M	36,4	8,8	54,8	"
06	24,37	27,26	1,74	2,99M	37,4	2,8	59,8	"

Quadro A

Ano	Mês	Temperatura média (°C)			Umidade relativa do ar Média (%)			Precipitação	Insolação
		12h	18h	24h	12h	18h	24h	Total mm	Total Horas
1978	Outubro	23,4	28,3	20,8	68	49	76	120,1	221,2
	Novembro	23,0	25,2	19,7	72	65	82	233,6	116,4
	Dezembro	23,2	26,3	20,5	73	62	86	163,2	181,3
1979	Janeiro	22,0	25,1	20,3	81	72	89	574,7	96,5
	Fevereiro	22,7	25,9	20,9	80	69	88	544,3	150,1
	Março	23,1	26,3	20,3	74	64	86	97,5	192,5
	Abril	22,1	26,3	18,6	75	60	87	63,4	211,0
	Maiο	21,2	26,2	17,5	75	53	87	95,9	239,9
	Junho	18,1	23,5	14,4	71	49	83	0,0	262,1
	Julho	18,0	24,1	15,1	73	47	81	16,5	248,2

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia
Estação Principal de Sete Lagoas - MG

Os dados meteorológicos referentes ao período experimental de outubro/78 a julho/79, estão apresentados no quadro seguinte:

No dia 31/10/78 foi plantado o sorgo utilizando-se 10 Kg/ha de semente a uma distância entre fileiras de 70cm. No plantio adubou-se com 200 Kg/ha da fórmula (4-14-8) e no dia 20/12/78 foi realizada uma adubação de cobertura com 200 Kg/ha de sulfato de amônio.

A variedade escolhida para o presente estudo, é recomendada pelo Centro Nacional de Pesquisa - Milho e Sorgo (EMBRAPA).

3.2 - Delineamento experimental e tratamentos

Foi utilizado um delineamento em blocos ao acaso com cinco repetições, para estudar o teor e rendimento de matéria seca, teores e rendimento de proteína bruta e componentes da planta com base na matéria seca.

A curva de produção foi estudada através de cortes realizados a cada quatorze dias, iniciados depois que as plantas atingiram 0,50m de altura (63 dias de idade), sendo que os dois últimos cortes foram com intervalos de 35 dias.

As parcelas mediam $7m^2$ de área (10m x 0,7m), e os cortes seguiram o cronograma apresentado no quadro a seguir:

<u>Nº do corte</u>	<u>Data</u>	<u>Idade em dias</u>
1	02/01/1979	63
2	16/01/1979	78
3	30/01/1979	93
4	13/12/1979	108
5	28/02/1979	123
6	13/03/1979	138
7	27/03/1979	153
8	10/04/1979	168
9	21/05/1979	202
10	25/06/1979	238

Todas as plantas de cada parcela, eram cortadas e pesadas em uma balança tipo dinamômetro estimando-se então a produção de massa verde por hectare. A seguir, picava-se o material retirando-se 2 sub-amostras de 500g em cada repetição que eram levadas ao laboratório para a determinação da matéria seca e análise química.

Nas extremidades de cada parcela tomava-se três plantas, com as quais eram avaliados os seguintes parâmetros:

- a) Peso de cada planta individualmente
- b) Peso das folhas, haste + bainha e raquis + grão em cada planta

Após a determinação destes parâmetros, cada componente foi picado e misturado retirando-se duas sub-amos

tras de 100g que eram levadas ao laboratório para determinação da matéria seca. A contribuição de cada fração ao peso total foi expressa com base na matéria seca.

3.3 - Análise das amostras

3.3.1 - Matéria seca

A matéria seca total e de cada componente da planta foi determinada por uma pré-secagem em estufa a 100°C durante uma hora, SMITH (39) e uma secagem a 70°C até peso constante. Para esta determinação foram usadas todas as repetições de campo. As amostras foram moídas em moinho com peneira de 1 mm e guardadas em frascos de vidros.

3.3.2- Análise química

A proteína bruta na planta inteira foi determinada usando-se todas as repetições de campo, enquanto que para os componentes, as repetições formaram uma amostra composta. Apenas a planta inteira e haste + bainha foram analisadas em todas as idades de corte. As folhas verdes foram analisadas dos 63 dias até 138 dias; as folhas secas dos 138 dias até 238 dias e o raquis + grão dos 93 dias até 238 dias.

A dosagem do nitrogênio foi realizada pelo método Kjeldahl, segundo HORWITZ (21).

O amido e os carboidratos solúveis em etanol a 80%, foram determinados em uma amostra composta de todas as

repetições. Foram feitas análises para todos os cortes, da planta inteira e haste + bainha e apenas nas idades de 108-153 dias para raquis + grão. As dosagens seguiram os métodos de CLEGG (12), MACRAE (24), modificados por VERA (46). As amostragens para análise de celulose e hemicelulose seguiram o mesmo esquema. As dosagens foram feitas segundo a técnica de BAILEY (3) com ligeiras modificações, VERA (comunicação pessoal).

O componente raquis + grão foi analisado quanto ao teor de tanino, para os cortes feitos quando as plantas alcançaram as idades de 108, 123, 138 e 153 dias. As dosagens seguiram o A.O.A.C. (2) e foram feitas em uma amostra composta de todas as repetições.

A digestibilidade "in Vitro" da matéria seca da planta inteira (DIVMS) foi determinada segundo TILLEY & TERRY (43). Foram usados todos os cortes e repetições como amostragens.

3.4 - Taxa de digestão da matéria seca, hemicelulose e celulose

Foi determinada a taxa de digestão para matéria seca, celulose e hemicelulose em 6, 12, 24 e 48 horas de fermentação microbiana para planta total e haste + bainha em todas as idades de corte. As amostras eram compostas de todas as repetições.

As determinações de celulose e hemicelulose no material original e resíduos da digestibilidade "in vi-

tro" da matéria seca, permitiram o cálculo da digestibilidade de destes dois carboidratos estruturais.

3.5 - Análises estatísticas

Os percentuais observados de matéria seca e de proteína bruta, digestibilidade da matéria seca, produção de matéria seca e proteína bruta por hectare foram estudados através de análise de variância e modelos de regressão adequados a cada parâmetro estudado.

O mesmo procedimento foi usado para analisar as proporções de haste, folhas verdes, folhas secas e raquis + grão com base na matéria seca.

Para comparação das médias foi utilizada a diferença mínima significativa (DMS) pelo teste de TUKEY ($P < 0,05$).

Os resultados observados para celulose, hemicelulose, amido e carboidratos solúveis foram representados por regressões polinomiais.

O modelo matemático $Y = a.e^{-b/\text{horas}}$ foi aplicado aos resultados obtidos para as taxas de fermentação, sendo a variável dependente igual ao logaritmo neperiano do coeficiente de digestibilidade correspondente, onde (\hat{a}) é o ponto máximo de digestão e (\hat{b}) a aceleração da fermentação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Teor de matéria seca

O teor de matéria seca foi de 13,18% para a idade 63 dias; aumentando gradativamente com o avanço da matureza da planta, confirmando as observações feitas por DANLEY & VETTER (13).

Aos 138, 153 e 168 dias os teores foram superiores aos das demais idades ($P < 0,05$), sendo observados valores (Quadro 2, pág 38), que se adequariam aos apontados por GONZALES & SILVEIRA citados por VALENTE (44) como ideais para uma ensilagem.

CASTRO et alii (11) quando estudaram o Sorghum bicolor nas idades de 179 e 199 dias, observaram teores de matéria seca superiores aos encontrados neste trabalho para idades semelhantes.

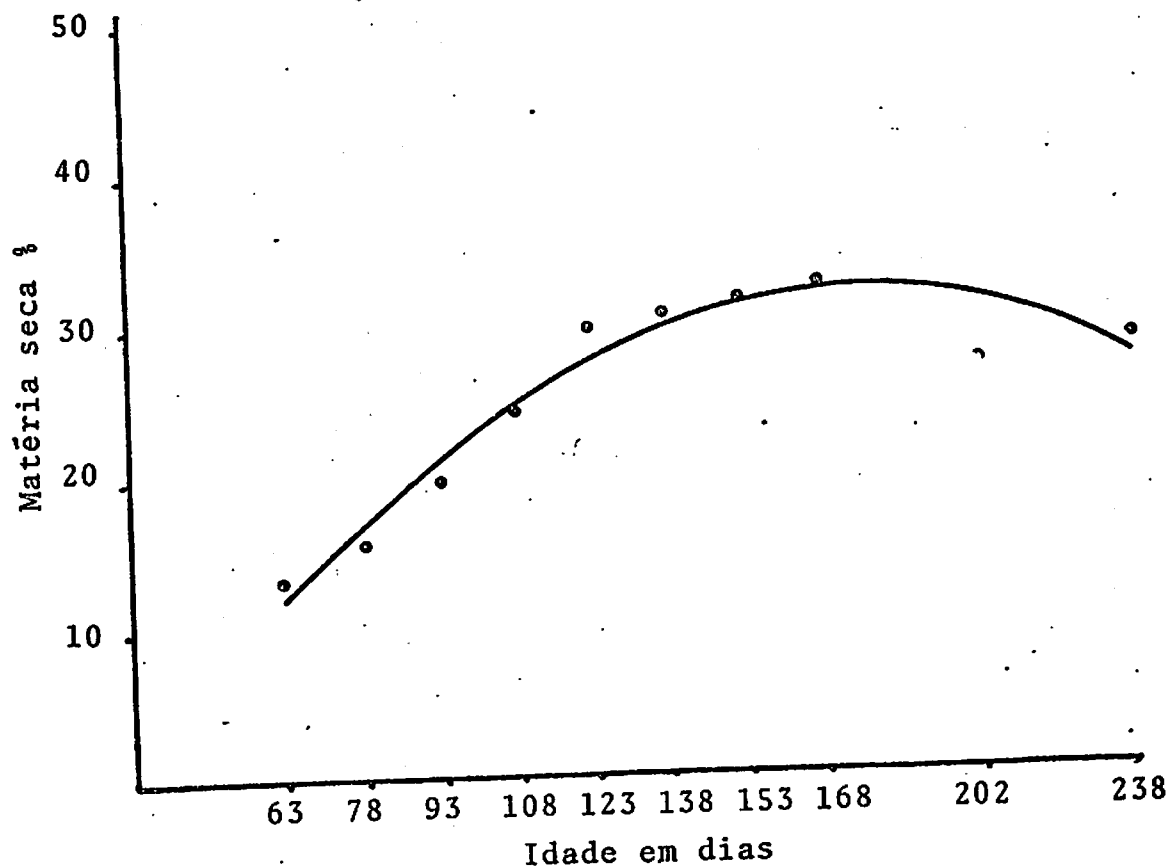
A variação nos percentuais de matéria seca foi

Figura 1. Variação do percentual de matéria seca com a idade da planta

$$Y_2 = 15,6343 + 0,5335X - 0,0015X^2$$

$$R^2 = 0,9196$$

$$(P < 0,01)$$



representada por uma equação quadrática (Figura 1). Devido a rebrotas com conseqüente aumento de folhas verdes, (Quadro 1).

4.2 - Componentes da planta com base na matéria seca

O percentual de haste + bainha aumentou ($P < 0,05$) acentuadamente quando a planta avançou de 63 para 108 dias de idade, não sendo significativos ($P < 0,05$) os acréscimos observados daí em diante, Quadro 1. Esta variação está ilustrada na figura 2.

As folhas verdes aos 63 dias de idade contribuíam com 57,47% da matéria seca total, Quadro 1. Ao contrário das hastes, seu percentual passou a diminuir ($P < 0,05$) com o avanço da maturidade da planta, o que concorda com as observações feitas por EDWARDS et alii (14).

Aos 123 dias de idade as plantas já apresentavam 3,66% de folhas secas, aumentando esta porcentagem linearmente ($P < 0,05$) até alcançar 13,51% aos 238 dias de idade, Quadro 1.

A relação folha/haste é superior a encontrada por FARHOOMAND & WEDIN (15) quando estudaram os Sorghum bicolor e o Sorghum sudanense.

A presença de raquis + grão ocorreu a partir da idade de 93 dias, contribuindo com 7,16% da matéria seca total. As maiores produções de raquis + grão foram observadas nas idades 138 e 168 dias. Ressalta-se ainda que aos 163

QUADRO 1. Variação dos componentes da planta com a idade de corte com base na matéria seca

Idade dias	Haste + bainha	Folhas verdes	Folhas secas %	Raquis + grão	Raqui	Grão
63	42,53 a	57,47 a	-	-	-	-
78	62,06 b	37,94 b	-	-	-	-
93	68,60 bc	24,24 c	-	7,16 a	-	-
108	69,94 cd	19,13 d	-	10,93 ab	-	-
123	73,31 cd	11,30 e	3,66 a	11,73 ab	-	-
138	70,73 cd	7,07 e	5,48 a	16,72 b	-	-
153	73,29 cd	0,61 f	10,79 b	7,60 a	3,33	4,38
168	69,90 cd	0,95 f	10,71 b	7,37 a	4,11	6,96
202	70,09 cd	3,20 f	11,51 b	12,81 ab	0,80	1,59
238	76,15 d	0,15	13,51 b	10,18 ab	-	-
C.V. %	5,63	4,80	13	18	34	-

Médias com letras diferentes são significativamente diferentes ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey

Figura 2. Variação do percentual de haste + bainha com a idade da planta

$$Y_2 = 72,7054 + 2,8866X - 0,0184X^2 + 0,00004X^3$$

$$R^2 = 0,9478$$

$$(P < 0,01).$$

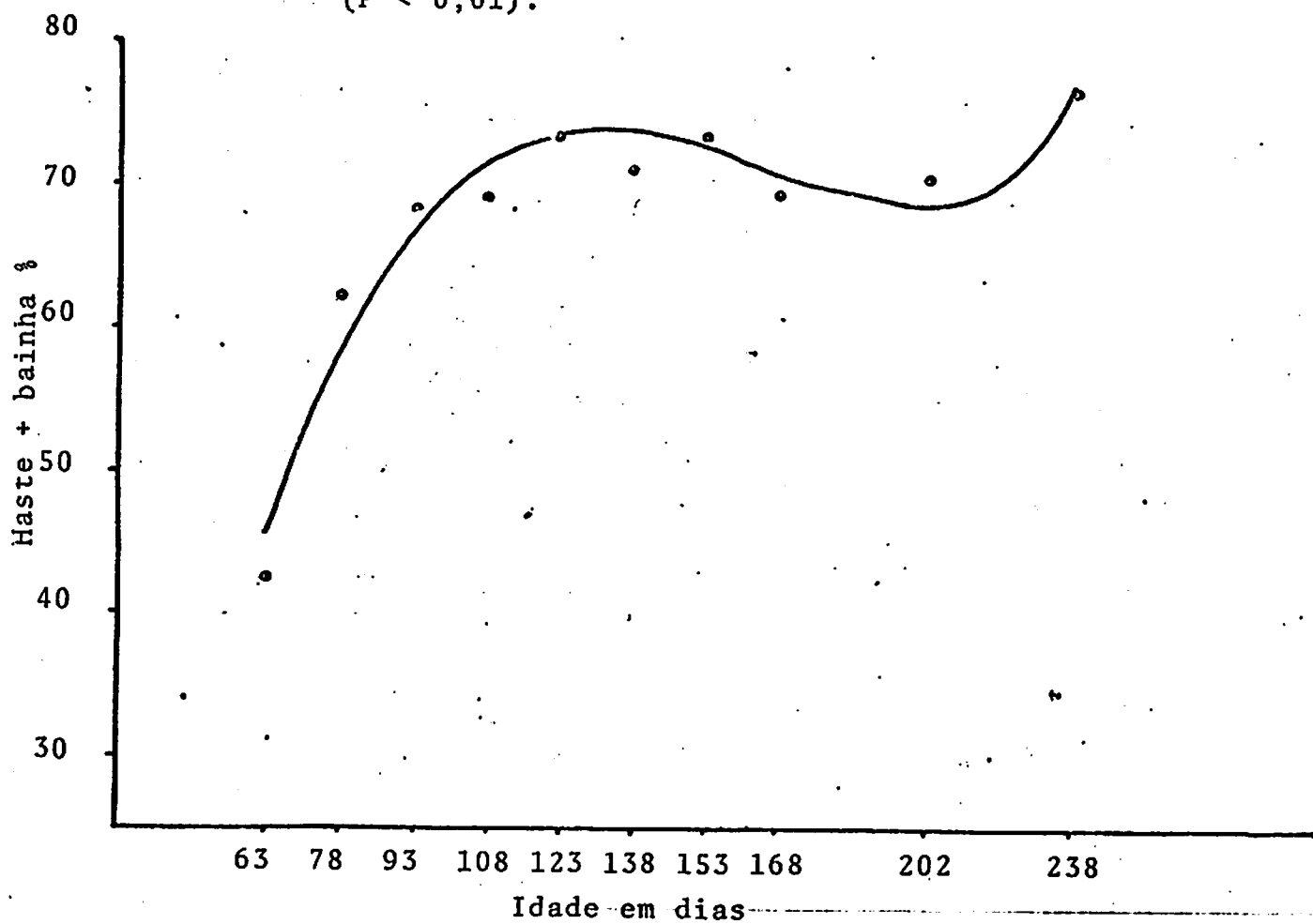


Figura 3 - Variação do percentual de folhas verdes com a idade

$$Y_2 = 448,6159 \cdot e^{-0,0324X}$$

$$r^2 = 0,8208$$

$$(P < 0,05)$$

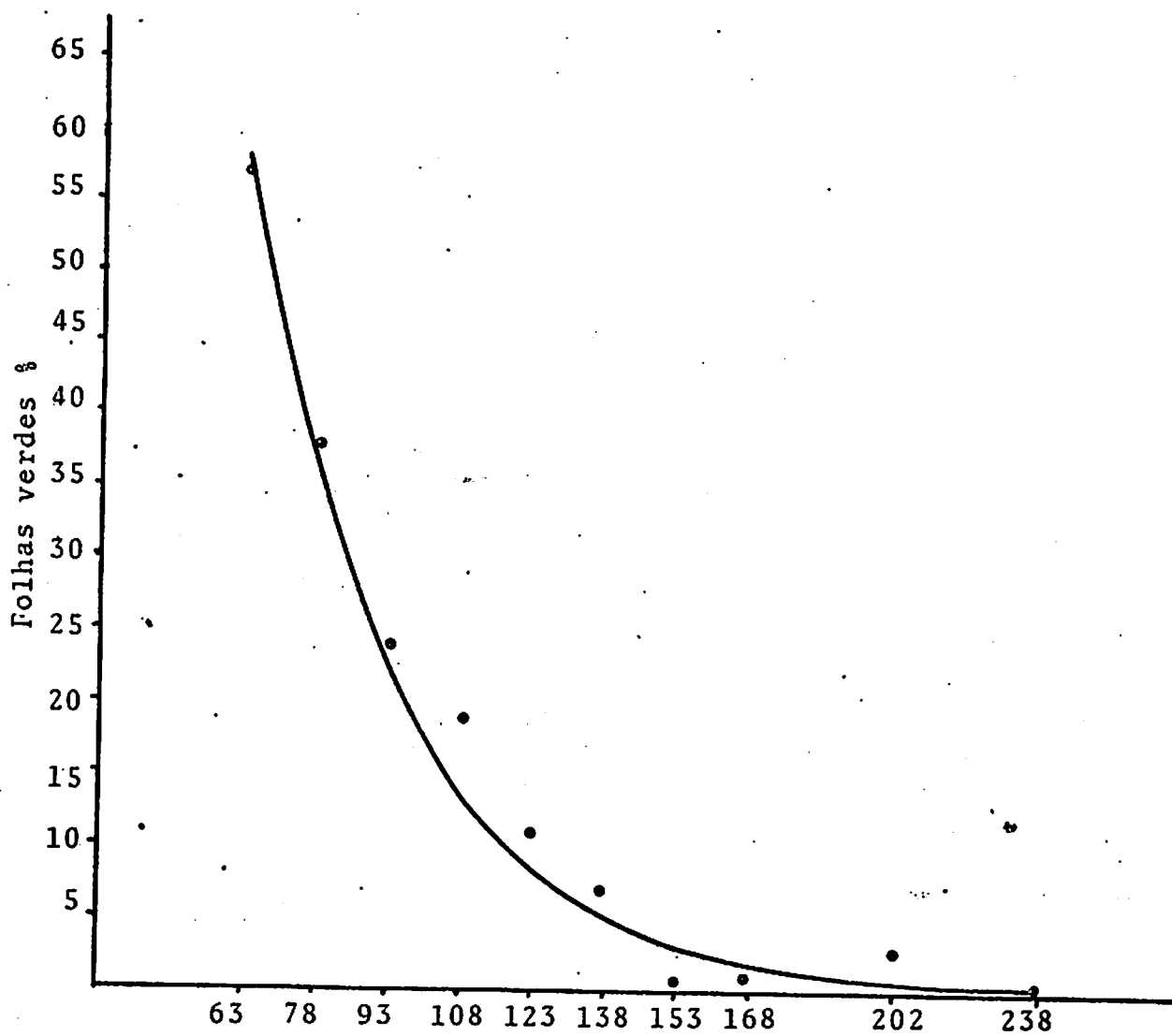
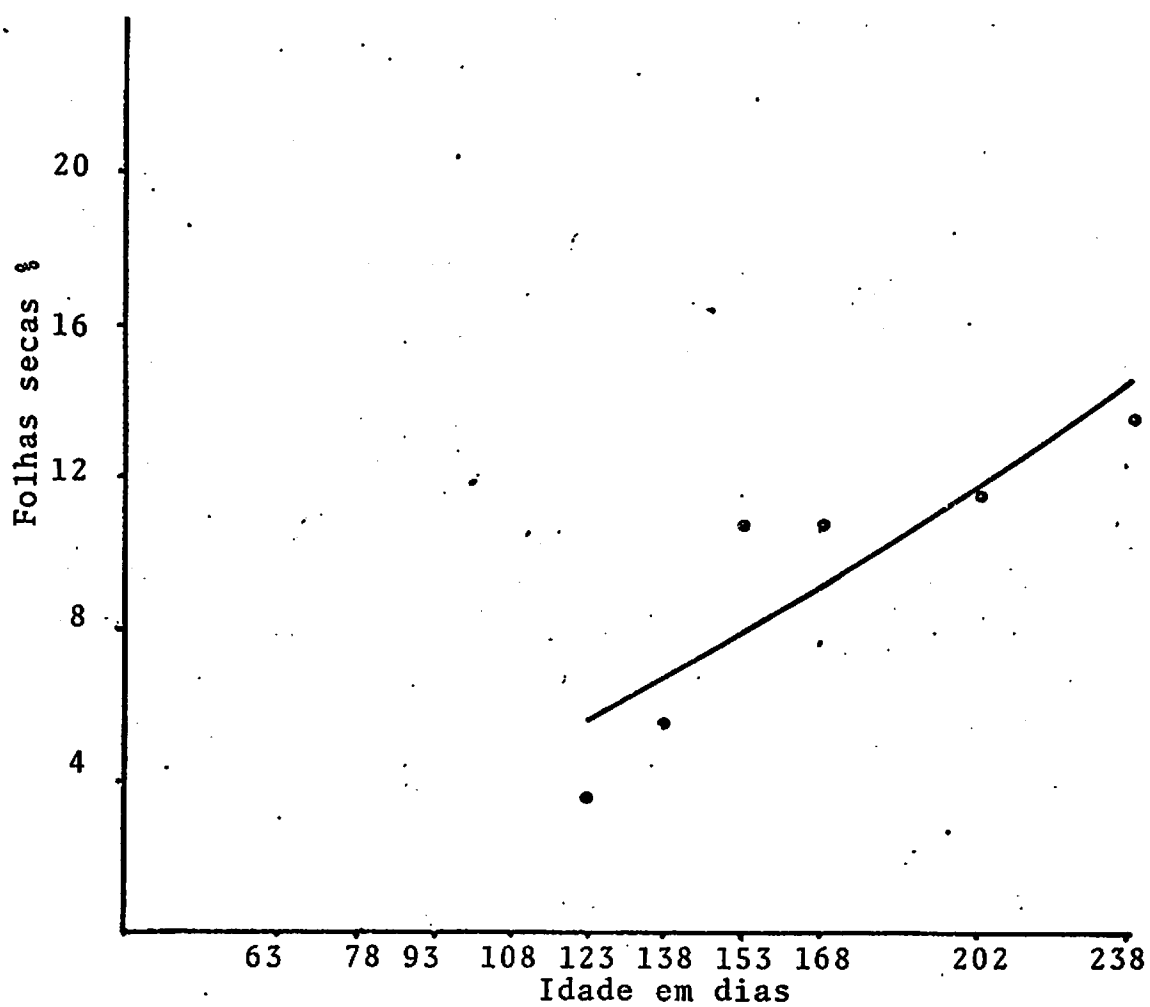


Figura 4 - Variação do percentual de folhas secas com a idade da planta

$$Y_2 = 4,0223 + 0,0781X$$

$$r^2 = 0,7638$$

$$(P < 0,05)$$



e 168 dias de idade a presença de grãos maduros foi de 4,38% e 6,96% respectivamente, Quadro 1.

Os percentuais de raqui + grão observados, Quadro 1, se assemelham aos observados por FARHOOMAND & WEDIN (15):

4.3 - Digestibilidade da matéria seca

A medida que aumentou a idade da planta houve um decréscimo linear ($P < 0,01$) na digestibilidade da matéria seca, Figura 5. EDWARD et alii (14), BURNS et alii (9) e ADEMOSUM (1) observaram em diferentes variedades de sorgo, uma diminuição na digestibilidade com o avanço da maturidade.

Os valores de digestibilidade observados no Quadro 2 são inferiores aos observados por EDWARD et alii (14) porém, superiores aos determinados por BURNS et alii (8) para os Sorghum vulgare e Sorghum sudanense. ADEMOSUM (1) estudando o desenvolvimento de um sorgo híbrido observou coeficientes de digestibilidade semelhantes aos encontrados neste trabalho.

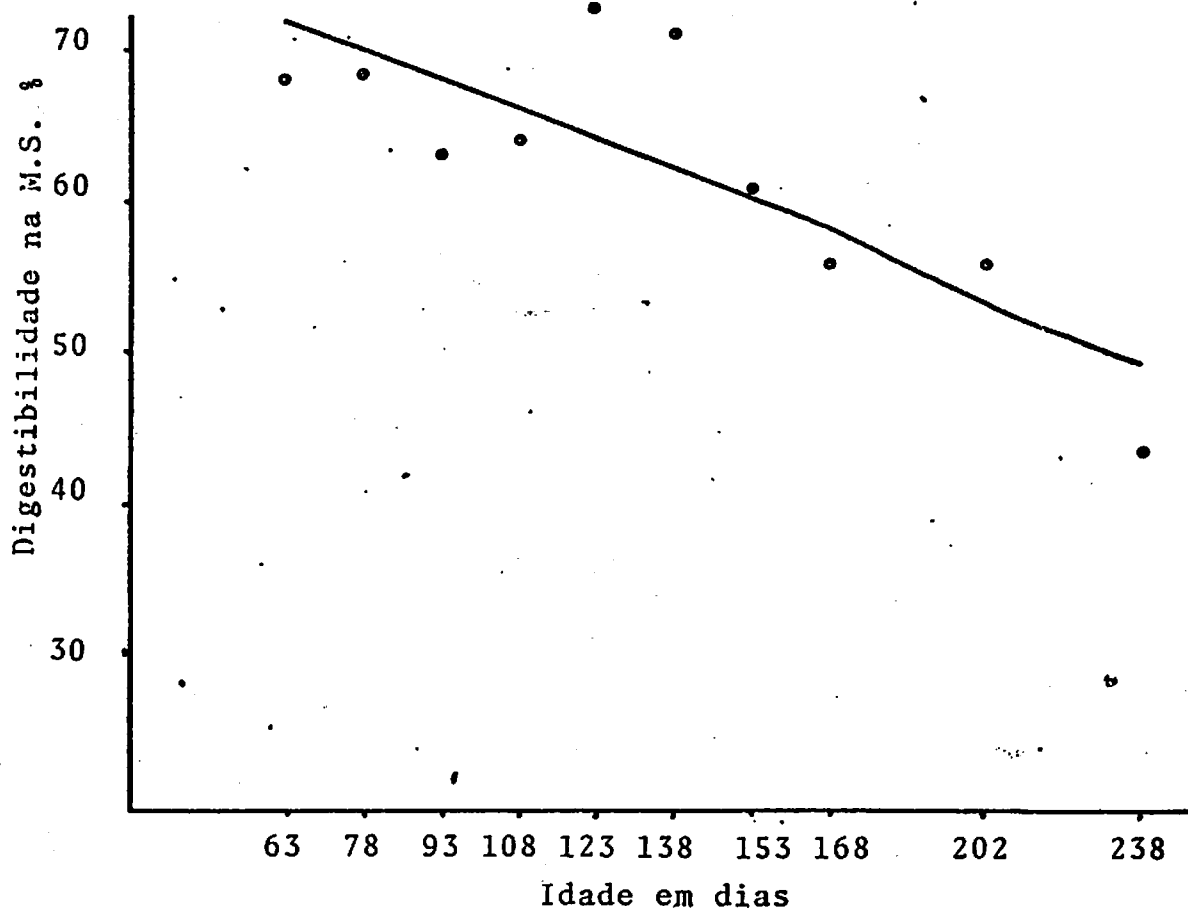
Apesar do decréscimo linear os coeficientes de digestibilidade não apresentaram variações significativas entre as idades de 63 e 108 dias ($P > 0,05$). Aos 123 e aos 138 dias de idade, os coeficientes foram de 72,83 e 70,76%, respectivamente, valores estes superiores ($P < 0,05$) aos obtidos nos demais estádios de maturação, Tabela 2. Esta superioridade parece estar ligada aos altos teores de carboi-

Figura 5 - Variação da digestibilidade da matéria seca com a idade da planta

$$Y_2 = 60,0970 - 0,1297X$$

$$r^2 = 0,6658$$

$$(P < 0,01)$$



dratos não estruturais observados nessas idades, (Quadro 4-pág. 57).

A pequena variação diária na digestibilidade (-0,13%), mostrou que o sorgo nas condições deste trabalho pode atrasar seu dia de corte sem que haja perda na qualidade da matéria seca. ROCHA (33) estudando oito gramíneas tropicais, observou decréscimo diários na digestibilidade superiores ao determinado neste trabalho.

4.4 - Proteína bruta na matéria seca total

Os valores percentuais de proteína bruta decresceram ($P < 0,05$) de 13,71% para 3,25 à medida que a idade da planta aumentou de 63 para 138 dias. A partir desta idade não houve variação nos teores, Quadro 2.

ADEMOSUM et alii (1) determinaram para o Sorghum vulgare nas idades de 63 e 135 dias 19,6 e 10,3% de proteína bruta. Observamos que apesar da superioridade destes valores, o decréscimo diário com o avanço da maturidade foi semelhante (0,13%) aos determinados neste trabalho (0,14%).

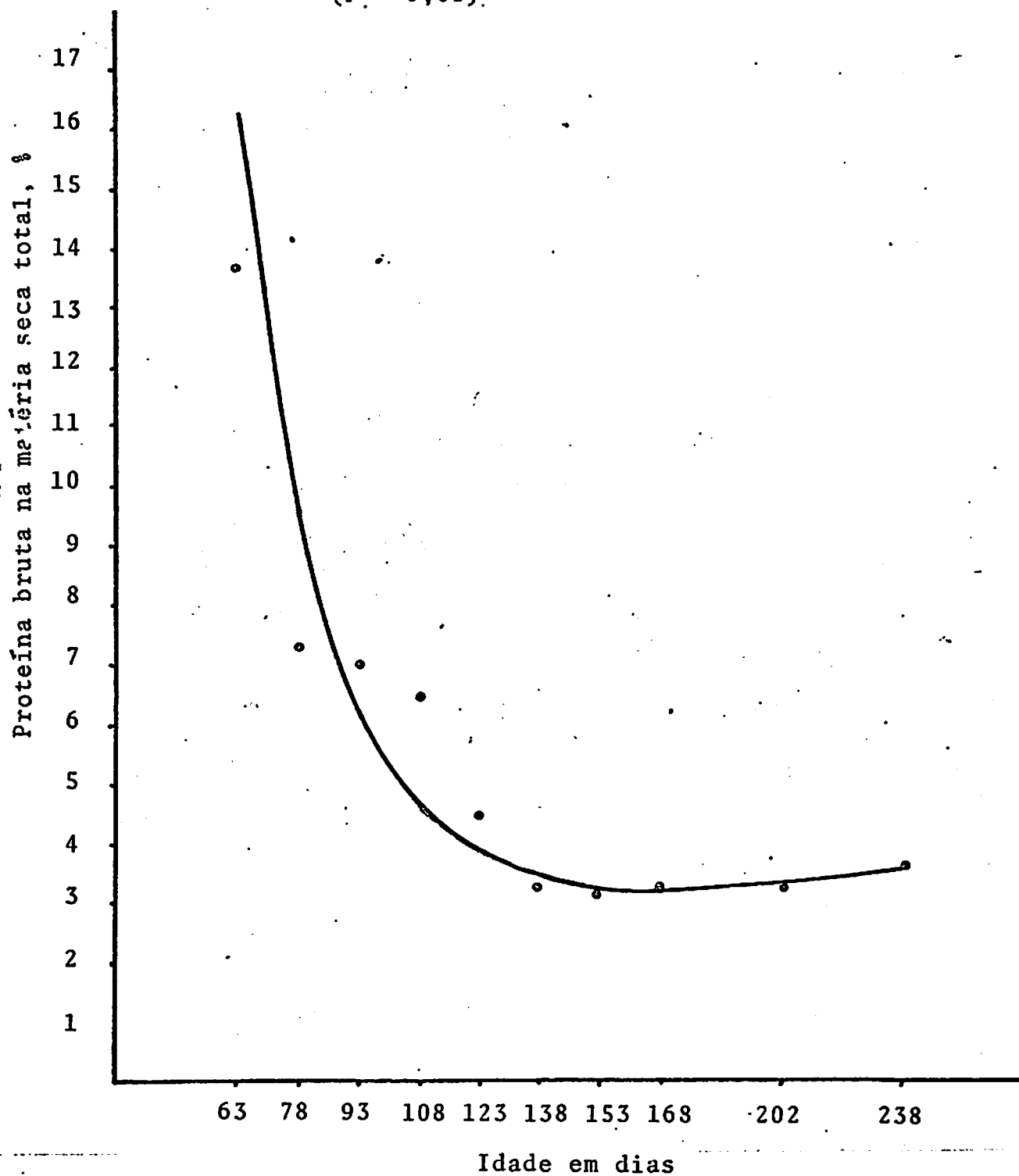
Os percentuais de proteína bruta para as idades de 123, 138, 153, 168, 202 e 238 dias são próximos aos observados por CASTRO et alii (11) quando analisaram o Sorghum bicolor variedade Santa Elisa nas idades de 179 e 199 dias.

O decréscimo dos teores de proteína entre 63 e 123 dias de idade, seguido de uma estabilização até 238

Figura 6 - Variação do percentual de proteína bruta na matéria seca total com a idade da planta

$$Y_2 = 254,3054 \cdot e^{-0,0465x} + 2,4919 \cdot e^{-0,0015X}$$

$r^2 = 0,8302$
($P < 0,05$)



dias, nos levou a representar a variação deste componente químico com o aumento da idade da planta, por uma equação dupla exponencial, Figura 6.

A produção de proteína por hectare (Quadro 2) foi de 866 Kg na idade de 108 dias, quando era observado um teor de 24,21% de matéria seca. Esta produção foi superior ($P < 0,05$) as determinadas para as outras idades, com exceção daquelas obtidas nas idades de 93 e 123 dias, quando as matérias secas eram 18,96 e 29,63%, respectivamente.

4.5 - Proteína bruta nos componentes da planta

O teor de proteína bruta nos componentes são apresentados no Quadro 3.

Nas folhas verdes houve um decréscimo linear ($P < 0,01$) de 17,36% para 9,78% para um aumento de idade de 63 para 138 dias, com uma variação diária de -0.088%, Figura 7. FARHOOMAND & WEDIM (15) determinaram um decréscimo de proteína nas folhas do Sorghum sudanense de 17,5 para 15% e de 22 para 15,4% nas folhas do Sorghum bicolor; ambos relativos a um aumento de idade de 60 para 135 dias.

Não obstante os teores de proteína bruta nas folhas do Sorghum bicolor, tenham sido superiores aos deste trabalho, a variação diária foi semelhante (-0,087). O decréscimo diário nas folhas do Sorghum sudanense foi inferior (0,033).

No raquis + grão o teor de proteína decresceu li

QUADRO 2. Efeito da época de corte na produção, digestibilidade e proteína bruta na matéria seca total

Idade dias	Matéria Seca (M.S.) %	Prod.de M.S. Kg/ha	Digestibilidade de da M.S. %	Proteína bruta %	Proteína bruta Kg/ha
63	13,18 a	3397 a	68,07 abc	13,71 a	465 cd
78	15,61 a	7308 b	68,75 ab	7,32 b	533 bcd
93	18,96 c	10063 bc	63,02 cd	7,07 b	712 ab
108	24,21 d	13403 cde	64,58 bcd	6,49 b	866 a
123	29,63 fg	14857 de	72,83 a	4,46 c	657 abc
138	30,82 gh	16865 e	70,76 a	3,25 cd	550 bcd
153	31,31 gh	17099 e	60,44 de	3,17 d	546 bcd
168	32,29 h	13565 cde	56,24 e	3,23 cd	437 cd
202	26,96 e	10454 bc	55,87 e	3,36 cd	377 d
238	28,24 ef	12005 cd	43,52 f	3,62 cd	437 cd
C.V. %	4,31	14,98	4,24	10,00	18,00

Médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey

QUADRO 3. Efeito da época de corte nos teores de proteína bruta dos componentes da planta

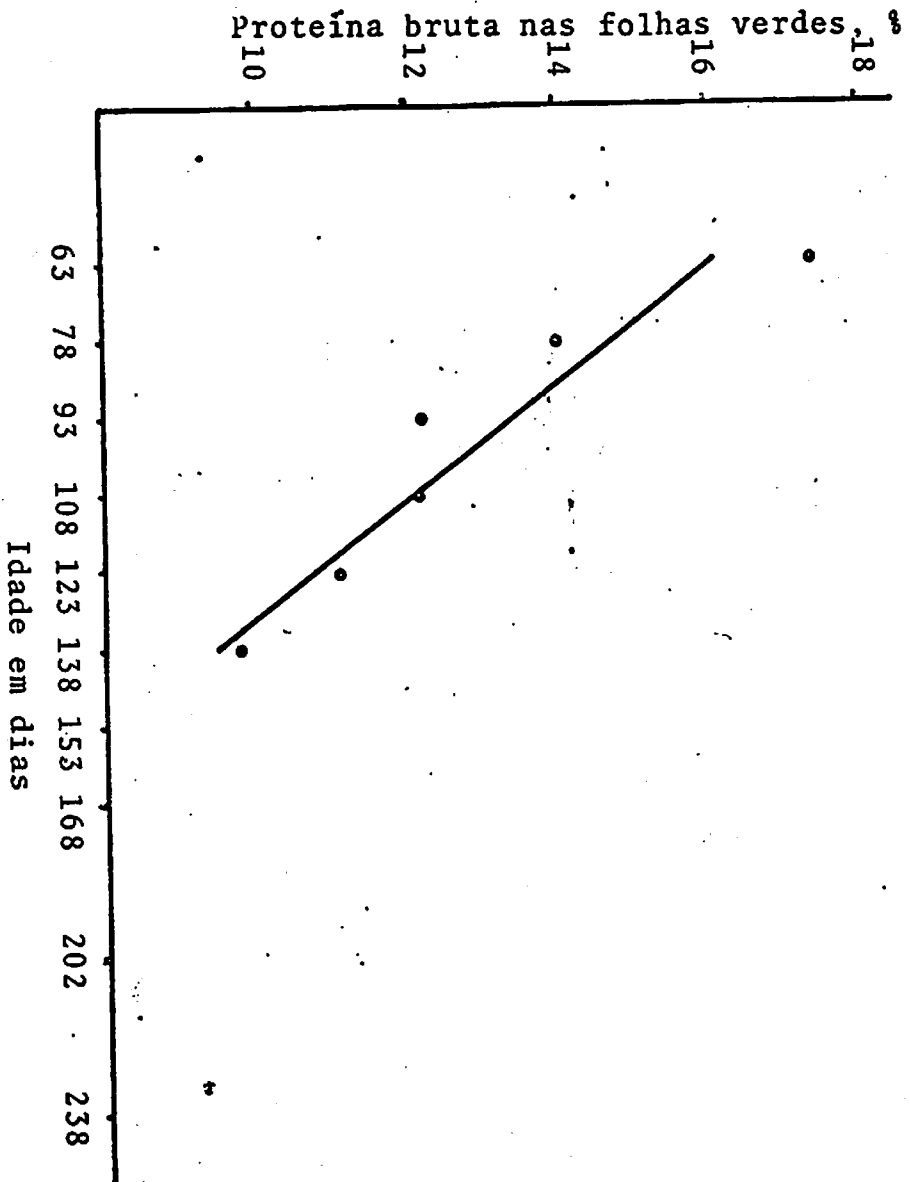
Idade dias	Haste + bainha	Folhas verdes	Folhas secas	Raqui + grão	Raqui	Grão
63	8,00	17,36	-	-	-	-
78	3,92	14,01	-	-	-	-
93	2,79	12,27	-	10,90	-	-
108	3,06	12,17	-	10,49	-	-
123	2,79	11,16	-	9,52	-	-
138	2,77	9,78	4,56	9,39	-	-
153	1,81	-	5,44	10,21	6,11	11,38
168	2,48	-	5,16	11,62	7,87	11,64
202	2,56	-	4,16	6,12	-	-
238	2,56	-	4,08	6,09	-	-

Figura 7. Variação do percentual de proteína bruta nas folhas verdes com a idade da planta

$$Y_2 = 21,7029 - 0,0886X$$

$$r^2 = 0,8909$$

$$(P < 0,01)$$



nearmente ($P < 0,05$) de 10,90 para 6,09%, relativo a um aumento de idade de 93 para 238 dias com uma variação diária de -0,033%, Figura 8. FARHOOMAND & WEDIN (15) obtiveram teores de 10,1 e 11,7% de proteína nos raquis + grão dos Sorghum sudanense e Sorghum bicolor respectivamente, quando estes se encontravam com 135 dias de idade. Estes valores são superiores aos encontrados neste trabalho quando a planta estava com 138 dias de idade, Quadro 3.

Os teores de proteína nas folhas secas não foram influenciados ($P < 0,05$) pelo estágio de maturidade da planta. Nas hastes + bainha houve um decréscimo acentuado entre os 63 e 93 dias de idade (Quadro 3) nos percentuais de proteína; daí por diante parece não ter havido variações.

O baixo valor protéico da matéria seca total parece estar influenciado pelos baixos percentuais observados tanto nas folhas secas, como nas hastes + bainha. Ressalta-se que esta influencia está também associada à alta participação destes componentes na matéria seca total; principalmente a partir dos 123 dias de idade da planta (Quadro 1).

4.6 - Carboidratos solúveis na matéria seca total

Ao contrário das observações feita por DANLEY & VETTER (13), os carboidratos solúveis na matéria seca total, variaram com a idade da planta. Essa variação foi representada por um regressão cúbica, ($P <$),01), Figura 9.

Figura 8 - Variação do percentual de proteína bruta nas espigas com a idade da planta
 $Y_2 = 14,3701 - 0,0332X$
 $r^2 = 0,5973$
($P < 0,05$)

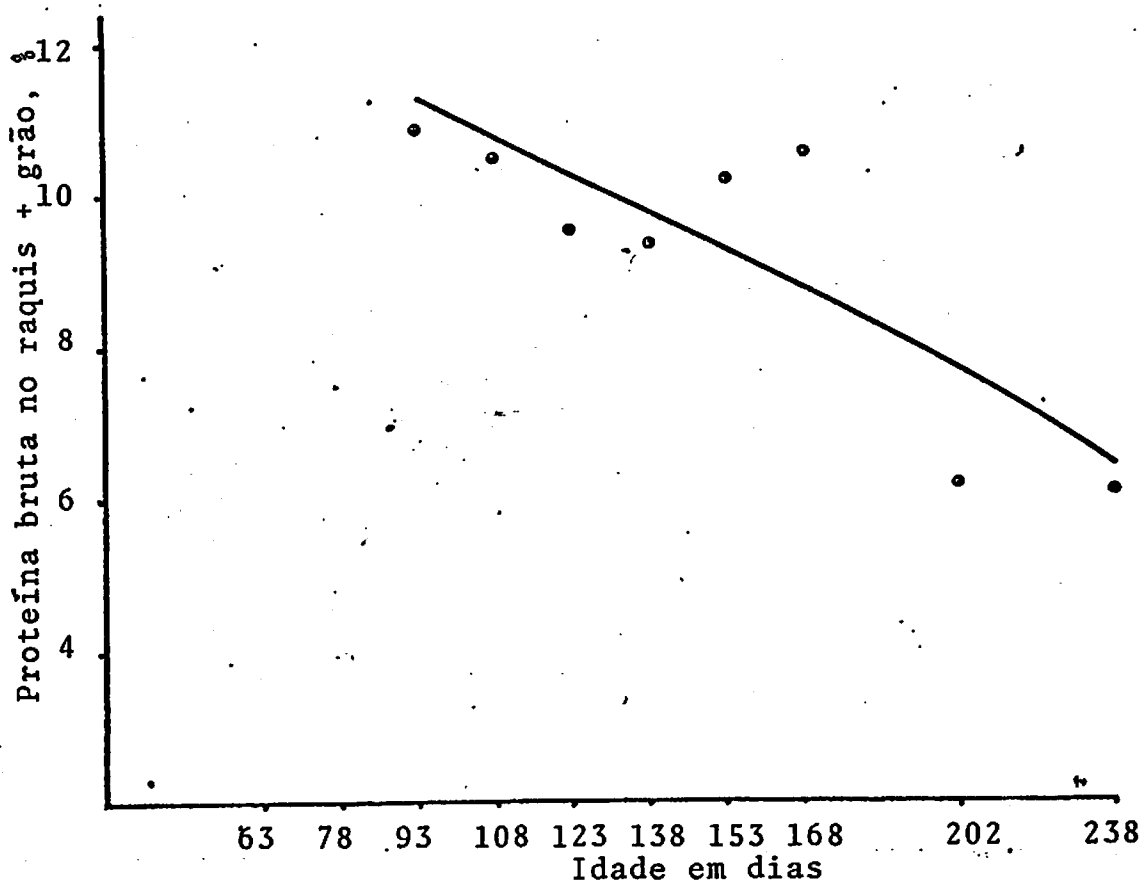
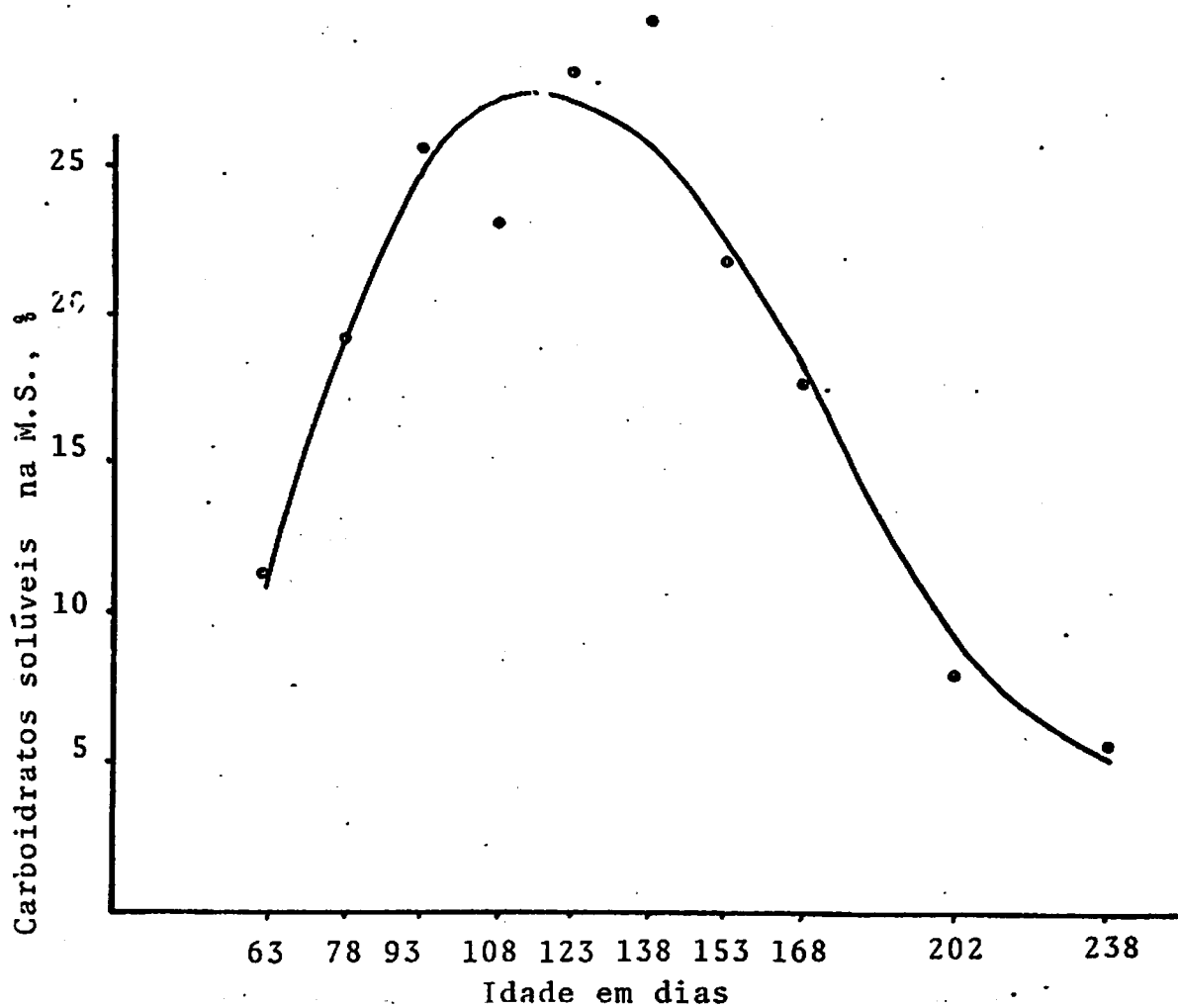


Figura 9 - Variação dos carboidratos solúveis na matéria seca total
 $Y_2 = 75,2711 + 2,1297X - 0,0138X^2 - 0,00002X^3$
 $r^2 = 0,9451$
($P < 0,01$)



Apenas nas idades de 63, 202 e 238 dias, os teores de carboidratos solúveis (Quadro 4, pág. 57) observados, foram inferiores aos recomendados por JOHNSON (23) para garantir uma boa fermentação láctica nos processos de ensilagem.

Quando a planta alcançou as idades de 123 e 138 dias, os teores de carboidratos solúveis foram de 27,92 e 28,91% respectivamente. Estes valores foram superiores aos observados nas demais idades, concorrendo para que também fossem observadas as mais altas digestibilidade da matéria seca, (Quadro 2, pág. 38).

Nas idades de corte em que as matérias secas estavam dentro dos limites apontados por GONZALES & SILVEIRA citados por VALENTE (44) como adequados para ensilagem, os teores de carboidratos solúveis foram superiores as recomendações feitas por JOHNSON (23), para uma boa fermentação láctica.

Os teores de carboidratos solúveis determinados neste estudo foram superiores aos observados por MEGEHEE citado por GOURLEY & LUSK (17); semelhante aos observados por BURNS et alii (9) e inferiores aos encontrados por SMITH (36).

4.7 - Carboidratos solúveis na haste + bainha

Em todas as idades, os teores de carboidratos solúveis foram superiores a 20%, (Quadro 5, pág. 58).

Os maiores acúmulos desses carboidratos fo-

ram de 34 - 36% entre as idades de 108 a 138 dias. Na primeira idade de corte (63 dias) o teor de carboidratos solúveis foi de 26,35% e aos 238 dias de idade foi de 22,48%.

A variaçãc destes carboidratos foi representada por uma regressão cúbica ($P < 0,05$), Figura 10.

4.8 - Carboidratos solúveis no raquis + grão

O teor de açúcares e carboidratos solúveis no raquis + grão variou linearmente ($P < 0,01$) entre as idades de 108 e 153 dias, à medida que a planta aumentou de idade os teores destes carboidratos diminuíram, Figura 11.

Os valores encontrados foram 10,54; 7,30; 4,63 e 1,29% para 108, 123, 138 e 153 dias de idade, respectivamente.

4.9 - Amido na matéria seca total

Quando aumentou a idade da planta de 63 dias para 138 dias houve um acréscimo no teor de amido, (Quadro 4. pág. 57). No primeiro corte (63 dias) o amido perfazia 3,27% da matéria seca enquanto que no 6º corte (138 dias) o valor obtido foi de 12% a partir desta idade a concentração de amido decresceu e no 10º corte (238 dias) foi de 2,42%. Uma regressão quadrática ($P < 0,01$) representou variação dos toeres de amido na matéria seca total, Figura 12.

MEGHEE citados por GOURLEY & LUSK (17) encontraram em três variedades de "sorgo anão" 11,6, 20,3 e 22,4% de amido, valores superiores aos encontrados no presente tra

Figura 10 - Variação do percentual de carboidratos solúveis na matéria seca da haste + bainha com a idade da planta

$$Y_2 = 20,1826 + 1,0981X - 0,0070X^2 + 0,00001$$
$$r^2 = 0,7780$$
$$(P < 0,05)$$

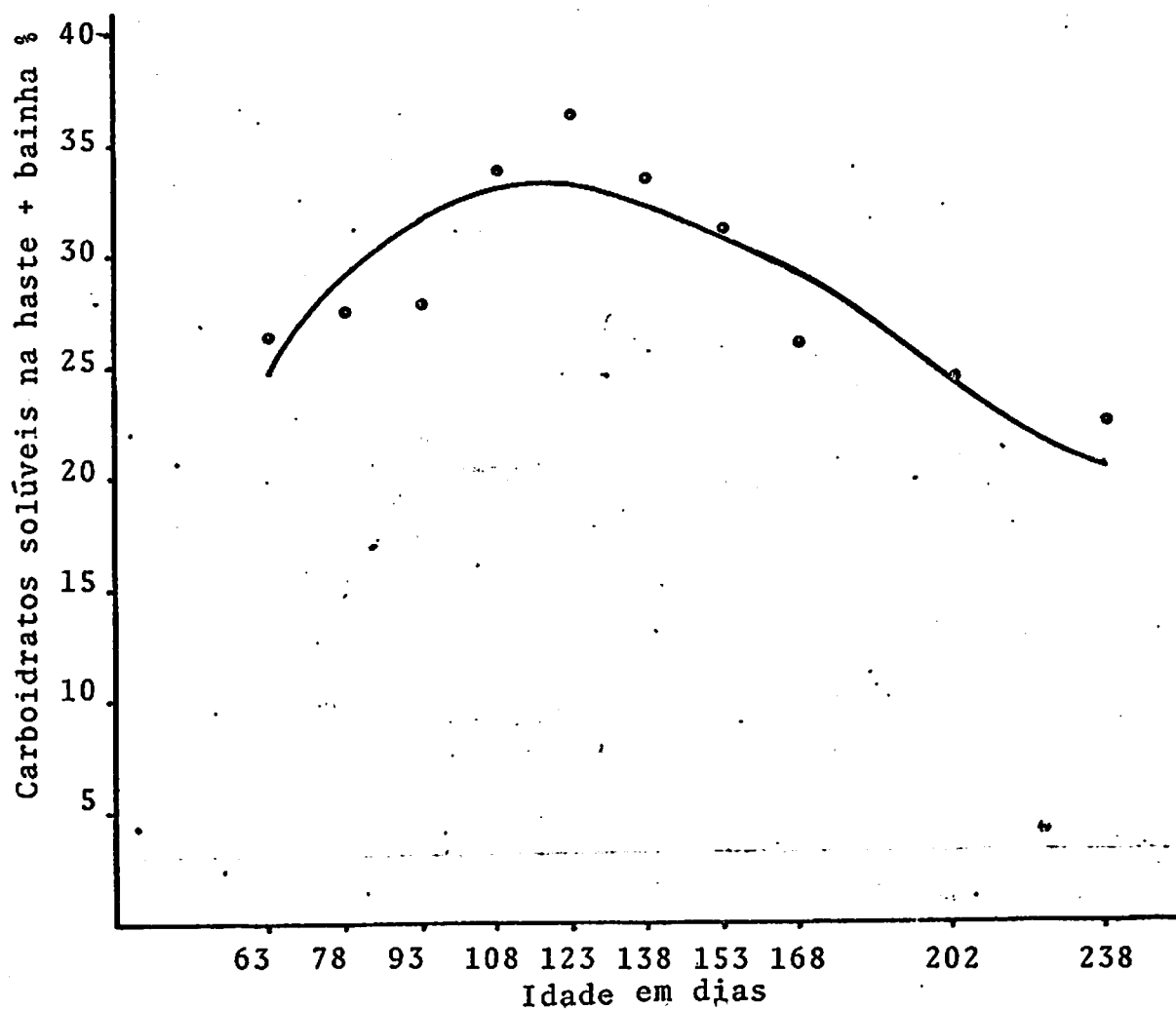


Figura 11 - Variação do percentual de carboidratos solúveis na matéria seca das raquis + grão com a idade da planta

$$Y_2 = 32,4054 - 0,2028X$$

$$r^2 = 0,9983$$

$$(P < 0,01)$$

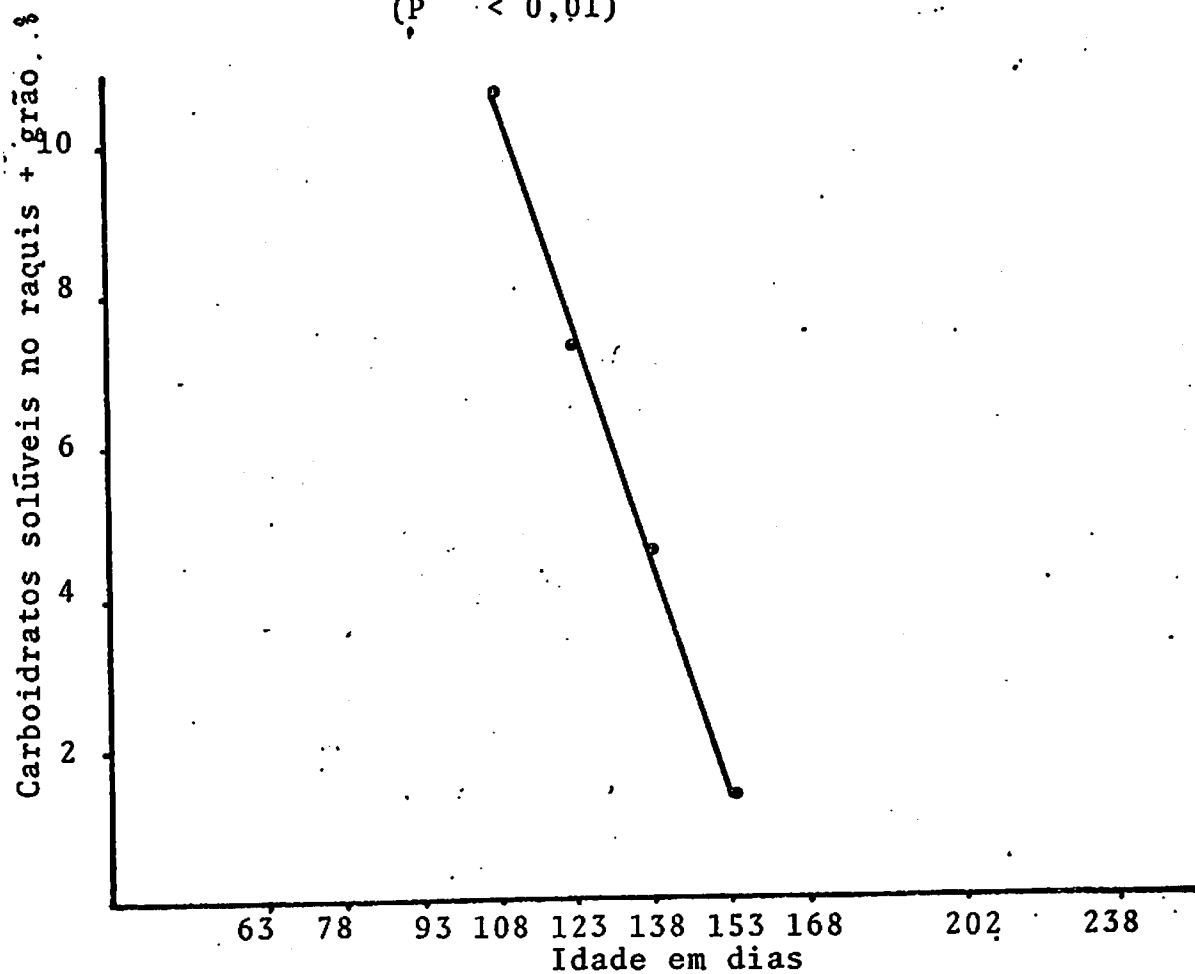
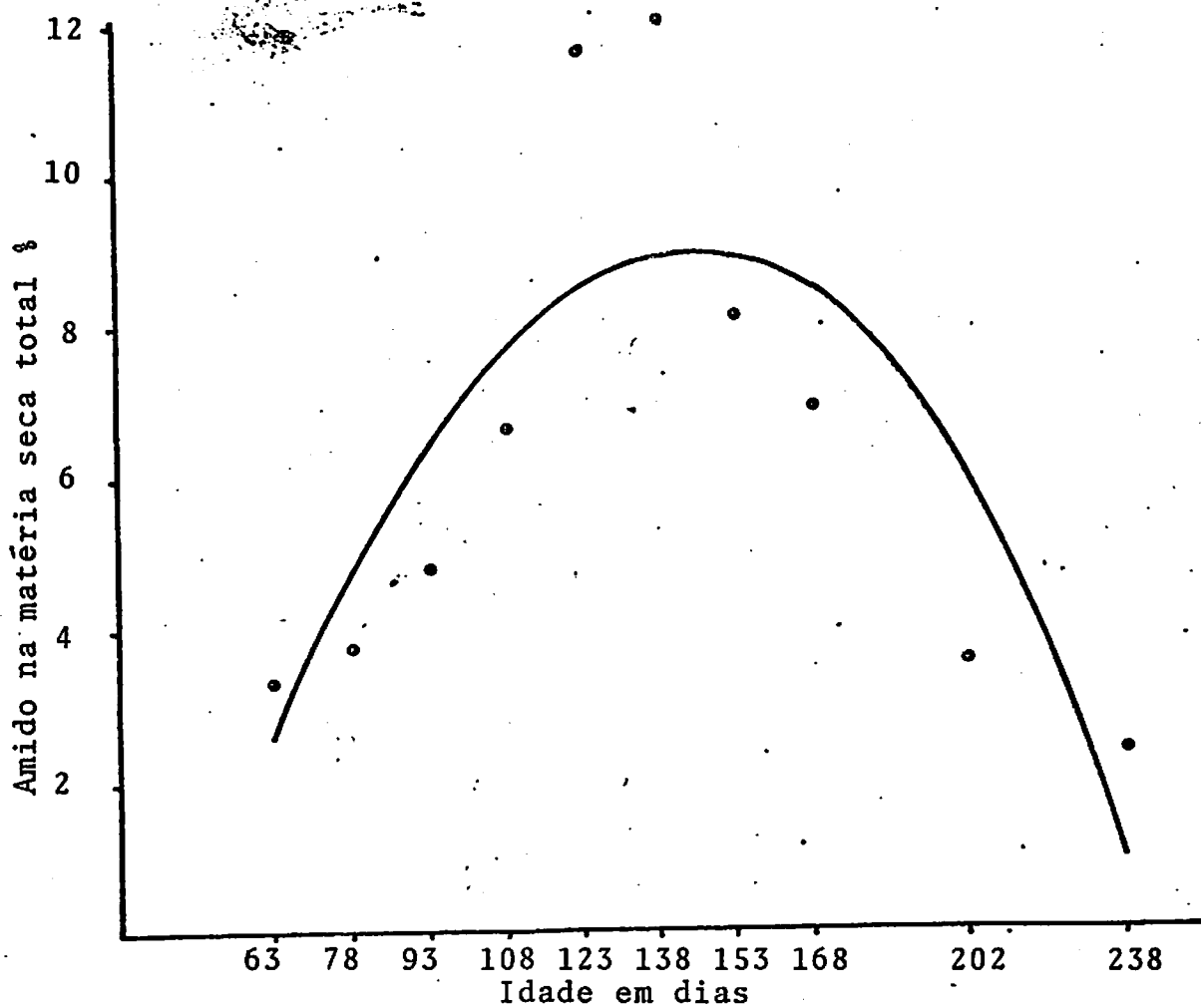


Figura 12 - Variação do percentual do amido na matéria seca total com a idade da planta
 $\bar{Y}_2 = 10,7658 + 0,2716x - 0,0009x^2$
 $r^2 = 0,6626$
($P < 0,05$)



balho.

SMITH (36) estudando uma variedade de sorgo nos estágios de emergência de panícula, início da abertura das flores e grãos quase cheios encontrou 3,9, 2,9 e 3,8% de amido, respectivamente, valores estes semelhantes aos encontrados no presente estudo.

4.10 - Amido no raquis + grão

Os teores de amido no raquis + grão foram de 21,89, 35,15, 40,31 e 20,85% para as idades de 108, 123, 138 e 135 dias. Esses maiores percentuais de amido na faixa dos 123 aos 138 dias constitui certamente um dos fatores que explicam os maiores valores encontrados para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (72,83% aos 123 e 70,76% aos 138 dias) nessas idades e que foram superiores aos obtidos nos demais estádios de maturação. E, conforme se pode observar no Quadro 4, o amido sozinho representou mais de 29% dos carboidratos não estruturais ocorridos naqueles mesmos estádios de maturação da planta.

A variação destes teores está representada por uma curva quadrática, Figura 13.

4.11 - Celulose

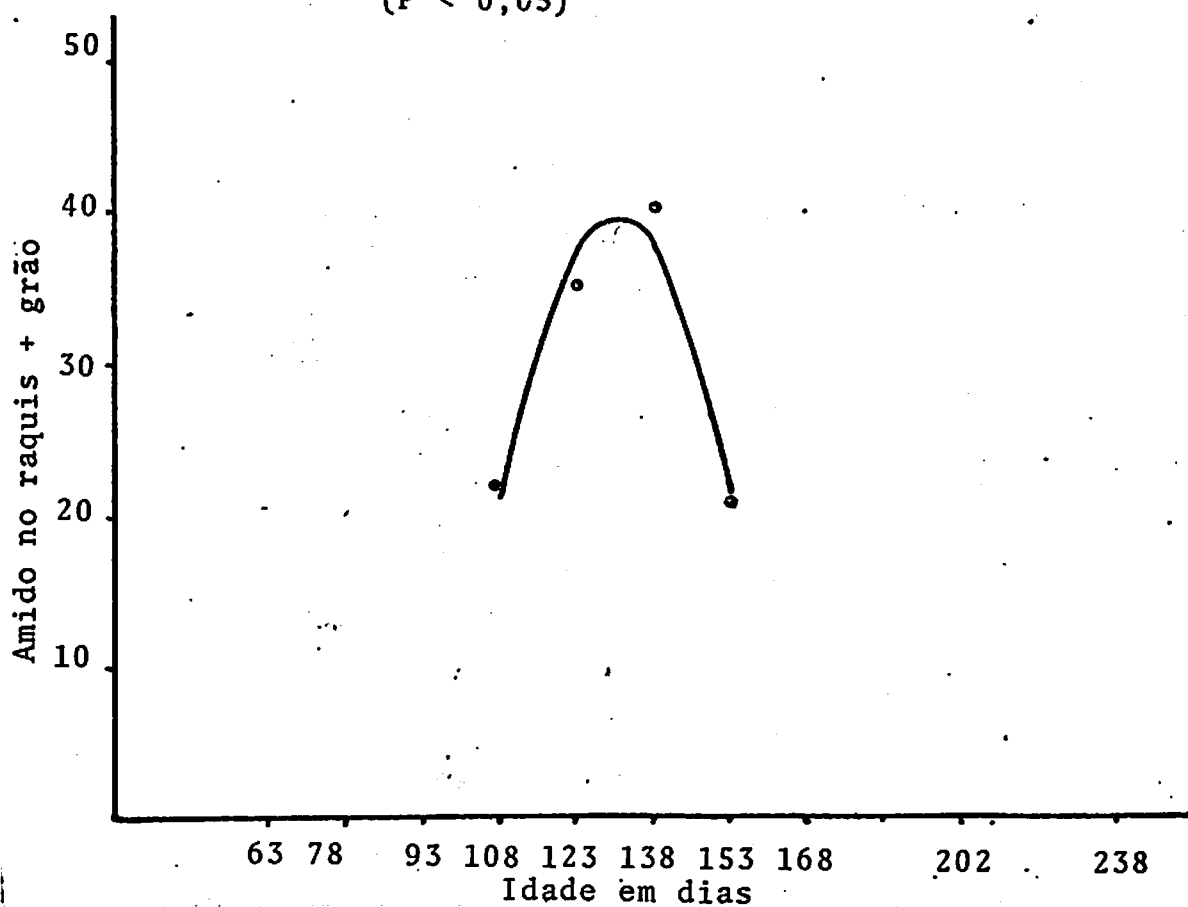
Os percentuais de celulose na matéria seca total e haste + bainha variaram linearmente ($P < 0,05$) com o aumento da idade da planta, Figuras 14 e 15. Aos 63 dias de

Figura 13 - Variação do percentual do amido nos raquis + grão com a idade da planta

$$Y_2 = 580,7940 + 9,4967X - 0,0363X^2$$

$$r^2 = 0,9511$$

$$(P < 0,05)$$



idade o percentual de celulose na matéria seca total era de 11,01%, aumentando para 18,46% referentes a 238 dias de idade, Tabela 3. Observou-se um acréscimo diário de 0,0345%.

Os valores percentuais de celulose determinados neste trabalho, confirmam as observações feitas por SULLIVAN (41), BUCHALA & WILKIE (7), quando mencionam que nas forrageiras tropicais o teor de celulose não ultrapassa a 20%.

ADEMOSUM (1) estudando o desenvolvimento do sorgo híbrido (Sorghum vulgare x Sorghum sudanense), observou um aumento diário de 0,3% no teor da celulose entre 52 e 85 dias. Os percentuais de celulose nessas idades foram superiores aos encontrados neste trabalho (24,6 e 34,5%).

Na haste + bainha os percentuais de celulose variaram de 11,35% para 14,20% entre as idades de 63 e 238 dias, Quadro 4, com um acréscimo diário de 0,0234%.

Quando a planta alcançou as idades de 123 e 138 dias, houve uma ligeira diminuição nos teores de celulose na matéria seca total e da haste + bainha. Esta diminuição é coincidente com os altos teores de carboidratos solúveis nessas idades, (Quadros 4 e 5, pág. 57 e 58).

A diminuição do teor de celulose e aumento dos carboidratos solúveis pareceram influenciar positivamente a digestibilidade da matéria seca total nas idades de 123 e 138 dias, Tabela 2. Também nestas idades, observou-se que para 48 horas de fermentação microbiana da matéria seca da

Figura 14 - Variação do percentual de celulose na matéria seca total com a idade da planta
 $Y_2 = 8,1500 + 0,0345X$
 $r^2 = 0,6600$
($P < 0,05$)

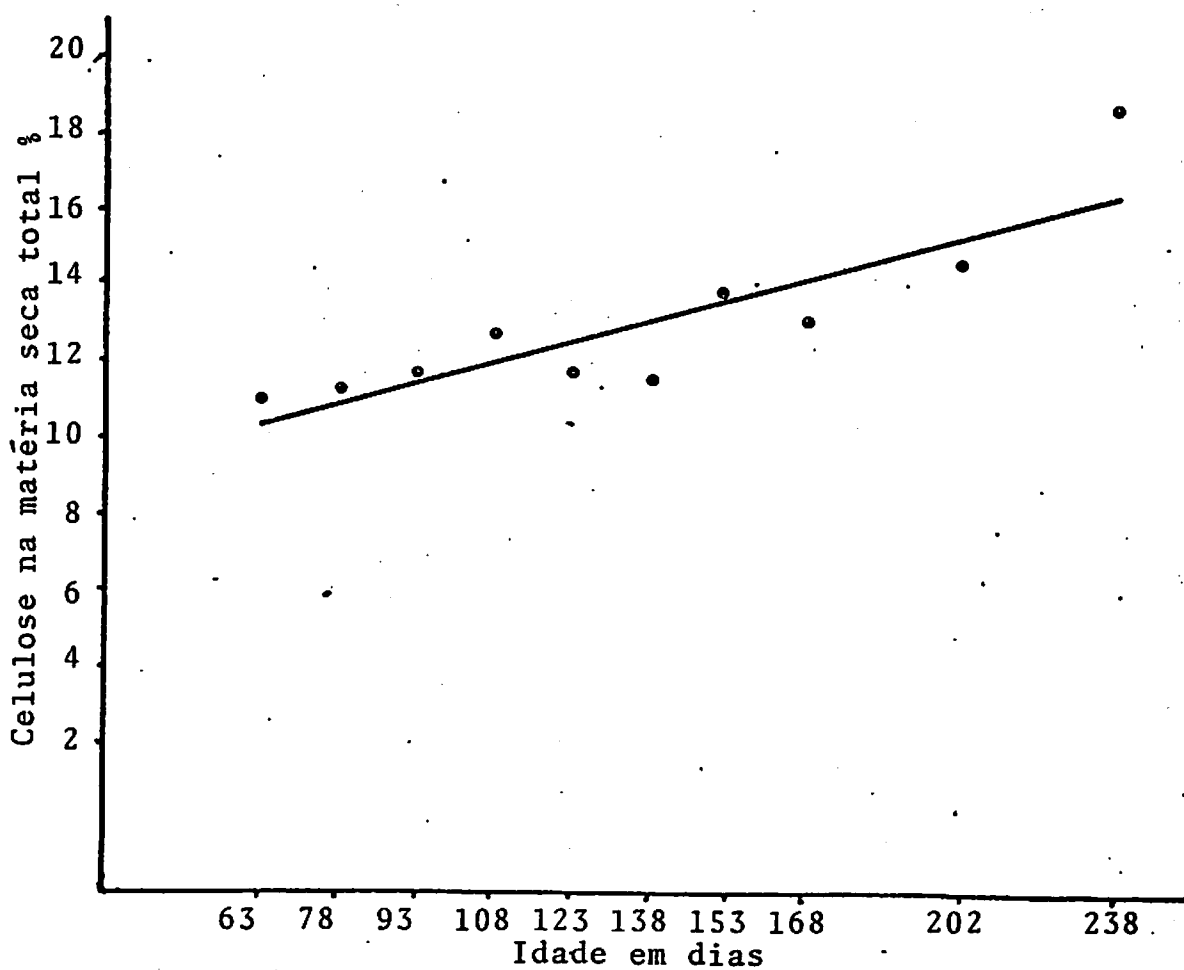
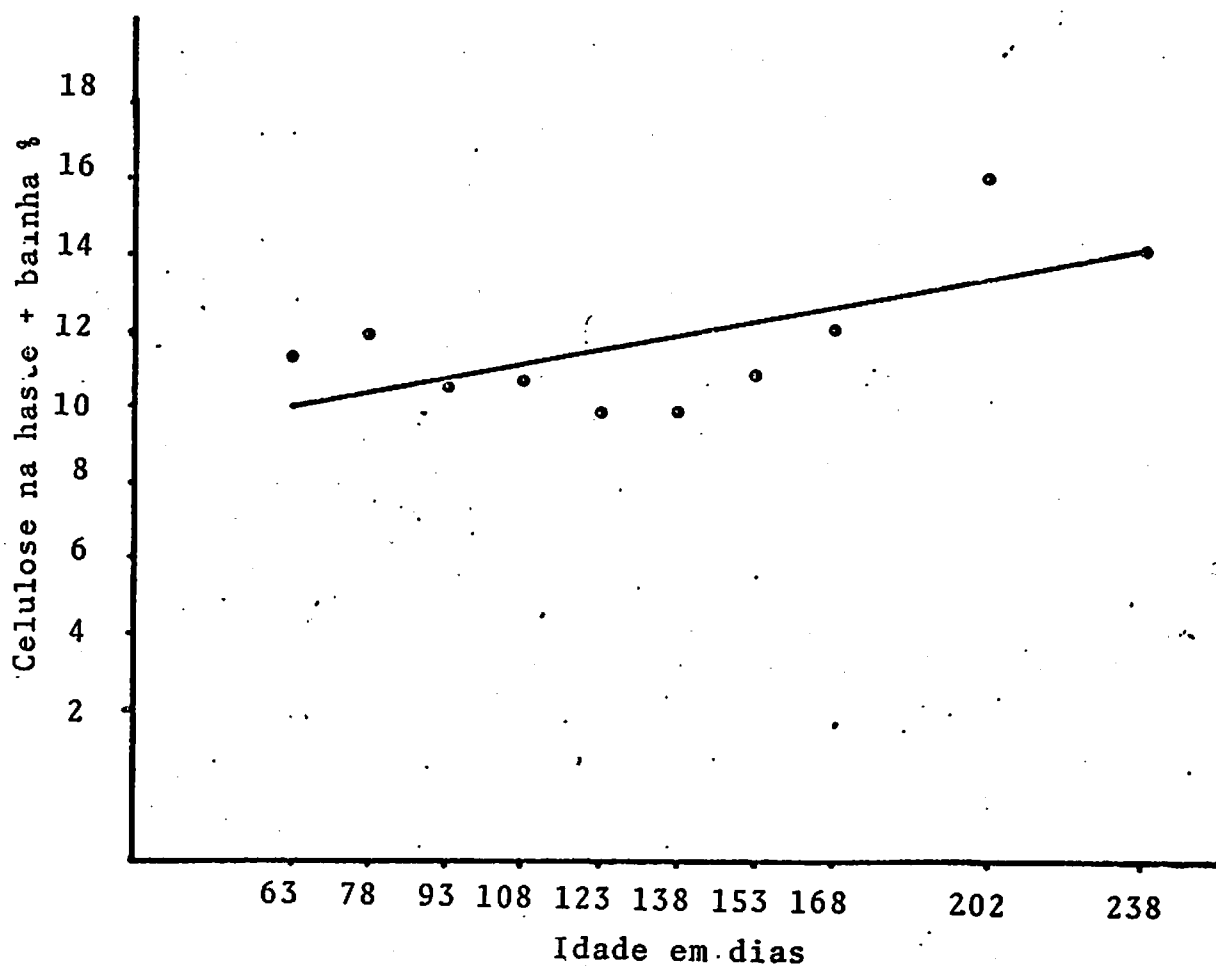


Figura 15 - Variação do percentual de celulose na haste + bainha com a idade da planta

$$Y_2 = 8,4900 + 0,234X$$

$$r^2 = 0,6500$$

$$(P < 0,05)$$



haste + bainha foram obtidos os maiores coeficientes de digestibilidade (Quadro 7, pág. 63).

No raquis + grão os teores de celulose foram de 16,08% aos 108 dias de idade aumentando para 20,62% quando a planta alcançou 153 dias de idade (Quadro 6, pág. 59). Houve um acréscimo diário de 0,1% que parece ter influenciado negativamente os coeficientes de digestibilidade resultantes de 48 horas de fermentação microbiana, (Quadro 7, pág. 63).

4.12 - Hemicelulose

A hemicelulose aumentou linearmente ($P < 0,05$) na matéria seca total e haste + bainha com acréscimo diários de 0,019% e 0,033% respectivamente, Figuras 16 e 17.

Na matéria seca total o percentual de hemicelulose foi de 10,21% aos 63 dias e 12,51% aos 238 dias de idade; na haste + bainha foram observados valores de 11,25% e 16,37 para 63 e 238 dias de idade, respectivamente, Quadros 3 e 4.

Os valores percentuais de hemicelulose nos raquis + grão variaram de 15,04 e 18,01% entre as idades de 108 e 153 dias, com um acréscimo diário de 0,089%.

Todos os valores observados de hemicelulose neste trabalho são inferiores às informações de BUCHALA (6), quando menciona que os teores de hemicelulose das forrageiras tropicais são de 20-40% da matéria seca.

A relação hemicelulose/celulose na matéria se

Figura 16 - Variação do percentual de hemicelulose na matéria seca total com a idade da planta

$$Y_2 = 8,2900 + 0,0190$$

$$r^2 = 0,8600$$

$$(P < 0,01)$$

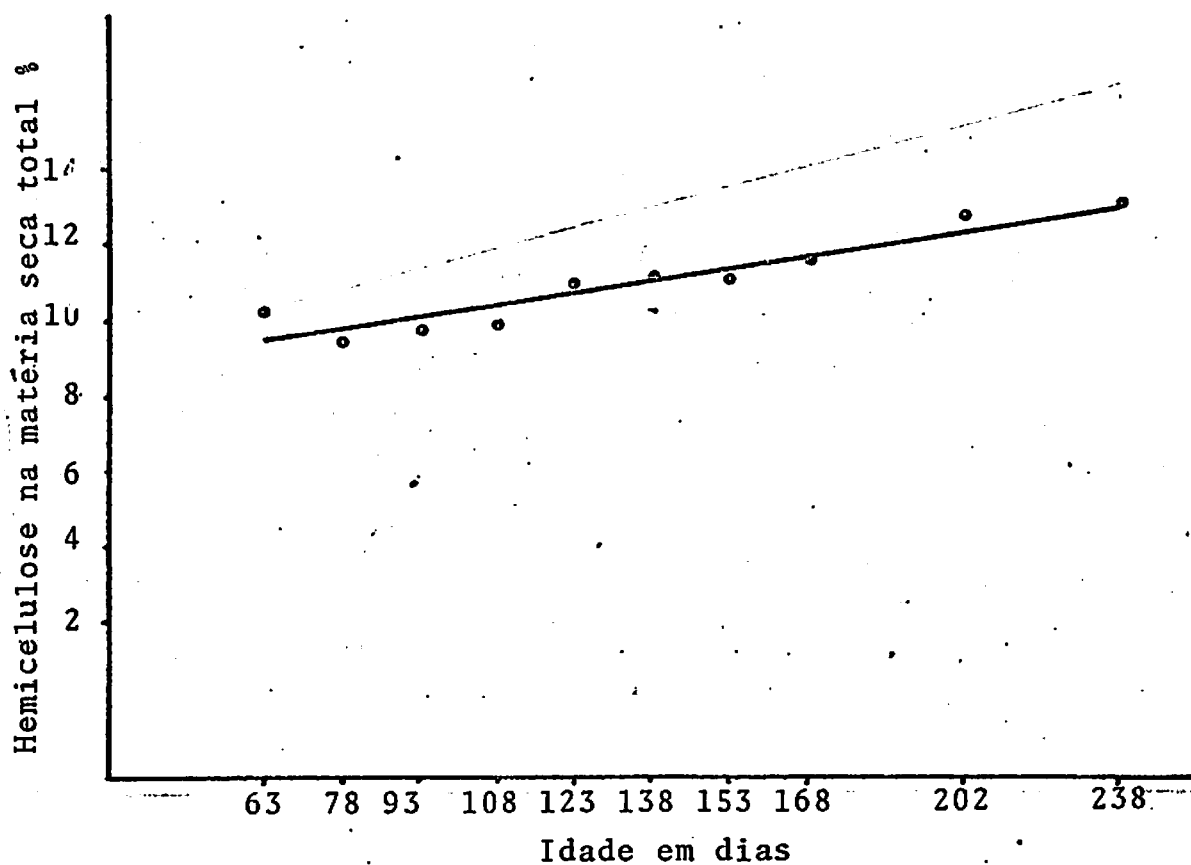
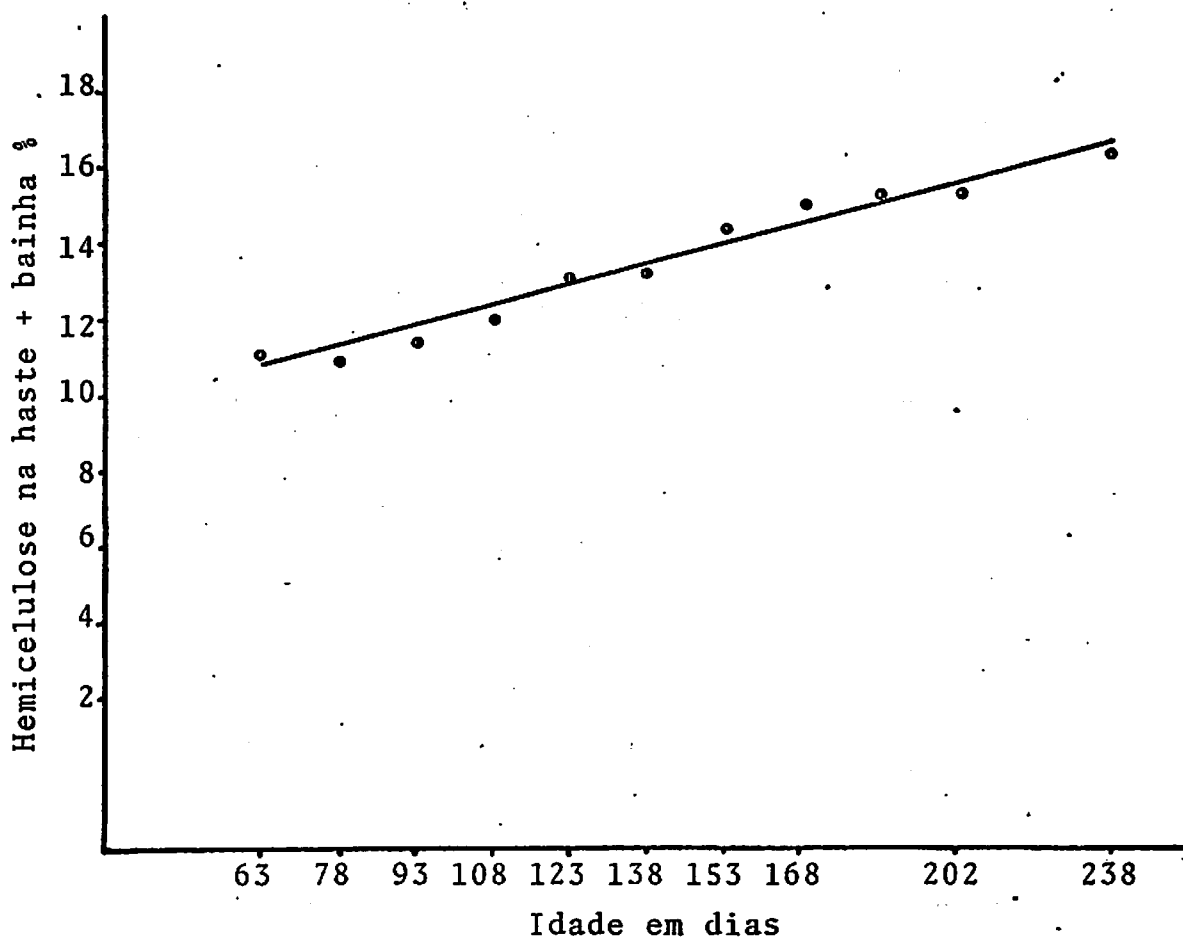


Figura 17 - Variação do percentual de hemicelulose na haste + bainha com a idade da planta

$$Y_2 = 8,7800 + 0,331X$$

$$r^2 = 0,9400$$

$$(P < 0,01)$$



QUADRO 4. Efeito da época de corte nos teores de carboidratos da matéria seca total

Idade dias	hemicelulose %	Celulose %	Carboidratos estruturais %	Amido %	Açúcares e HC solúveis %	Carboidratos não estrutu- rais %
63	10,21	11,01	21,22	3,27	11,37	14,64
78	9,46	11,33	20,79	3,82	19,29	23,11
93	9,75	11,77	21,52	4,77	25,53	30,30
108	9,89	12,71	22,60	6,64	23,03	29,67
123	10,88	11,72	22,60	11,72	27,92	39,64
138	10,88	11,49	22,37	12,00	28,91	40,91
153	11,06	13,69	24,75	8,11	21,75	29,86
168	11,65	12,98	24,63	6,90	17,66	24,56
202	12,75	14,51	27,26	3,65	7,87	11,52
238	12,51	18,46	30,97	2,42	5,37	7,79

QUADRO 5. Efeito da época de corte nos teores de carboidratos da haste + bainha

Idade dias	Hemicelulose %	Celulose %	Carboidratos estruturais %	Amido %	Açúcares e HC solúveis %	Carboidratos não estrutu- rais %
63	11,25	11,35	22,60	0,89	26,35	27,24
78	11,06	11,85	22,91	0,93	27,54	28,47
93	11,45	10,51	21,96	1,02	27,80	28,82
108	12,07	10,63	22,70	1,31	33,73	35,04
123	13,00	9,90	22,90	3,26	36,53	39,79
138	13,25	9,83	23,08	4,90	33,73	38,63
153	14,35	10,75	25,10	5,53	31,07	36,60
168	14,97	11,93	26,90	3,48	26,17	29,65
202	15,30	16,00	31,30	1,87	24,33	26,20
238	16,37	14,20	30,57	0,60	22,48	23,08

QUADRO 6. Efeito da época de corte nos teores de carboidratos do raquis + grão

Idade dias	Hemicelulose %	Celulose %	Carboidratos estruturais %	Amido %	Açúcares e HC solúveis %	Carboidratos não estrutu- rais %
63	-	-	-	-	-	-
78	-	-	-	-	-	-
93	-	-	-	-	-	-
108	15,04	16,08	31,12	21,89	10,54	32,43
123	16,08	17,45	33,53	35,13	7,30	42,43
138	18,74	17,23	35,97	40,31	4,63	44,94
153	18,01	20,65	38,66	20,85	1,29	22,14
168	-	-	-	-	-	-
202	-	-	-	-	-	-
238	-	-	-	-	-	-

ca total foi inferior a 1 (hum) para todas as idades de corte, com uma média de 0,84:1.

4.13 - Tanino no raquis + grão

Foram estudados os teores de tanino no raquis + grão em quatro idades de corte. Os valores obtidos foram 1,39, 0,94, 1,03 e 1,10% para as idades de 108, 123, 138 e 153 dias respectivamente.

HUNT citado por GOURLEY & LUSK (17) determinam os teores de tanino no raquis + grão de sete variedades de sorgo híbrido. Em seis híbridos os valores determinados variaram de 1,2 a 2,1%; apenas uma variedade apresentou um valor (6,6%) bastante superior aos encontrados neste trabalho.

4.14 - Produção de matéria seca

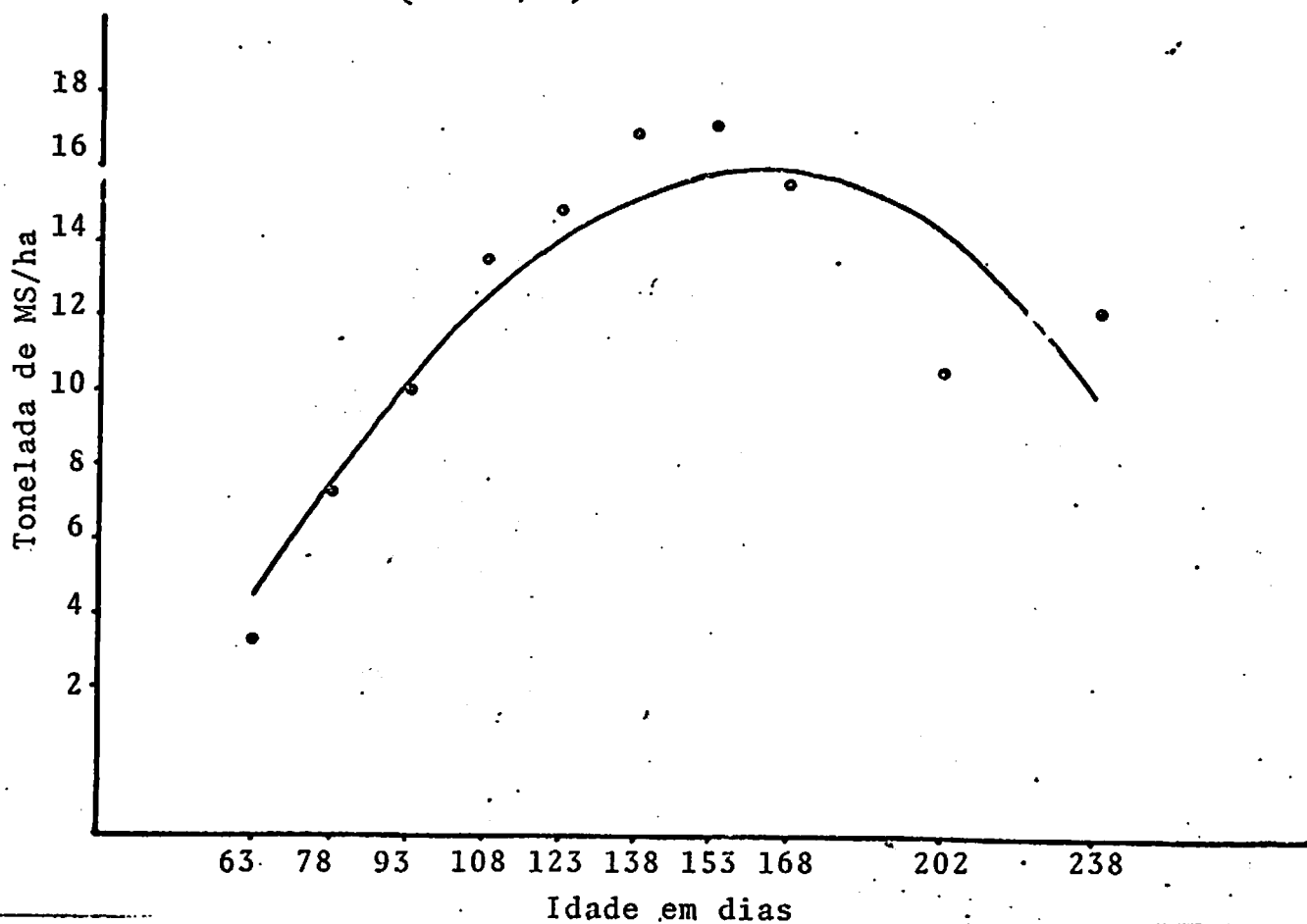
A produção variou durante o período experimental, como pode ser observado na Tabela 2. A menor ocorreu aos 63 dias e aumentou até aos 153; deste período até 238 dias observou-se uma diminuição na produção de matéria seca, Figura 18.

Os valores obtidos neste trabalho (Quadro 2, pág. 38), concordam com os descritos por BUFARAH et alii(8) e PEDREIRA (31) sendo entretanto inferiores aos determinados para as variedades estudadas por MATTOS & PEDREIRA (25).

Nos limites de 29,63 a 31,3% de matéria seca,

Figura 18 - Variação da produção de matéria seca com a idade da planta

$$Y_2 = 14,2040 + 0,3660X - 0,0018X^2$$
$$r^2 = 0,8005$$
$$(P < 0,01)$$



a produção variou de 14,35 a 17,10 ton./ha. Tais resultados em valores absolutos se situam acima daqueles observados por SCHIMID et alii (34).

Nas idades de corte em que os teores de matéria seca, GONZALES, 1972; SILVEIRA, 1975, citados por VALENTE (44), e de carboidratos solúveis, JOHNSON (23), eram adequadas para ensilagem com boa fermentação láctica, as produções se situaram entre 14,85 e 17,10 ton./matéria seca/ha.

4.15 - Taxa de digestão da matéria seca, celulose e hemicelulose

O efeito do tempo de fermentação sobre a digestibilidade "in vitro" da matéria seca, celulose e hemicelulose na planta total e na haste + bainha, expressa em percentagem, são apresentados nos Quadros 7 e 8.

A digestibilidade da matéria seca correspondente a 6 horas de fermentação microbiana, foi superior a 20% da digestibilidade determinada em 48 horas de fermentação, tanto na planta total como na haste + bainha, em todas as idades. Estas observações são semelhantes às aquelas encontradas por BURNS et alii (9) para o Sorghum vulgare, mas diferente quando a espécie estudada foi o Sorghum sudanense.

Com 24 horas de fermentação, 80% da matéria seca da planta total assim como da haste + bainha em todas as idades foram digeridas, observando-se então, que houve um considerável aumento do grau de fermentação no período entre 0 e 24 horas e um aumento pouco representativo entre 24

QUADRO 7. Efeito do tempo de fermentação sobre a percentagem de digestibilidade "in vi-
tro" da matéria seca (DIVMS) da celulose, (DIV cel.) e da hemicelulose (DIV
hcel.) da matéria seca total em função de idade

Idade dias	Tempo de fermentação em horas											
	6	12	24	48	6	12	24	48	6	12	24	48
	DIVMS %				DIV cel. %				DIV hcel. %			
63	17,6	36,26	47,52	55,88	18,11	37,33	48,93	57,87	16,62	34,26	44,90	52,80
78	17,09	31,50	42,81	56,65	16,97	51,28	42,52	56,27	14,78	27,26	37,05	49,42
93	14,90	31,65	44,77	55,65	15,03	31,94	45,19	56,18	13,22	28,10	39,75	49,42
108	16,95	30,48	44,53	58,08	17,57	31,60	45,54	59,40	15,42	27,74	40,52	52,86
123	18,88	32,47	45,98	63,64	18,72	33,67	47,69	66,01	18,62	32,04	45,45	62,92
138	15,85	33,52	49,44	63,31	16,39	34,67	51,15	65,51	15,64	33,08	48,80	62,50
153	18,81	35,64	46,18	52,89	17,12	36,23	46,95	53,78	16,51	31,29	40,55	46,45
168	12,24	35,89	44,18	49,55	12,34	36,19	44,36	49,75	10,48	32,09	39,52	44,32
202	13,57	36,81	42,78	50,95	13,86	37,61	43,72	52,07	12,47	31,13	38,51	45,87
238	7,95	17,13	26,45	35,10	9,35	20,15	31,12	41,30	7,58	14,77	22,81	30,28

QUADRO 8. Efeito do tempo de fermentação sobre a percentagem de digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS), da celulose (DIV cel.) e da hemicelulose (DIV hcel.) da haste + bainha em função da idade

Idade dias	Tempo de fermentação em horas											
	6	12	24	48	6	12	24	48	6	12	24	48
	DIVMS %				DIV cel. %				DIV hcel. %			
63	24,37	38,87	47,94	52,77	26,13	41,68	51,41	56,60	27,63	43,67	53,87	59,30
78	21,38	32,04	44,85	50,50	24,52	36,75	51,45	57,94	26,44	39,63	55,89	62,48
93	19,78	28,52	41,45	46,04	20,01	28,86	41,95	46,61	21,89	31,57	45,89	50,98
108	19,46	27,15	40,94	46,20	20,45	28,54	43,05	48,59	20,16	28,14	42,44	47,90
123	24,06	35,09	49,93	56,96	23,19	34,51	43,05	48,59	26,64	39,25	54,60	62,29
138	20,17	37,40	51,19	57,25	15,66	29,05	39,77	44,59	25,61	34,79	48,09	53,79
153	17,09	27,25	43,51	47,50	16,82	26,83	42,85	46,79	18,48	29,48	47,08	51,40
168	16,62	28,82	40,65	47,18	14,40	24,98	35,25	40,91	10,66	18,49	26,09	30,28
202	11,57	23,90	40,54	47,01	9,28	19,18	32,54	27,74	8,56	17,70	30,04	34,08
238	11,37	19,91	27,21	40,13	9,47	16,69	22,81	33,65	8,65	15,16	25,73	30,58

e 48 horas, como mostram as Figuras 1A e 2A.

As equações apresentadas nos Quadros 1A, 2A, 3A, 4A, 5A e 6A permitiram observar a existência de uma estreita relação entre horas de fermentação e grau de digestão da matéria seca, celulose e hemicelulose tanto na planta total como ha haste + bainha, o que vem concordar com as observações de ROCHA (31) quando estudou oito gramíneas tropicais.

As taxas de variação da digestão da matéria seca, celulose e hemicelulose, estão ilustradas nas Figuras 1A, 2A, 3A, 4A, 5A e 6A.

O ponto máximo de digestão (parâmetro \hat{a}) se mostrou mais sensível para a determinação do efeito da idade da planta, do que a taxa de digestão (parâmetro \hat{b}), como mostram os Quadros 15 e 16.

O ponto máximo de digestão da matéria seca aos 138 dias foi significativamente maior do que nas outras idades, tanto na planta total, como ha haste + bainha, (Quadros 15 e 16), provavelmente devido aos altos teores de carboidratos solúveis, observados naquela idade, (Quadros 4 e 5, págs. 57 e 58).

O valor mais baixo para ponto máximo de digestão da matéria seca total e da haste + bainha foi observado aos 238 dias de idade, Quadros 15 e 16. Este resultado pode ser explicado pelo aumento do teor de lignina, o qual é diretamente proporcional ao avanço da maturidade da planta, segundo SUMNER & HOLME (42) o que torna, de acordo com SMITH et

alii (40) e MERTENS (27), a digestibilidade mais difícil, consequentemente influenciando sobre o ponto máximo de digestão da matéria seca da planta total e da haste + bainha.

QUADRO 09. Comparação dos pontos máximos (parâmetro â) e aceleração (parâmetro b) das equações exponenciais para grau de digestão "in vitro" da matéria seca total nas diferentes idades de corte

Idades	63	78	93	108	123	138	153	168	202	238
					parâmetro (a)					
63	-	**	NS	*	NS	**	**	NS	NS	**
78	-	-	*	NS	**	**	NS	NS	NS	**
93	-	-	-	NS	NS	**	**	NS	NS	**
108	-	-	-	-	*	**	*	NS	NS	**
123	-	-	-	-	-	**	**	NS	NS	**
138	-	-	-	-	-	-	**	**	**	**
153	-	-	-	-	-	-	-	*	NS	**
168	-	-	-	-	-	-	-	-	NS	**
202	-	-	-	-	-	-	-	-	NS	**
238	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
					parâmetro (b)					
63	-	NS	*	NS	NS	*	NS	NS	NS	*
78	-	-	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	*
93	-	-	-	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS
108	-	-	-	-	NS	NS	NS	NS	NS	NS
123	-	-	-	-	-	NS	NS	NS	NS	NS
138	-	-	-	-	-	-	*	NS	NS	NS
153	-	-	-	-	-	-	-	NS	NS	*
168	-	-	-	-	-	-	-	-	NS	NS
202	-	-	-	-	-	-	-	-	NS	NS
238	-	-	-	-	-	-	-	-	NS	NS

* Significativo a 5%

** Significativo a 1%

NS Não significativo

Quadro 10. Comparação dos pontos máximos (parâmetros a), e aceleração (parâmetro b) das equações exponenciais para grau de digestão "in vitro" da matéria seca da haste + bainha nas diferentes idades de corte

Idades	63	78	93	108	123	138	153	168	202	238
63	-	NS	**	**	**	**	**	**	*	**
78	-	-	*	*	**	**	NS	NS	NS	**
93	-	-	-	NS	**	**	*	*	**	**
108	-	-	-	-	**	**	**	**	**	**
123	-	-	-	-	-	**	**	**	**	**
138	-	-	-	-	-	-	-	NS	*	**
153	-	-	-	-	-	-	-	-	**	**
168	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**
202	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
238	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
					parâmetro a					
63	-	NS	NS	NS	NS	*	NS	*	*	NS
78	-	-	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
93	-	-	-	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
108	-	-	-	-	NS	NS	NS	NS	*	NS
123	-	-	-	-	-	NS	NS	NS	*	NS
138	-	-	-	-	-	-	-	NS	*	NS
153	-	-	-	-	-	-	-	NS	NS	NS
168	-	-	-	-	-	-	-	-	NS	NS
202	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
238	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
					parâmetro b					

* Significativo a 5%
 ** Significativo a 1%
 NS Não Significativo

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas condições deste trabalho permitiram as seguintes conclusões.

1. Nas idades de 123 a 153 dias os teores de matéria seca observados podem ser considerados como satisfatórios para a planta ser utilizada no processo de ensilagem.
2. Os componentes da planta variaram com a idade, havendo uma inversão na relação folhas/hastes com o avanço da maturidade e uma presença marcante de folhas secas.
3. A digestibilidade foi influenciada negativamente pelo avanço da maturidade da planta, com um decréscimo diário de 0,13%. Esta pequena variação permite aceitar idades de corte mais avançadas, caso necessário.
4. Os maiores teores de carboidratos solúveis aos 123 e 138 dias influenciaram positivamente a digestibilidade observada naquelas idades.

5. As concentrações de carboidratos solúveis, entre as idades de 78 e 168 dias foram superiores às recomendações mínimas para uma boa fermentação láctica.
6. Baseado na composição química e digestibilidade *in Vitro*, conclui-se que a época de corte variou de 123 a 153 dias, a qual coincide com as maiores produções de matéria seca.
7. Apesar dos teores proteicos encontrados no sorgo nas idades de 123 a 153 dias, serem abaixo das exigências nutritivas dos ruminantes, esta gramínea poderá ser eficientemente utilizada pelos animais desde que adequadamente suplementada neste nutriente.
8. O avanço da maturidade da planta não influenciou a taxa de digestão da matéria seca, influenciando no entanto o ponto máximo de digestão.
9. As taxas de digestão da celulose e hemicelulose em função das idades, tiveram uma tendência semelhante as observadas para matérias secas.

6. RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar a curva de produção e influência de dez idades de corte sobre as características agronômicas, valor nutritivo e digestibilidade "in Vitro" do Sorgo BR 601 cultivado no período de novembro de 1978 a junho de 1979 na Estação Experimental da EPAMIG - Município de Prudente de Moraes - MG.

Os cortes foram feitos aos 63, 78, 93, 108, 123, 138, 153, 168, 202 e 238 dias de idade..

Foi utilizado um delineamento em blocos ao acaso com cinco repetições.

Determinou-se a contribuição de cada componente da planta na matéria seca total. A proteína bruta foi analisada e determinada na matéria seca total e em todos os componentes.

Amido, carboidratos solúveis, celulose e hemicelulose foram determinados na planta total, haste + bainha e raquis + grão.

Foi determinada a digestibilidade "in Vitro" da matéria seca total e taxa de digestão da matéria seca, celulose e hemicelulose da planta total e da haste + bainha.

Até a idade de 78 dias a planta apresentava somente folhas verdes e haste + bainha; a partir dos 93 dias a presença de raquis + grão era bem marcante, e quando a idade chegou a 123 dias as folhas já começavam a secar.

Na última observação (238 dias de idade) a presença de haste + bainha era grande, ao contrário das folhas verdes que quase não mais existiam.

O percentual de matéria seca aumentou ($P < 0,01$) com a idade da planta, tendo porém um decréscimo ($P < 0,01$) a partir dos 168 dias de idade; o mesmo ocorreu com a produção estimada por hectare.

O teor de proteína bruta na matéria seca total diminuiu com o avanço da maturidade, estabilizando quando a planta chegou aos 138 dias de idade.

A maior produção de proteína foi no 4º corte (108 dias de idade).

Houve um decréscimo linear no teor de proteína das folhas verdes ($P < 0,01$) e raquis + grão ($P < 0,05$) com o aumento da idade; nas folhas secas não houve variação com a idade.

A digestibilidade da matéria seca decresceu linearmente ($P < 0,05$) com o aumento da idade, entretanto os maiores ($P < 0,05$) coeficientes foram obtidos nas idades de 123 a 138 dias.

Os açúcares e carboidratos solúveis alcançaram valores percentuais elevados tanto na planta total como na haste + bainha, principalmente nas idades de 108, 123 e 138 dias.

No raquis + grão houve um decréscimo linear nas idades estudadas (108, 123, 138 e 153 dias).

Verificou-se altos teores de amido no raquis + grão ao contrário dos percentuais determinados na haste + bainha.

A celulose e hemicelulose variaram linearmente ($P < 0,05$) com a idade; com o avanço da maturidade aumentam os teores destes carboidratos estruturais tanto na planta total como na haste + bainha.

A taxa de fermentação não foi influenciada pelas idades de corte, entretanto o avanço de maturidade, teve significativa influência na extensão da digestão.

7. SUMMARY

This work aimed to study the influence on ten harvesting ages upon agronomic characteristics, nutritive value and "in Vitro" digestibility of sorghum cv. BR 601 (Sorghum vulgare), grown at the EPAMIG Experiment Station, in Prudente de Moraes, MG from November 1978 to June 1979.

Cuts were made at 63, 78, 93, 108, 123, 138, 153, 168, 202 and 238 days of growth.

The experimental design was randomized blocks with five replications.

The contribution of each plant component to dry matter was determined and crude protein was studied, both, in the plant and in each plant component.

Starch, sugars and soluble carbohydrates, cellulose and hemicellulose were determined in the whole plant, in the stem plus sheath and in the rachis plus grains.

"In Vitro" digestibility of the dry matter was determined, as well as the digestion rate of dry matter, cellulose and hemicellulose, both, in the whole plant and in stem plus sheath.

Up to 78 days of growth the plants had only green leaves and stem plus sheath; from 93 days on raquis plus grains were noticeable and at 123 days of growth leaves began to dry. At the time of the last observation (238 days of growth) raquis plus grains were the major component and green leaves had almost disappeared.

The dry-matter percentage increased ($P < 0,01$) with plant age although there was a depression ($P < 0,01$) from 168 days on; dry matter yields showed the same tendency.

The crude protein percentage of whole dry matter diminished ($P < 0,05$) as the plant matured and levelled off at 138 days. The largest protein production per ha was at 108 days of growth (4th cut).

There was a linear decreasing on the protein percentage of green leaves ($P < 0,01$) and of raquis plus grains ($P < 0,05$) as the plants aged; the protein percentage of dry leaves did not change with plant age.

The dry matter digestibility decreased linearly ($P < 0,01$) with age although the largest coefficients ($P < 0,05$), were obtained at 123 and 138 days of growth.

The percentages of sugars and soluble carbohydrates reached high values, both, in the whole plant and in

stems plus sheath. The largest values were observed at 105, 123 and 138 days of growth.

A linear decrease was found in the carbohydrate content of raquis plus grains between the ages of 108 and 153 days of growth.

Starch percentage was high in the raquis plus grains and low in the stem plus sheath.

Cellulose and hemicellulose percentages increased linearly ($P < 0,05$) with plant age, both, in the whole plant as in the stem plus sheath.

The rate of fermentation was not influenced by age. On the other hand, age a significant effect on the extent of digestion.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ADEMOSUM, A.A. et alii. Evaluation of sorghum sudangrass hibrid at varjing stages of maturity on the basis of intake digestibility and chemical composition. Journal Animal Science, Champaign, 27:818-23, 1968.
2. A.O.A.C. - ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. official Mehods of Analysis. Eleventh Edition. Washington D.C. 1015 p. 1970.
3. BAILEY, R.W. Quantitative studies of ruminant digestion. II. Loss of ingested plant carbohydrates from the reticulo-rumen. Journal of Agricultural Research, New Zealand, 10:15-32, 1967.
4. _____. Structural carbohydrates. In: BUTLER, G.W. & BAILEY, R.W., eds. Chemistry and biochemistry of herbage. New York, Academic Press, 1973, V.L. p. 157-211.
5. BARNES, R.F. Collaborative in vitro rumen fermentation studies on forage substrates. Jornal of Animal Science,

Champaign, 26(5):1120-30, May. 1967.

6. BUCHALA, A.J. Xylans form the tropical grass Panicum ma-
ximum. Phytochemistry, New York, 13:2185-8, 1974.
7. _____ . & WILKIE, K.C.B. Uronic acid residues in the
total hemicellulose of oats. Phytochemistry, New York,
12:655-9, 1973.
8. BUFARAH, G. et alii Competição entre quatro forrageiras
anuais para produção de colúmoso. Boletim de Industria
Animal, São Paulo, 32(2):313(17), 1975.
9. BURNS, J.C. et alii. Nutritional characteristics of
forage sorghum and sudangrass after frost. Agronomy
Journal, Wisconsin, 62(6):348-50. May/Jun, 1970.
10. CARVALHO, M.M. et alii. A técnica do rúmen artificial na
estimativa da digestibilidade aparente de forrageiras
tropicais. Revista Ceres, Viçosa, 14(82):265-307, Março/
Abril, 1986.
11. CASTRO, A.C. et alii. Estudo da composição química so sor
go (Sorghum bicolor L. Moench), variedade "Santa Elisa,
usado isoladamente ou em misturas completas e suas res-
pectivas silagens. Revista da Sociedade Brasileira de
Zootecnia, Viçosa, 8(2):231-50, 1970.
12. CLEGG, K.M. The application of the anthrone reagent to
the estimation of starch in cereals. Journal of the
Science of Food and Agriculture, London, 7(1):40-4, 1956.
13. DANLEY, M.M. & VETTER, R.L. Changes in carbohydrate

and nitrogen fractions and digestibility of forages maturity and ensiling. Journal Animal Science. Champaign, 37 (4):994-99, 1973.

14. EDWARDS, N.C. et alii. Cutting management affects on growth rate and dry matter digestibility of the Sorghum sudangrass cultivar Sudax SX-11. Agronomy Journal, Wisconsin, 63 (4):267-71, Mar./Apr., 1971.
15. FARHOOMAND, M.B. & WEDIN, W.F. Changes in composition of sudangrass and forage sorghum with maturity. Agronomy Journal, Wisconsin, 60(5):459-63, Sep/Oct, 1968.
16. FOX, D.G. et alii. Net energy of corn and bird resistant grain sorghum rations for steers when fed as grain or silage. Journal Animal Science, Champaign, 30:303, 1970.
17. GOURLEY, L.M. & LUSK, J.W. Genetic parameters related to sorghum silage quality. Journal of Dairy Science. Champaign, 61(12):1821-27, 1978.
18. HARRIS, H.B. et alii. Tannin content and digestibility of sorghum grain as influenced by bagging. Agronomy Journal, Wisconsin, 62:633-35, 1970.
19. HERSHBERGER, J.V. et alii. Use of the artificial rumen techniques to estimate the nutritive value of forages. Journal of Animal Science, Champaign, 18(2):770-9, Feb. 1966.
20. HOPSON, J.D. et alii. Evaluation of the dacron bag technique as a method for measuring cellulose digestibility and rate of forage digestion. Journal of Animal Science,

Champaign, 22(2):448-51, Feb. 1963.

21. HORWITZ, W., ed. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 12. ed. Washington, A.O.A.C., 1975, 1094 p.
22. HUNTER, R.H. et alii. Water-soluble carbohydrates of tropical grasses and legumes. Journal Science Food Agricultural, London, 25(12):1465-69, 1974.
23. JOHNSON, R.R. et alii. Effects of maturity on chemical composition and digestibility of bird resistant sorghum plants when fed to sheep as silages. Journal of Animal Science. Champaign, 33(5):1102-1109, May. 1971.
24. MACRAE, J.C. et alii. Starch estimation in leaf tissue. A comparison of results using six methods. Journal Science Food Agricultural, London, 25(12):1465-69, 1974.
25. MATTOS, M.B. & PEDREIRA J.V.S. Competição de variedades de sorgo para produção de matéria verde. Boletim Indústria Animal, São Paulo 32(2):307(11), 1975.
26. MENDES, J.F. Características químicas e físicas de alguns solos sob cerrado. In. Reunião Brasileira de Cerrados. 2a. Sete Lagoas, 1967.
27. MERTENS, D.R. Dietary fiber components: relationship to the rate and extent of ruminal digestion. Federation Proceedings, Georgia, 36(2):187-92, Feb. 1977.
28. MINSON, D.J. et alii. Studies of the digestibility of herbage. 8. The digestibility of 37 cocksfoot 523

29. NOLLER, C.H. Metabolismo de hidrato de carbono e ácidos graxos voláteis. In: SEMINÁRIO DE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, São Paulo, 1961. 12p.
30. PAIVA, J.A.J. et alii. Qualidade da silagem da região Metalúrgica de Minas Gerais. Arquivo da Escola de Veterinária da U.F.M.G., Belo Horizonte, 30(1):81-88, Abril, 1978.
31. PEDREIRA, J.V.S. Competição de variedades de Sorgo para produção de matéria verde. Boletim de Indústria Animal, São Paulo, 27-28:349-53, 1970-71.
32. PEZO, D. & VOHNOUT, K. Tasas de digestión in vitro de seis gramíneas tropicais. Turrialba, Costa Rica, 27, (1):47-54, ene./Marc. 1977.
33. ROCHA, G.P. Efeito da idade na composição química, digestibilidade "in vitro" e taxa de fermentação de oito gramíneas tropicais. Lavras, 1979 (Tese de M.S.).
34. SCHMID, A.R. et alii. Relationship among agronomic characteristics of corn and sorghum cultivars and silage quality. Agronomy Journal, Wisconsin, 68(4):403-06, Mar.Apr. 1976.
35. SEIFFERT, N.F. & PRATES, E.R. Forrageiras para ensilagem. II. Valor nutritivo e qualidade da silagem de cultivares de milho (Zea mays, L.) sorgos (Sorghum-sp.) e milhetos (Pennisetum americanum, Schum). Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, 7(2):183-95, 1978.

36. SMITH, D. Efficiency of water for exttretion of total nonstructural carbohydrates from plant tissue. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, 22 (9):445-47, 1971.
37. SMITH, D. The non-structural carbohydrates. In: BUTLER, G. W. & BAILEY, R.W. Chemistry and Biochemistry of herbage. New York, Academic Press, 1973. b., v.1, p. 106-56.
38. SMITH, D. Removing and analizing total non-structural - carbohydrates from plant tissue. College of Agricultu- ral and Life Sciences, Wisconsin, 41:1-11, March, 1969.
39. SMITH, D. Influence of drying and storage conditions on nonstructural carbohydrate analysis of herbage tissue; A review Journal of the Bristish Grassland Society, Hurley, 28(3):129-34, Sep. 1973.
40. SMITH, L.W. et alii. Relationship of forage composi- tions with rates of cell-wall digestion and indigesti- bility of cell walls. Journal of Dairy Science, Cham- paign, 55(8):1140-7, Aug. 1972.
41. SULLIVAN, J.T. Studies of the hemicelluloses of forage plants. Journal of Animal Science, Champaign, 25(1): 83-9, Jan. 1966.
42. SUMNER, D.C. & HOLMES, R.L. Maturity index as a measure of vegetative development of sudangrass and related sorghum crosses. Crop Science, 1312:10-3, Jan./Feb. 1973.

43. TILLEY, J.M.A. & TERRY, R.A. A two stage technique for in vitro digestion forage crops. Journal of the British Grassland Society, Hurley, 18:104-11, 1963.
44. VALENTE, J.O. Produtividade de duas variedades de milho (Zea mays L.) e de quatro variedades de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) e valor nutritivo de suas silagens. Viçosa, 1977. Tese de Mestrado.
45. VAN SOEST, P. J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. Journal of Animal Science, Champaign, 24 (3):834-43, Mar. 1965.
46. VERA, R.R. Solubilidade e distribuição dos carboidratos não estruturais do capim "Napier". Arquivo da Escola de Veterinária da U.F.M.G., Belo Horizonte, 31(1):85-90, Abril 1979.
47. WALDO, D.R. & SMITH, L.W. Model of cellulose disappearance from the rumen. Journal of Dairy Science, Champaign, 55(1):125-9, Jan. 1972.

9. Apendice

QUADRO 1A. Equações de regressão para o grau de digestão da matéria seca total em relação a horas de fermentação

Idade dias	\hat{Y}_i	r^2	Nível de Significância
63	66,9065 . $e^{-7,9046/\text{horas}}$	0,9963	P < 0,01
78	62,8067 . $e^{-7,9299/\text{horas}}$	0,9900	P < 0,01
93	66,2477 . $e^{-8,9500/\text{horas}}$	0,9994	P < 0,001
108	64,6787 . $e^{-8,2316/\text{horas}}$	0,9877	P < 0,01
123	68,1238 . $e^{-7,9534/\text{horas}}$	0,9737	P < 0,02
138	74,6657 . $e^{-9,3695/\text{horas}}$	0,9982	P < 0,001
153	62,3121 . $e^{-7,1040/\text{horas}}$	0,9975	P < 0,01
168	66,9319 . $e^{-9,7217/\text{horas}}$	0,9586	P < 0,05
202	65,3159 . $e^{-9,0124/\text{horas}}$	0,9599	P < 0,05
238	41,2149 . $e^{-10,0099/\text{horas}}$	0,9956	P < 0,01

QUADRO 2A. Equações de regressão para o grau de digestão da matéria seca da haste +
bainha em relação a horas de fermentação

Idade dias	\hat{Y}_i	r^2	Nível de Significância
63	59,6628 . $e^{-5,3281/\text{horas}}$	0,9987	P < 0,001
78	56,1433 . $e^{-5,9420/\text{horas}}$	0,9870	P < 0,05
93	51,0240 . $e^{-5,8877/\text{horas}}$	0,9747	P < 0,02
108	50,5392 . $e^{-6,0037/\text{horas}}$	0,9582	P < 0,05
123	62,8836 . $e^{-5,9228/\text{horas}}$	0,9863	P < 0,01
138	67,9565 . $e^{-7,2532/\text{horas}}$	0,9987	P < 0,001
153	55,0964 . $e^{-7,2290/\text{horas}}$	0,9764	P < 0,02
168	54,2235 . $e^{-7,1738/\text{horas}}$	0,9975	P < 0,01
202	57,9256 . $e^{-9,7974/\text{horas}}$	0,9934	P < 0,01
238	42,0020 . $e^{-8,1061/\text{horas}}$	0,9630	P < 0,02

QUADRO 3A. Equações de regressão para o grau de digestão da celulose da matéria seca total em relação horas de fermentação

Idade dias	\hat{Y}_i	r^2	Nível de Significância
63	$69,1307 \cdot e^{-7,9344/\text{horas}}$	0,9949	P < 0,01
78	$62,3857 \cdot e^{-7,9321/\text{horas}}$	0,9949	P < 0,01
93	$66,8851 \cdot e^{-8,9556/\text{horas}}$	0,9949	P < 0,05
108	$66,0717 \cdot e^{-8,0010/\text{horas}}$	0,9884	P < 0,05
123	$71,6309 \cdot e^{-8,2739/\text{horas}}$	0,9899	P < 0,05
138	$77,2638 \cdot e^{-9,3762/\text{horas}}$	0,9949	P < 0,01
153	$65,5258 \cdot e^{-7,8907/\text{horas}}$	0,9949	P < 0,01
168	$67,1749 \cdot e^{-9,6904/\text{horas}}$	0,9500	P < 0,05
202	$66,7600 \cdot e^{-9,0171/\text{horas}}$	0,9410	P < 0,05
238	$48,5018 \cdot e^{-10,0124/\text{horas}}$	0,9949	P < 0,01

QUADRO 4A. Equações de regressão para o grau de digestão da celulose da haste +
bainha em relação a horas de fermentação

Idade dias	\hat{Y}_i	r^2	Nível de Significância
63	63,9902 . . e ^{-5,1136/horas}	0,9987	P < 0,01
78	64,4142 . e ^{-5,9446/horas}	0,9870	P < 0,01
93	51,6546 . e ^{-5,8924/horas}	0,9747	P < 0,05
108	53,1564 . e ^{-6,0092/horas}	0,9582	P < 0,05
123	53,3174 . e ^{-5,0395/horas}	0,9986	P < 0,01
138	52,8849 . e ^{-7,2687/horas}	0,9988	P < 0,01
153	54,2757 . e ^{-7,2362/horas}	0,9764	P < 0,05
168	47,0196 . e ^{-7,1779/horas}	0,9975	P < 0,01
202	46,5084 . e ^{-9,8056/horas}	0,9934	P < 0,01
238	34,9641 . e ^{-8,1725/horas}	0,9561	P < 0,05

QUADRO 5A. Equações de regressão para o grau de digestão da hemicelulose da matéria seca total em relação a horas de fermentação

Idade dias	Y_i	r^2	Nível de Significância
63	$63,1246 \cdot e^{-7,8974/\text{horas}}$	0,9971	$P < 0,01$
78	$54,6316 \cdot e^{-7,9719/\text{horas}}$	0,9889	$P < 0,05$
93	$53,6151 \cdot e^{-8,2569/\text{horas}}$	0,9904	$P < 0,05$
108	$62,8485 \cdot e^{-8,7287/\text{horas}}$	0,9695	$P < 0,05$
123	$71,8362 \cdot e^{-8,4576/\text{horas}}$	0,9495	$P < 0,05$
138	$73,7100 \cdot e^{-9,3726/\text{horas}}$	0,9982	$P < 0,01$
153	$55,0360 \cdot e^{-7,1100/\text{horas}}$	0,9951	$P < 0,01$
168	$60,0393 \cdot e^{-9,7948/\text{horas}}$	0,9581	$P < 0,05$
202	$59,6873 \cdot e^{-9,1573/\text{horas}}$	0,9834	$P < 0,05$
238	$34,4970 \cdot e^{-9,2877/\text{horas}}$	0,9899	$P < 0,01$

QUADRO 6A. Equações de regressão para o grau de digestão da hemicelulose da haste +
bainha em relação a horas de fermentação

Idade dias	\hat{Y}_i	r^2	Nível de Significância
63	66,8184 . $e^{-5,1136/\text{horas}}$	0,9990	P < 0,01
78	69,6999 . $e^{-5,3584/\text{horas}}$	0,9863	P < 0,05
93	56,5002 . $e^{-5,8924/\text{horas}}$	0,9747	P < 0,05
108	52,4041 . $e^{-6,0093/\text{horas}}$	0,9583	P < 0,05
123	73,0724 . $e^{-6,3226/\text{horas}}$	0,9654	P < 0,05
138	58,1278 . $e^{-5,1226/\text{horas}}$	0,9701	P < 0,05
153	59,6327 . $e^{-7,2330/\text{horas}}$	0,9765	P < 0,05
168	34,8098 . $e^{-7,1811/\text{horas}}$	0,9974	P < 0,01
202	43,0064 . $e^{-9,8201/\text{horas}}$	0,9933	P < 0,01
238	32,0149 . $e^{-8,1176/\text{horas}}$	0,9851	P < 0,05

Figura 1A - Taxas de fermentação da matéria seca total em função das idades da planta

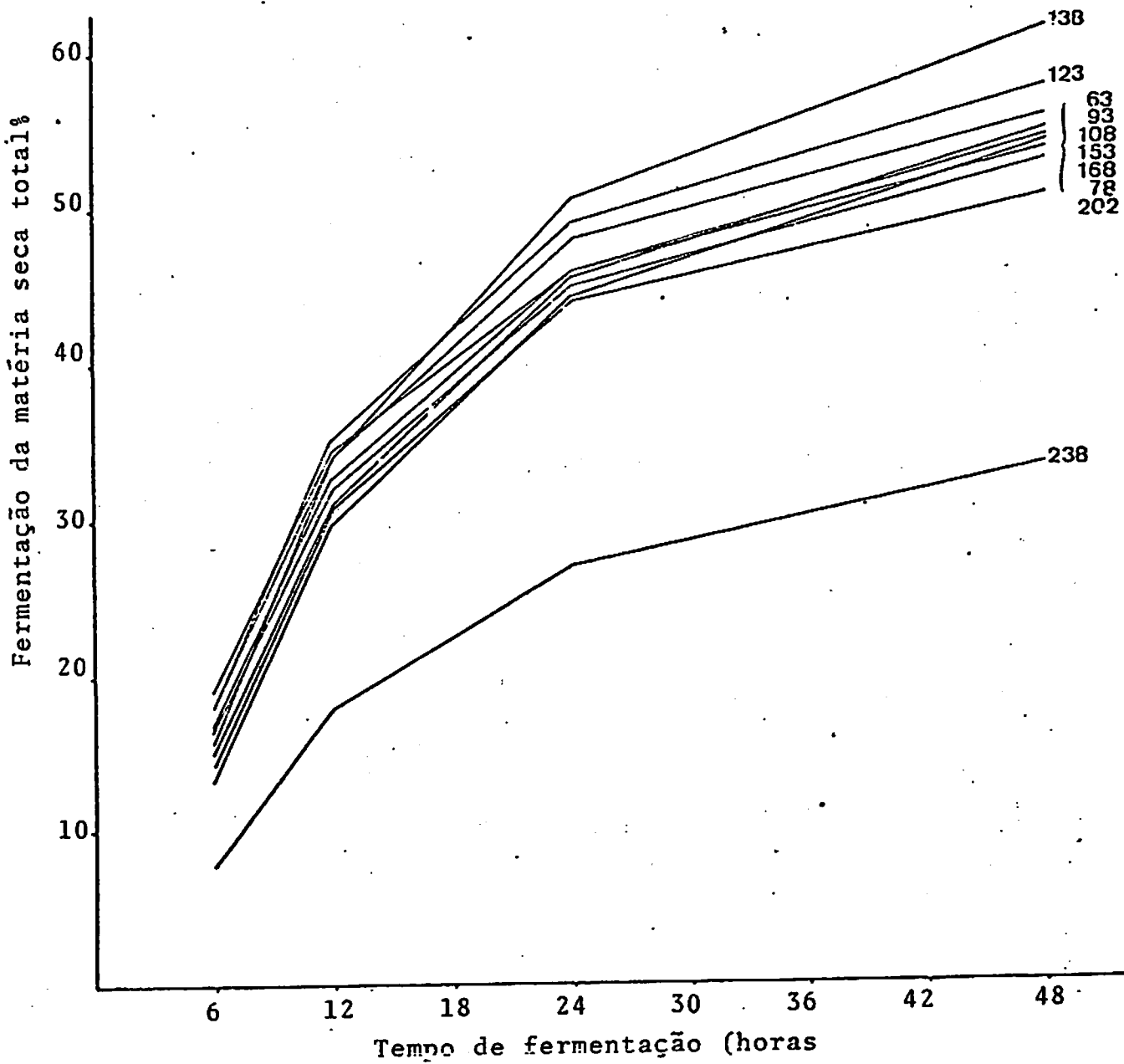


Figura 2A - Taxas de fermentação da matéria seca da haste + bainha em função da idade da planta.

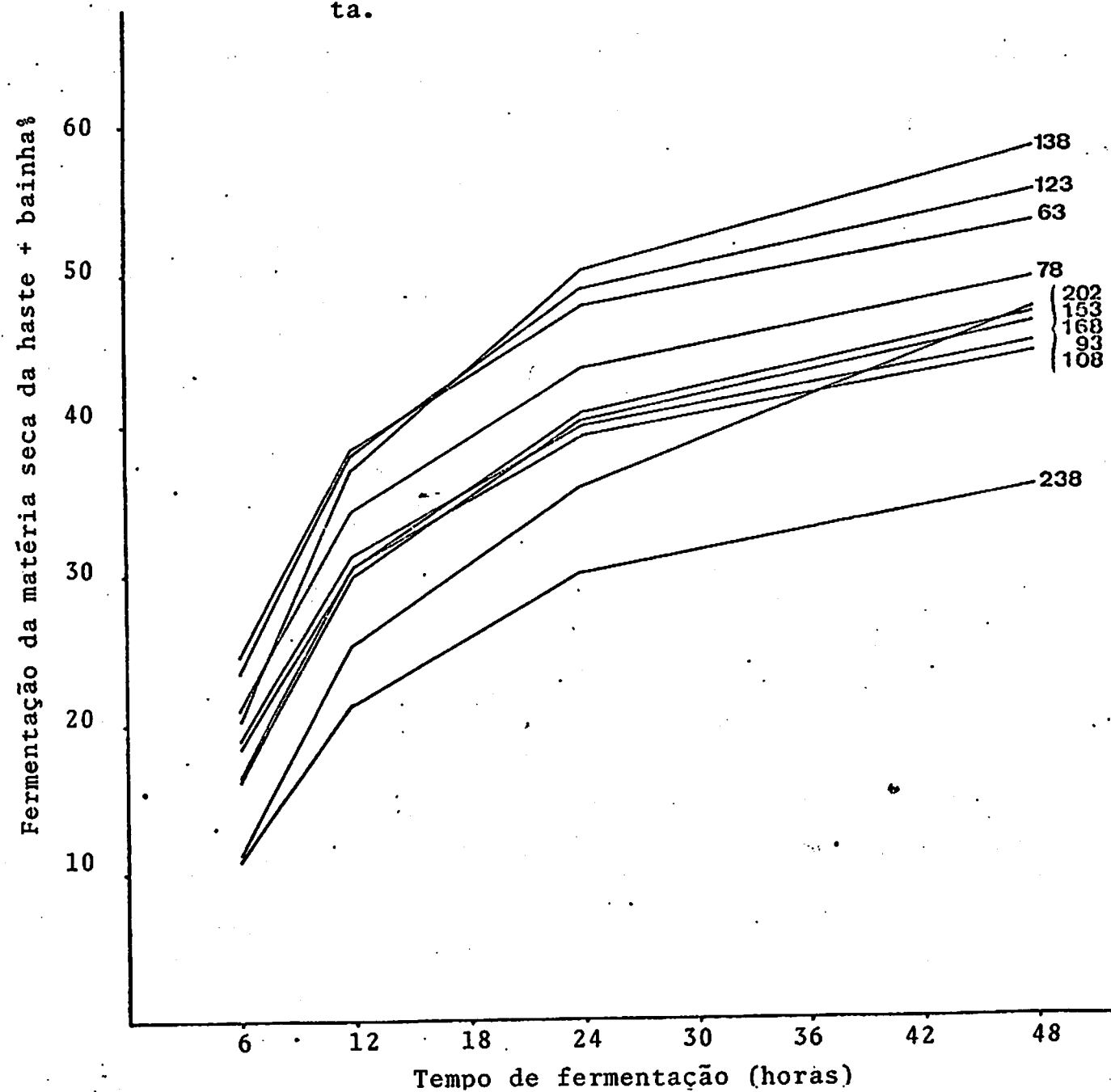


Figura 3A - Taxas de fermentação da celulose da planta total em função das idades da planta.

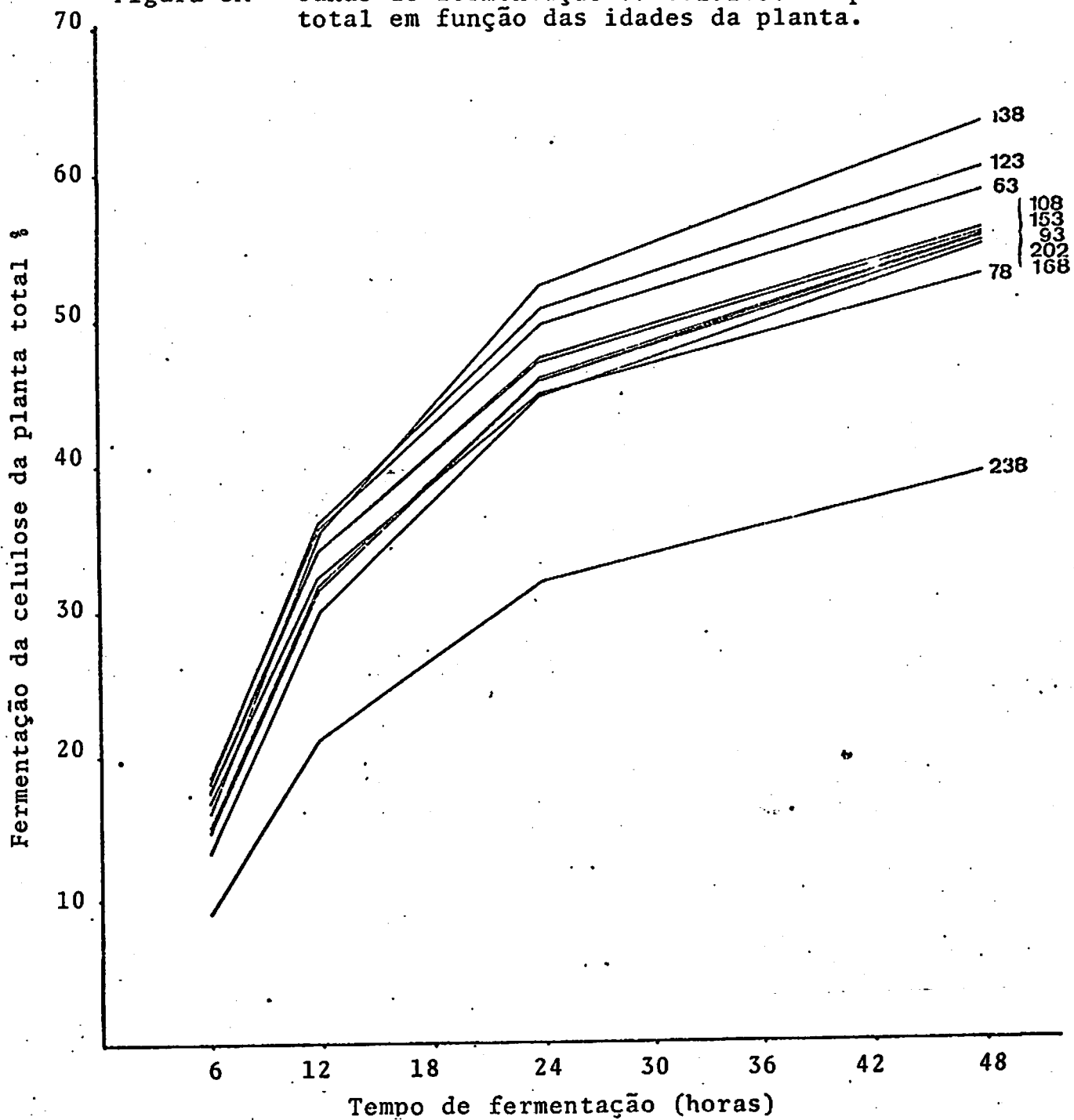


Figura 4A - Taxas de fermentação da celulose da haste + bainha em função da idade da planta

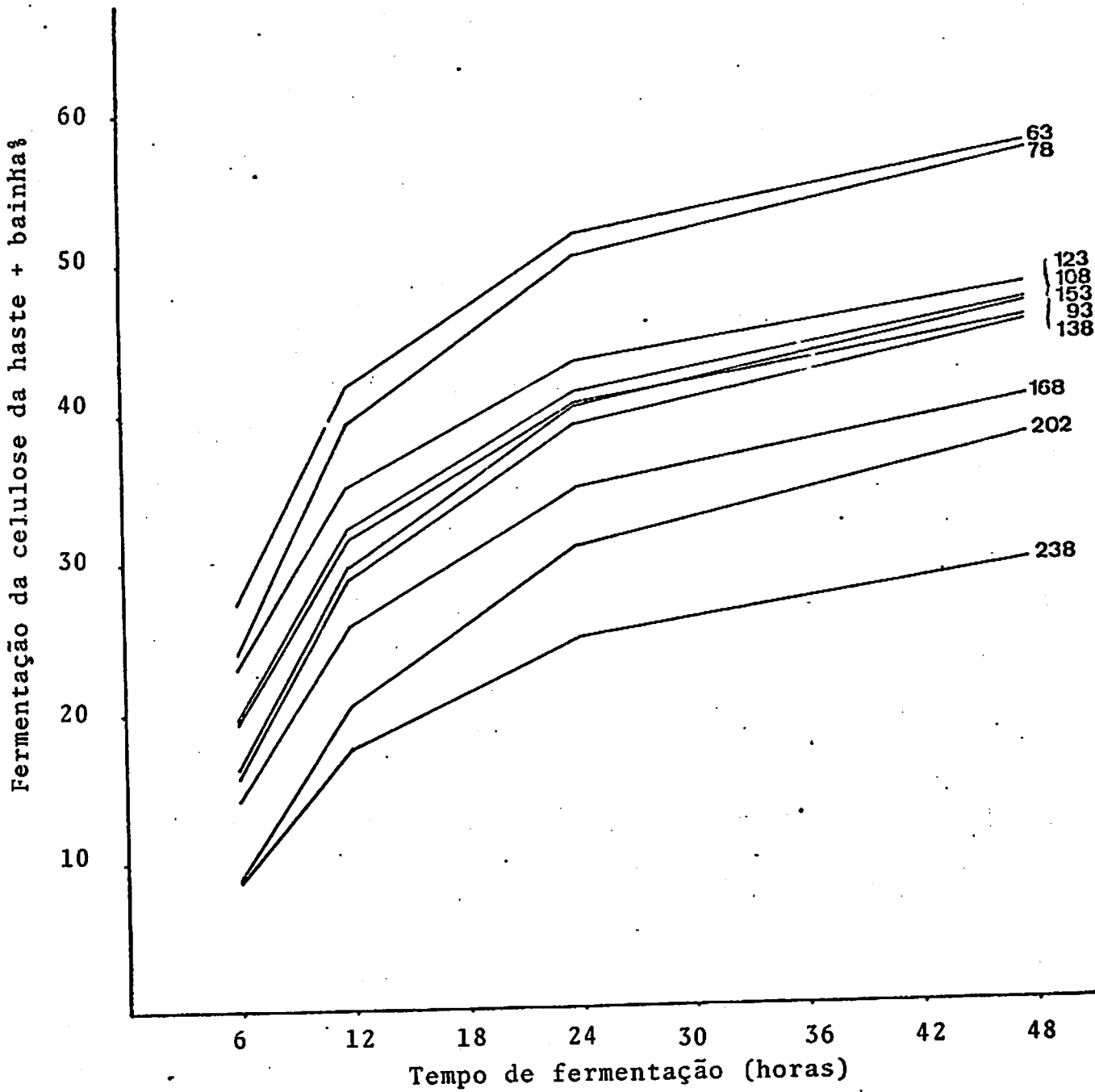


Figura 5A - Taxas de fermentação da hemicelulose da planta total em função da idade da planta

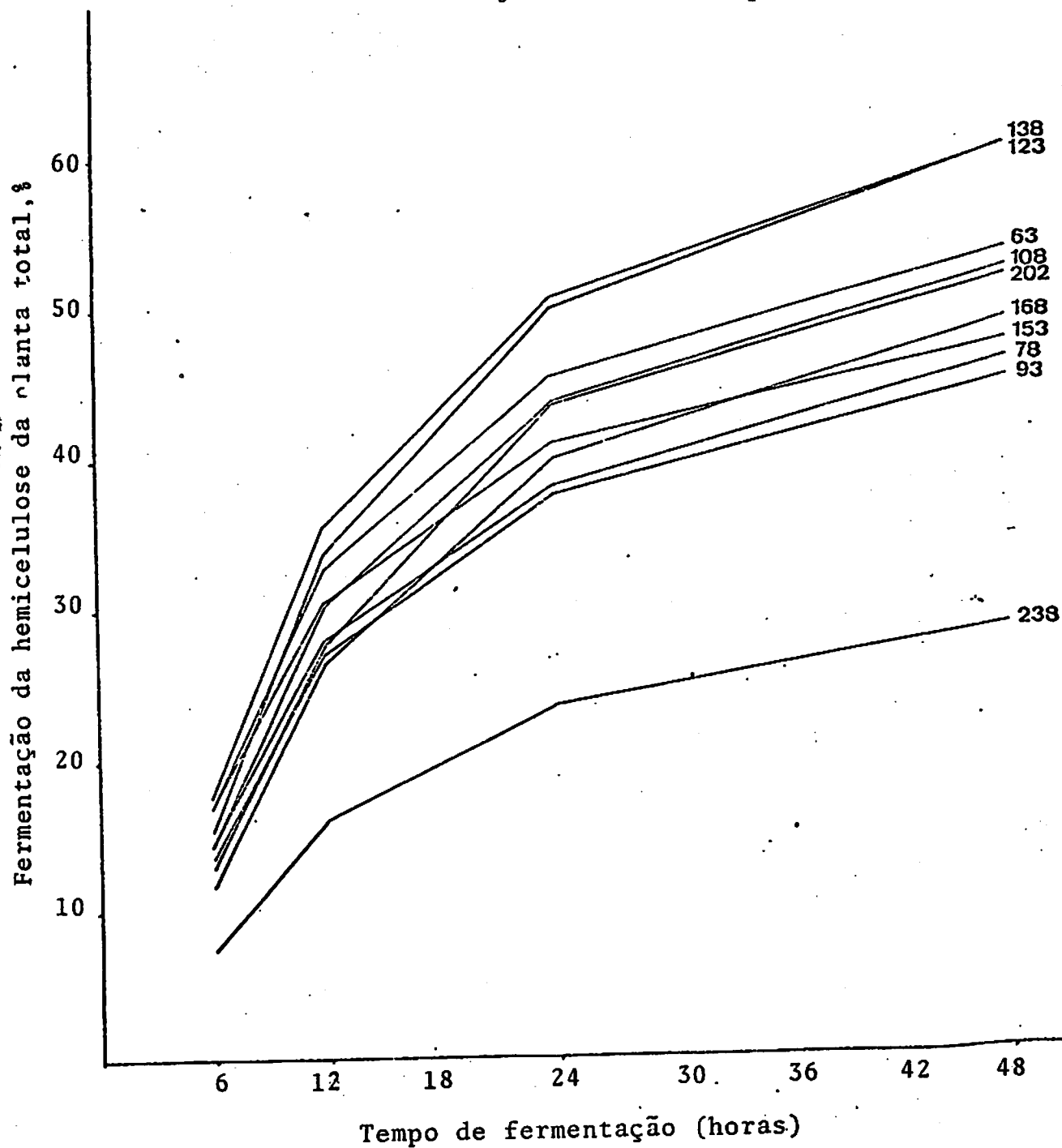


Figura 6A - Taxas de fermentação da hemicelulose da haste + bainha em função das idades da planta

