



AGRÁRIAS

FZEA/USP

Universidade de São Paulo

Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos

Departamento de Zootecnia

GRUPO DE PESQUISA

Forragicultura I

Fatores climáticos vs. ciclos de desenvolvimento, produção e valor nutritivo de plantas forrageiras

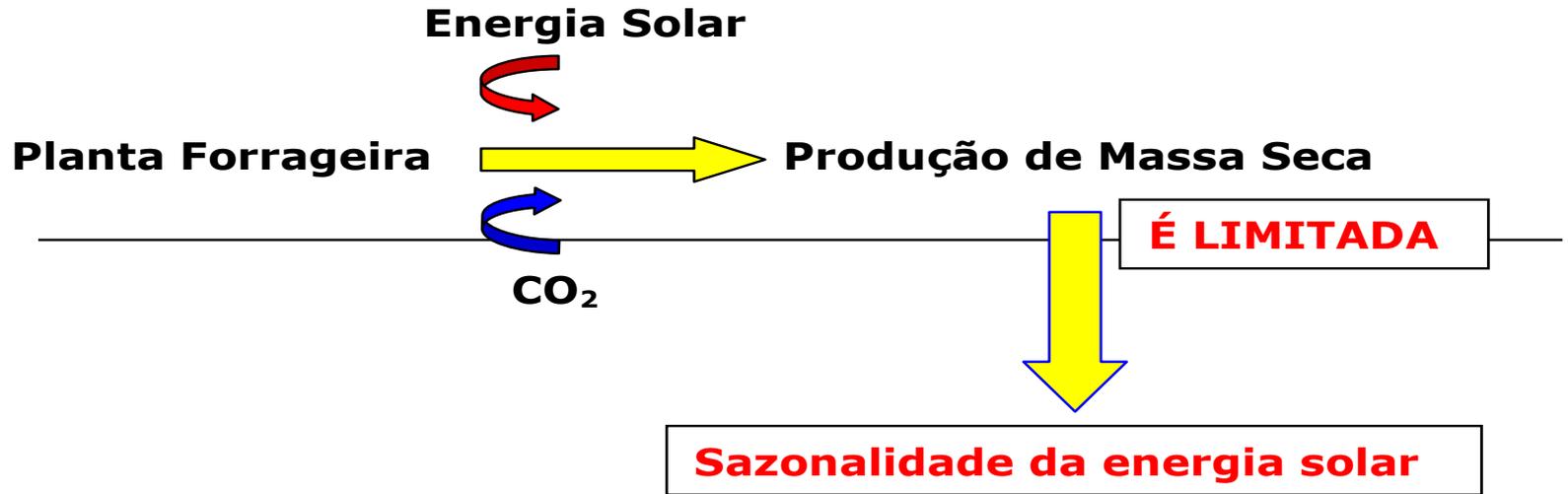
Lilian Elgalise Techio Pereira

ltechio@usp.br

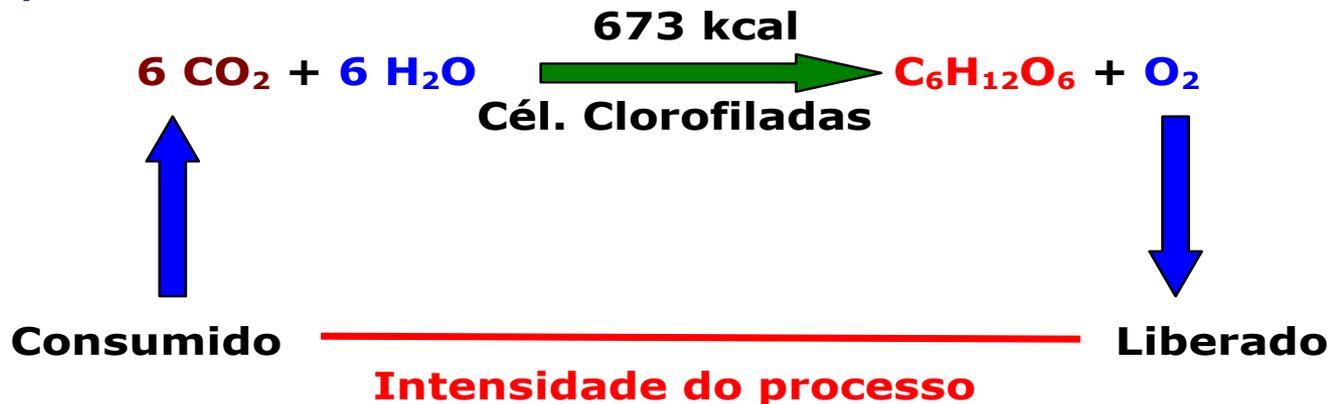
Valdo Rodrigues Herling

vrherlin@usp.br

**Pirassununga
Setembro - 2022**



Assim, tem-se:

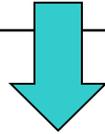


Uso do pasto:

- **O desempenho animal deve ser avaliado numa condição que não haja limitação da quantidade e qualidade da forragem disponível, de sua própria genética, quando em pastejo e sem a suplementação de energia ou proteína.**
- **Que a planta forrageira possa expressar seu potencial de produção, quando estabelecida num ambiente adequado;**
- **Que o animal permaneça em pastejo o maior tempo possível durante as estações do ano.**



Potencial Biológico de Produção



Clima e Solo do Ecossistema



Fertilidade do Solo

Umidade

Radiação Solar

Temperatura

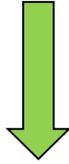


Massa e o Valor Nutritivo da Forragem



Figura 1. Esquema dos fatores que interferem no desempenho de animais mantidos em um ecossistema pastoril (Fonte: REIS et al., 2005).

- Germinação e emergência
- Aumento da área foliar e perfilhamento



- Alongamento dos colmos
- Emissão da folha bandeira



- Maturação
- Enchimento de grãos

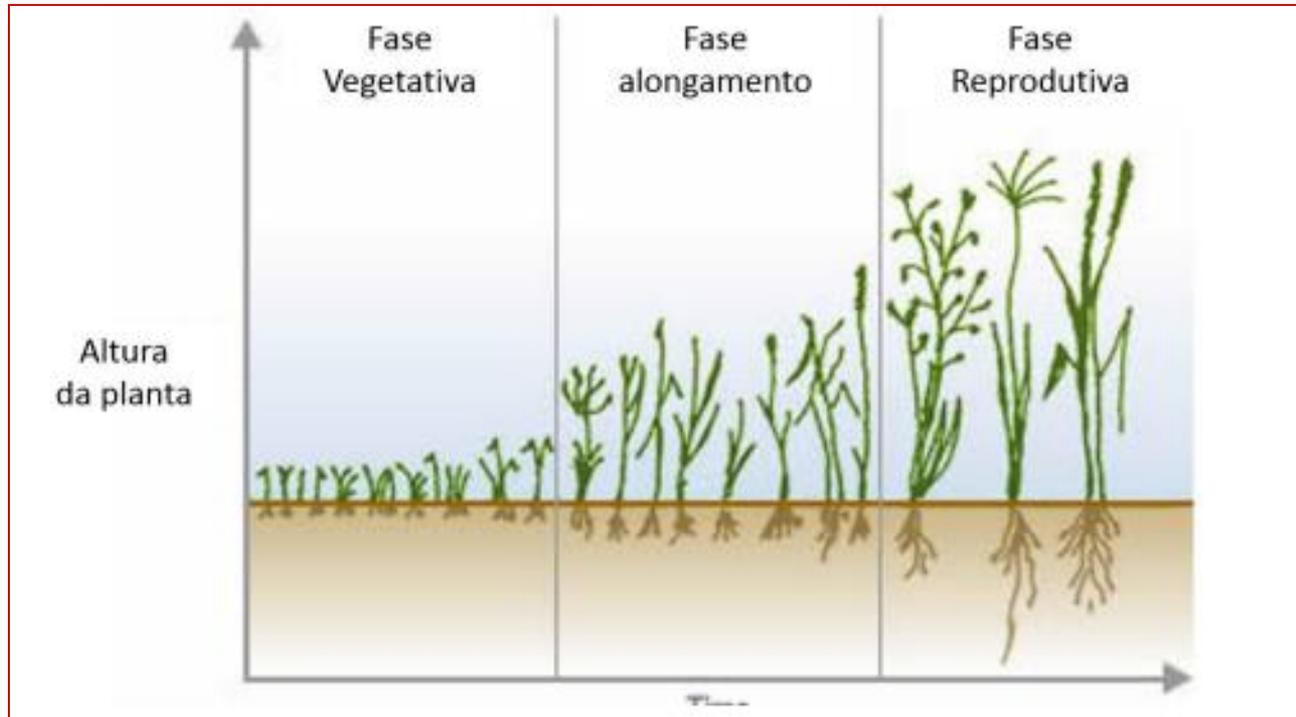


Figura 2 – Fases de desenvolvimento da planta. George & Rice. Disponível em: http://californiarangeland.ucdavis.edu/Range_Plant_Growth_and_Development/

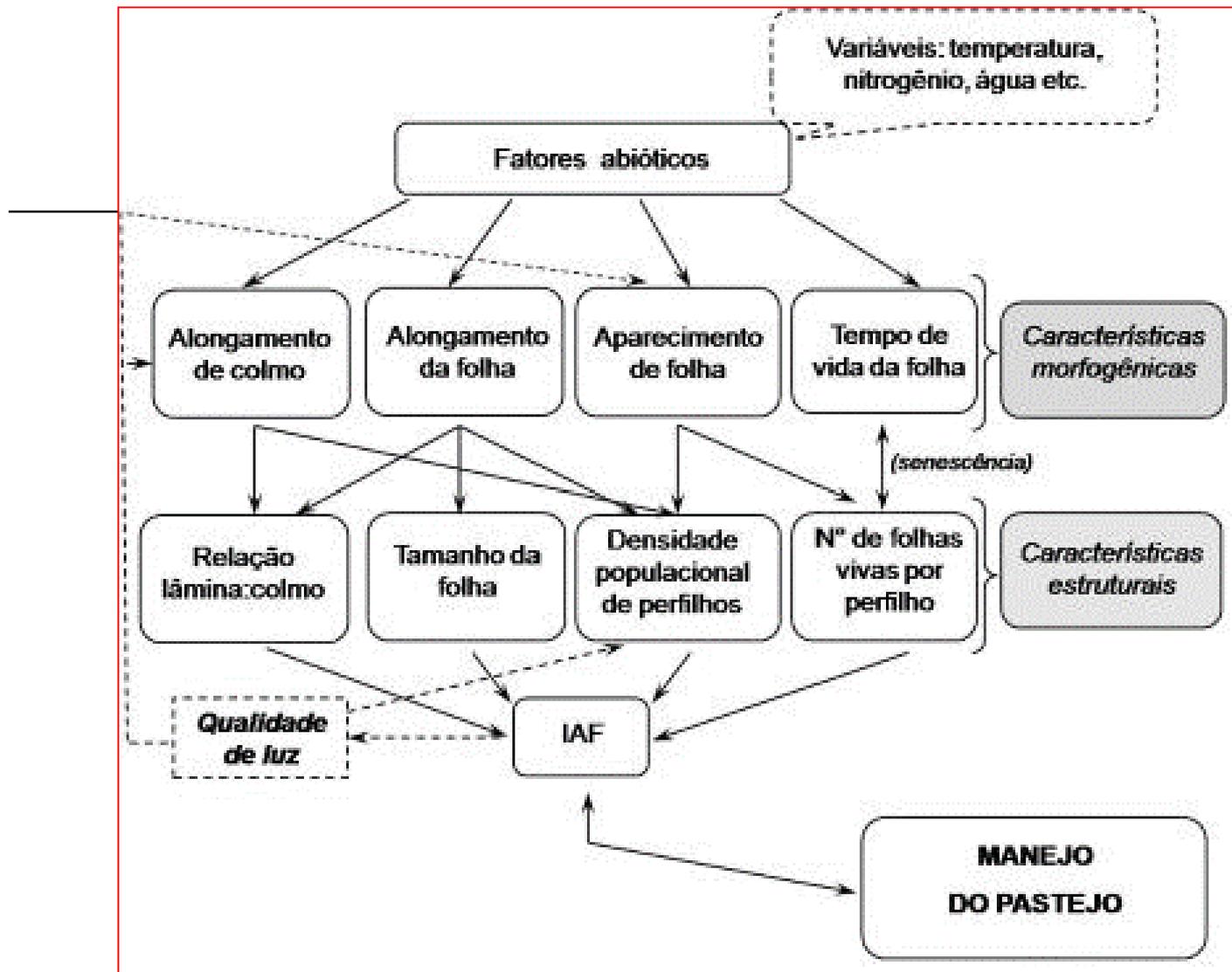


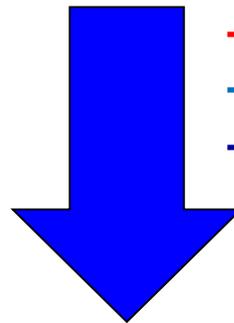
Figura 3. Características morfogênéticas e estruturais de plantas forrageiras em estágio vegetativo.

Fonte: Lemaire e Chapman (1996).

Fatores Climáticos – Grande Variabilidade

- O melhoramento genético torna-se importante para a obtenção de variedades e ou cultivares com maior eficiência em seu meio.

Material Genético



- **Temperatura**
- **Umidade**
- **Luminosidade**

Produção de Massa Seca

TEMPERATURA

variação

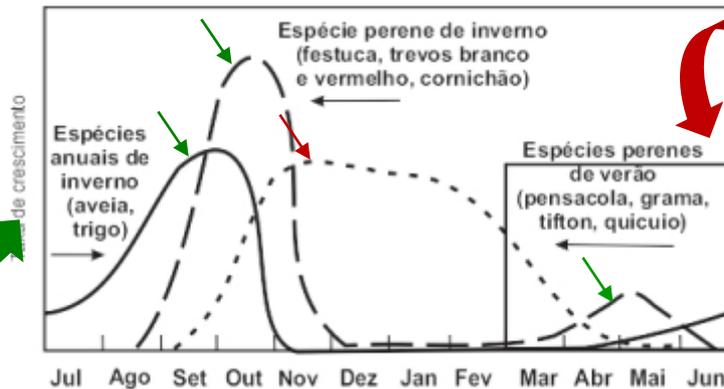
Estações do ano

Espécies de Clima

Temperado ou Hibernais

Tropical ou Estivais

Aveia, Centeio, Trigo, Triticale, Cevada e Azevém



Paspalum (Batatais, Pensacola), Grama-bermuda (Tifton), Brachiaria, Panicum e Pennisetum (Quicuío, Elefante)

Figura 4. Padrões de crescimento de espécies forrageiras de estação fria e quente.

Inverno - Temperatura e luminosidade → **Massa de Forragem**

Verão - Umidade (Fator limitante para a PMSF)

Tabela 1. Principais espécies forrageiras estivais cultivadas em regiões de clima temperado no Brasil

Espécie forrageira	Nome comum	Nível de importância relativa		
		PR	SC	RS
<u>Gramíneas perenes</u>				
<i>Axonopus compressus</i>	Missioneira, jesuíta	++	+++	+++
<i>Chloris gayana</i>	Capim de Rhodes	+	+	+
<i>Cynodon</i> spp.	Estrela, Coast Cross, Tifton	+++	+	++
<i>Digitaria decumbens</i>	Pangola	+	+	++
<i>Hemarthria altissima</i>	Hemarthria	++	++	+
<i>Hyparrhenia rufa</i>	Jaraguá	+	-	-
<i>Panicum maximum</i>	Colonião	++	+	+
<i>Paspalum sauræ</i>	Pensacola	++	++	+++
<i>Pennisetum clandestinum</i>	Quicuío	+	+	+
<i>Pennisetum purpureum</i>	Capim elefante	+	+	+
<i>Setaria sphacelata</i>	Setaria	+	+	+
<i>Urochloa brizantha</i>	Brizantha, braquiária	+++	+	+
<i>Urochloa decumbens</i>	Braquiária, decumbens	+	+	+
<i>Urochloa humidicola</i>	Espetudinha, humidícula	+	+	+
<u>Gramíneas anuais</u>				
<i>Euchlaena mexicana</i>	Teosinto	+	+	+
<i>Pennisetum americanum</i>	Milheto	+++	+++	+++
<i>Sorghum</i> spp.	Sorgo	+	+	++
<i>Urochloa plantaginea</i>	Papuã	++	+	+

+ Baixa importância; ++ Média importância; +++ Alta importância.

Estados da região Sul do Brasil (PR = Paraná; SC = Santa Catarina; RS = Rio Grande do Sul).

Fonte: Nabinger *et al.* (2000).

Tabela 2. Principais espécies forrageiras hibernais cultivadas em regiões de clima temperado no Brasil

Espécie forrageira	Nome comum	Nível de importância relativa		
		PR	SC	RS
<u>Gramíneas anuais</u>				
<i>Avena sativa</i>	Aveia branca	+++	++	+
<i>Avena strigosa</i>	Aveia preta	+++	+++	+++
<i>Hordeum vulgare</i>	Cevada	+	+	+
<i>Lolium multiflorum</i>	Azevém	+++	+++	+++
<i>Secale cereale</i>	Centeio	++	++	+
<i>XTriticosecale</i>	Triticale	++	+	+
<u>Gramíneas perenes</u>				
<i>Bromus catharticus</i>	Cevadilha	+	+	+
<i>Dactylis glomerata</i>	Capim dos pomares	+	+	+
<i>Festuca arundinaceae</i>	Festuca	+	+	+
<i>Phalaris tuberosa</i>	Falares	+	+	+
<u>Leguminosas anuais</u>				
<i>Lathyrus sativus</i>	Chícharo	+	+	+
<i>Lotus subflorus</i>	El Rincon	-	-	++
<i>Ornithopus sativus</i>	Serradela	+	+	+
<i>Trifolium subterraneum</i>	Trevo subterrâneo	+	+	+
<i>Trifolium vesiculosum</i>	Trevo vesiculoso	++	++	+++
<i>Vicia sativa</i>	Ervilhaca, Vica	++	++	++
<i>Vicia villosa</i>	Ervilhaca peluda	+	+	+
<u>Leguminosas perenes</u>				
<i>Lotus corniculatus</i>	Cornichão	++	++	++
<i>Medicago sativa</i>	Alfafa	+	+	+
<i>Trifolium pratense</i>	Trevo vermelho	++	++	++
<i>Trifolium repens</i>	Trevo branco	++	+	+++

+ Baixa importância; ++ Média importância; +++ Alta importância.

Estados da região Sul do Brasil (PR = Paraná; SC = Santa Catarina; RS = Rio Grande do Sul).

Temperatura:

Distribuição Geográfica das Espécies Forrageiras



Adaptação às Variações Térmicas

Altas T °C
(Fase de crescimento)



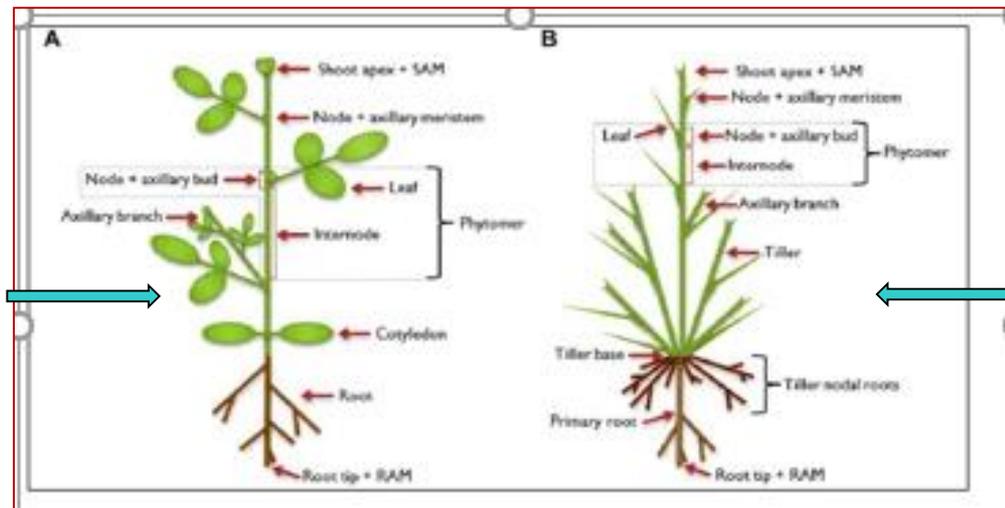
Queda no C. C.

Elevação % P. C.



Digestibilidade

< Efeito



> Efeito

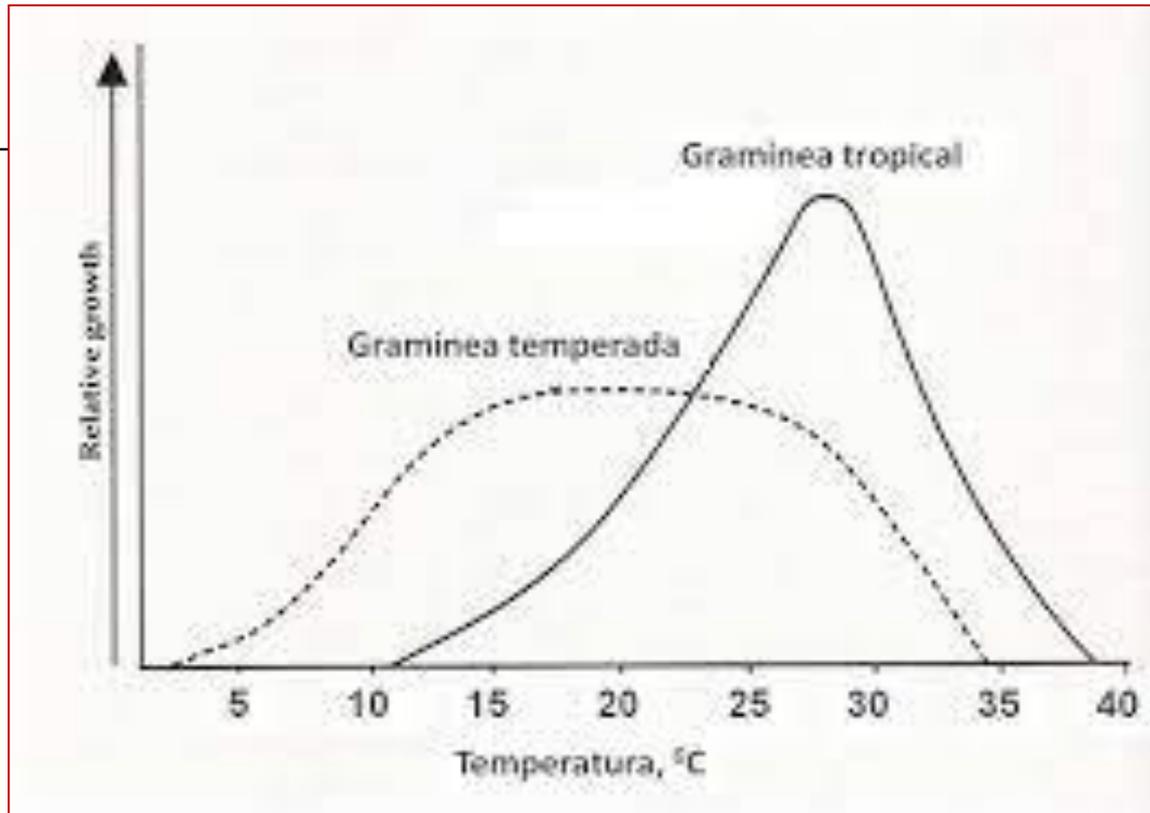


Figura 5. Crescimento relativo de gramíneas de clima temperado e tropical com a variação térmica.

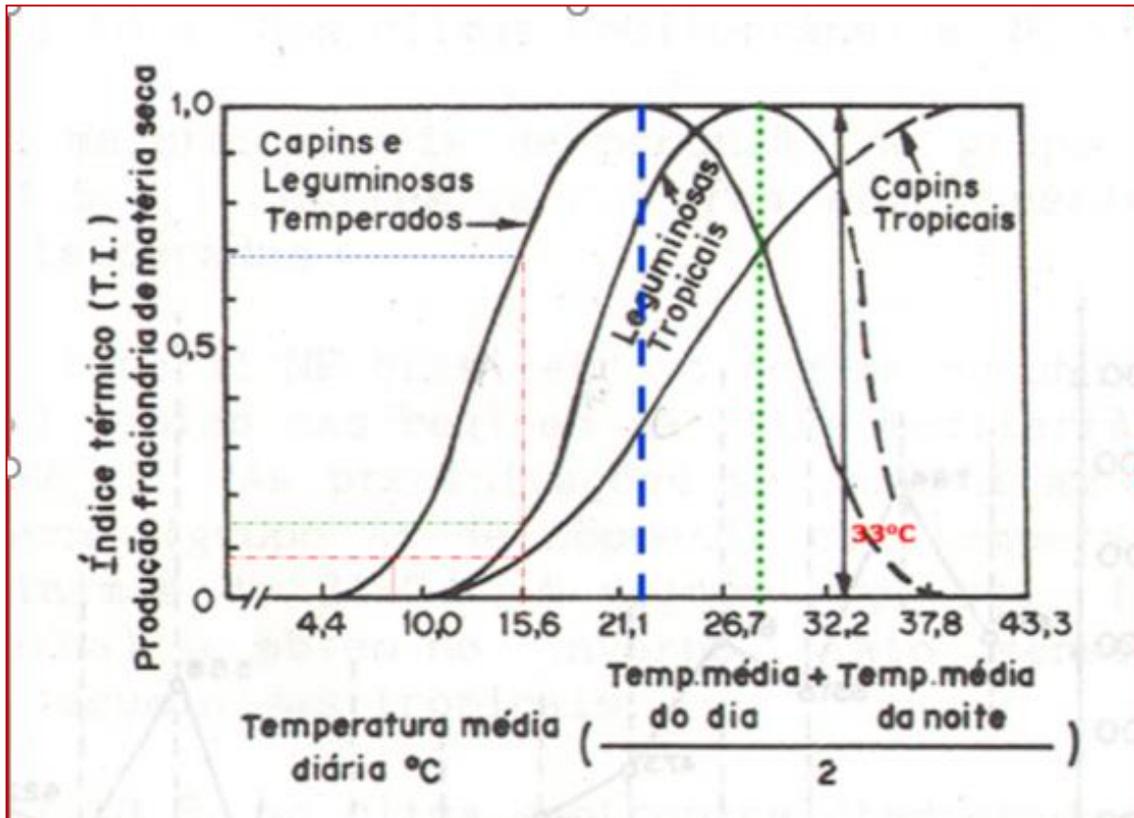


Figura 6. Índice térmico – relação entre temperatura média diária e a produção fracionária de massa seca.

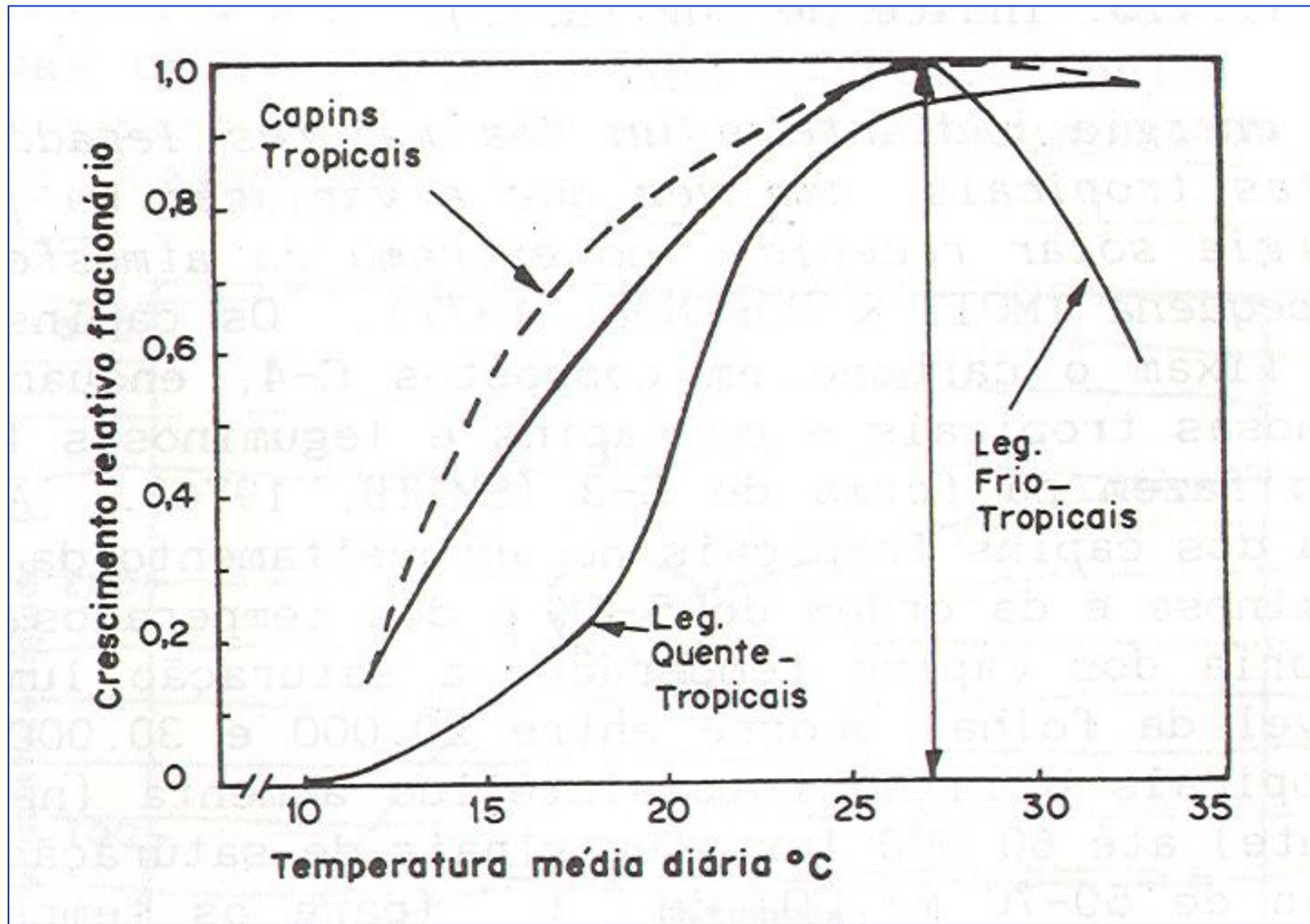


Figura 7. Respostas térmicas de capins e leguminosas tropicais.

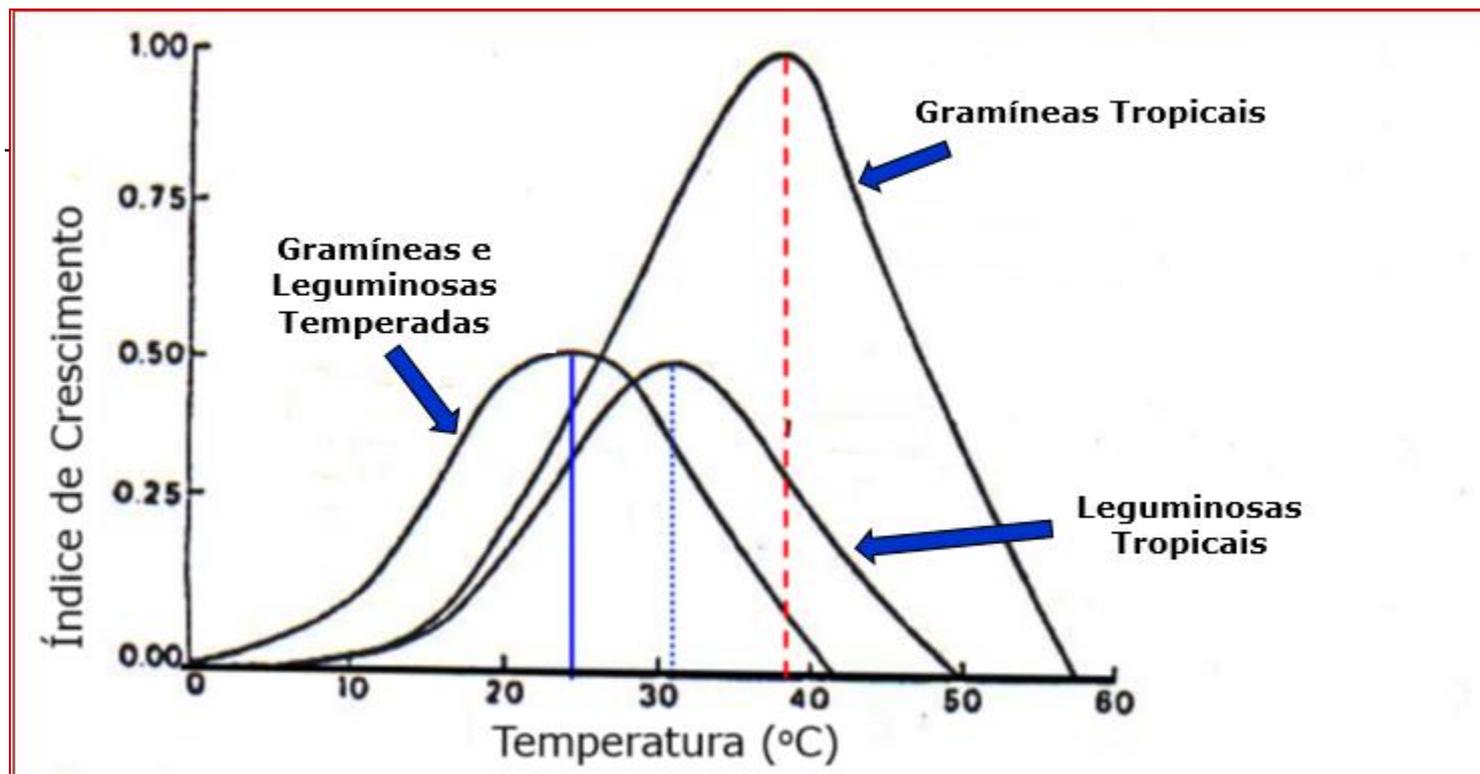


Figura 8. Representação generalizada do Índice de Crescimento de plantas forrageiras de clima tropical e temperado em resposta à temperatura ótima de crescimento.

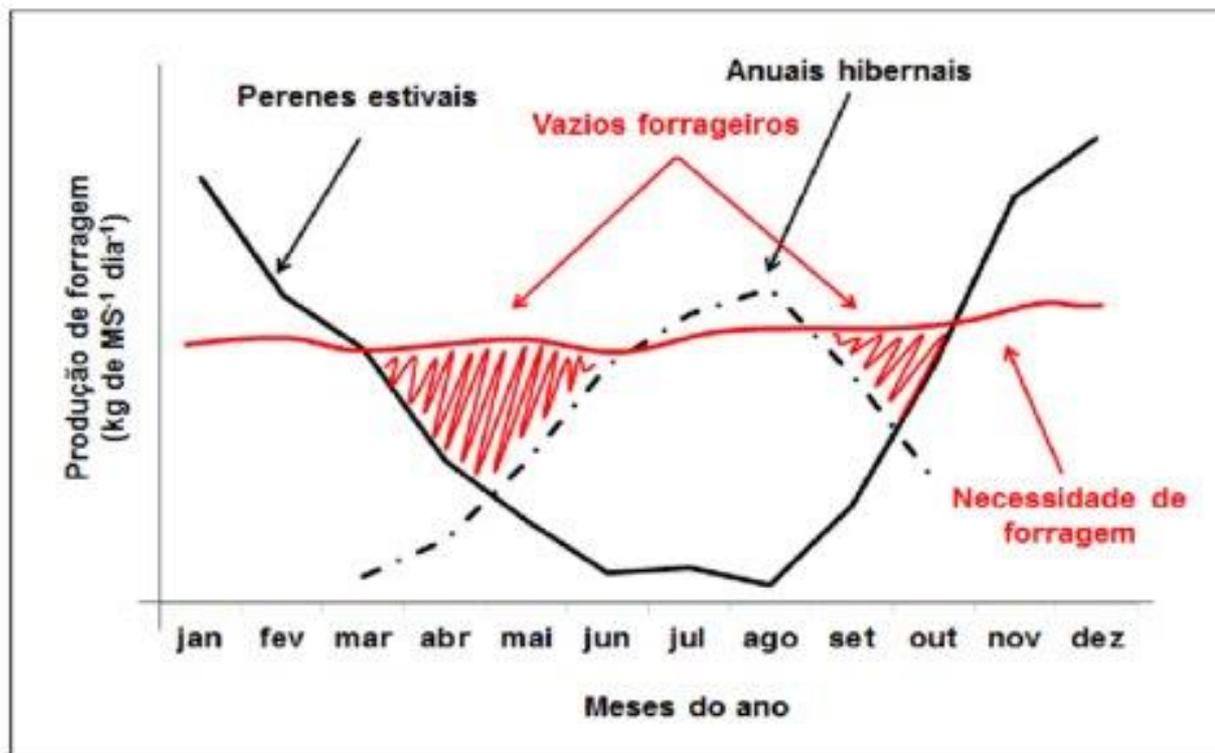


Figura 9. Representação esquemática da produção de forragem em sistemas compostos por espécies perenes estivais sobressemeados com espécies anuais hibernais em regiões de clima temperado no sul do Brasil.

Sbrissia et al. (2017) - XXV Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal Recife 07 al 10 de noviembre de 2016.

Tabela 1. Amplitude térmica de crescimento das plantas forrageiras de clima tropical e temperado.

Clima	T°C ótima	Podem crescer
Temperado	20 - 25°C	5 - 10°C
Tropical	30 – 35°C	15°C

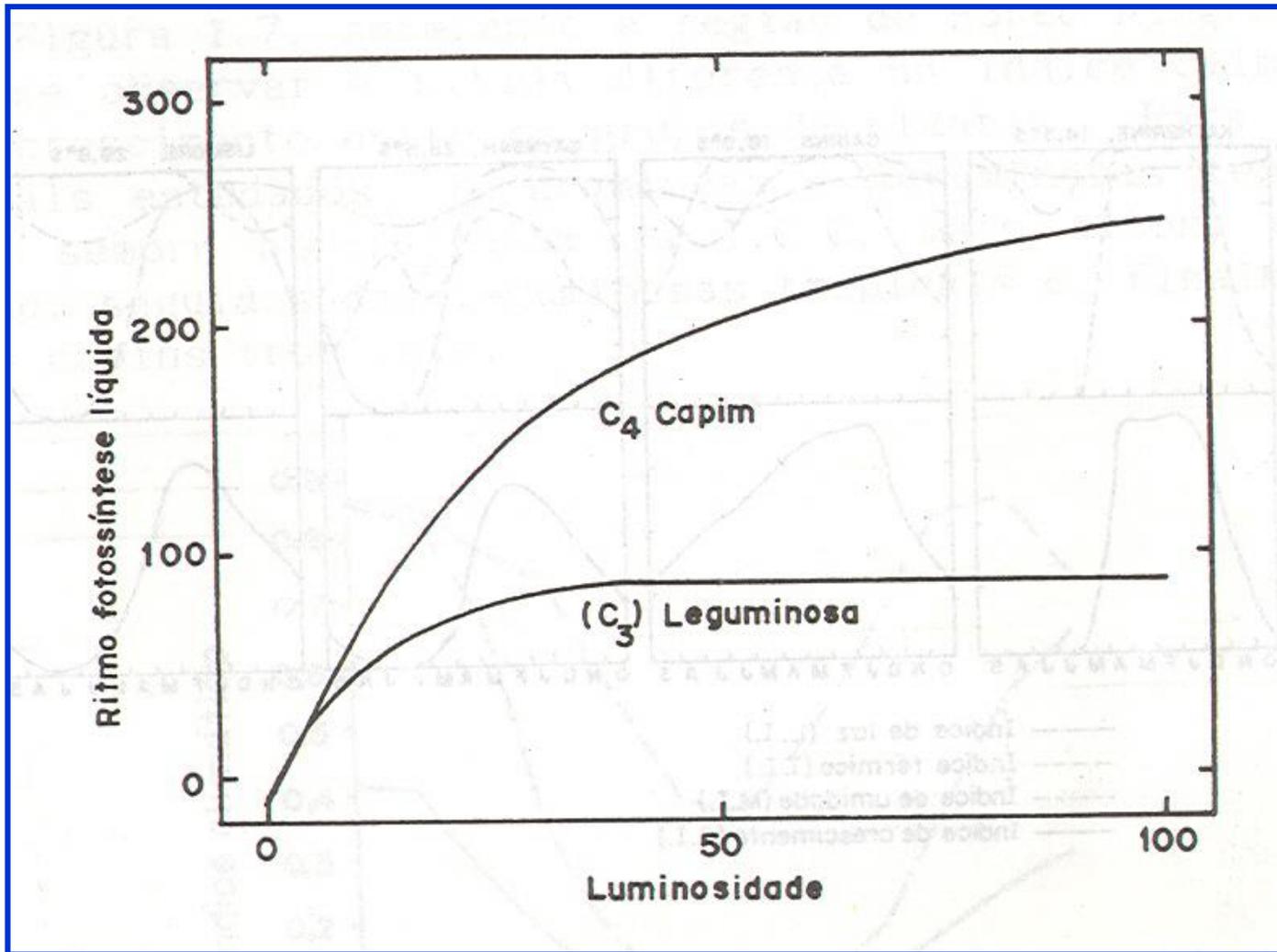


Figura 10. Ritmo fotossintético líquido de gramínea e leguminosa com a luminosidade.

Tabela 2. Comparação entre plantas com ciclos de fixação de CO₂ .

Parâmetros	C3	C4
Eficiência no uso da luz	2-3%	5-6%
Energia disponível (kcal/cm ² /ano)	100	150
Saturação lumínica – folhas	20-30 mil lux	não existe
mg CO ₂ /dm ² /h	20-30	50-70

1 lux = 1 lúmen / m²

25 mil lux = 25 mil lúmens / m²

Cada tipo de lâmpada tem determinado número de lúmen por watt

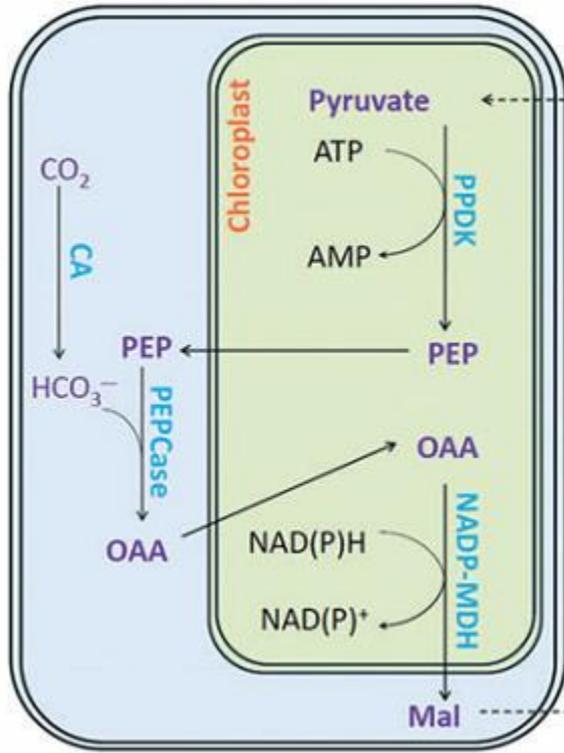
EXEMPLO:

Lâmpada Bulbo LED 10W tem:

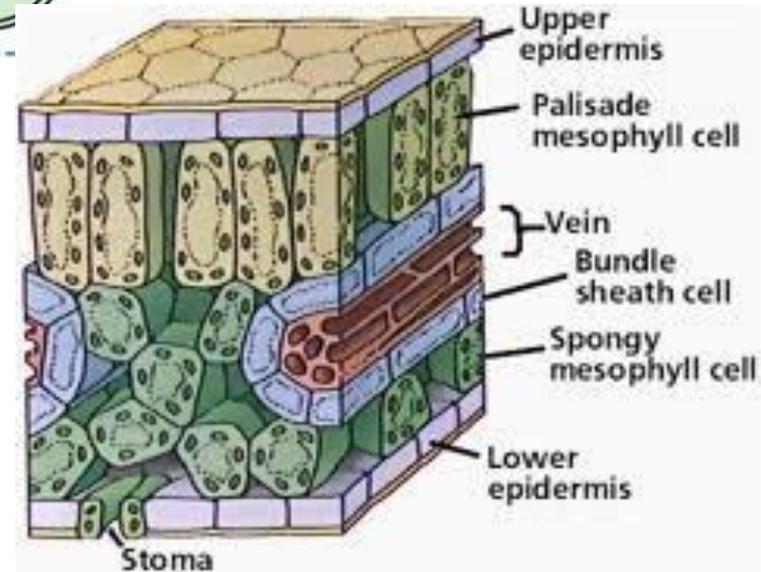
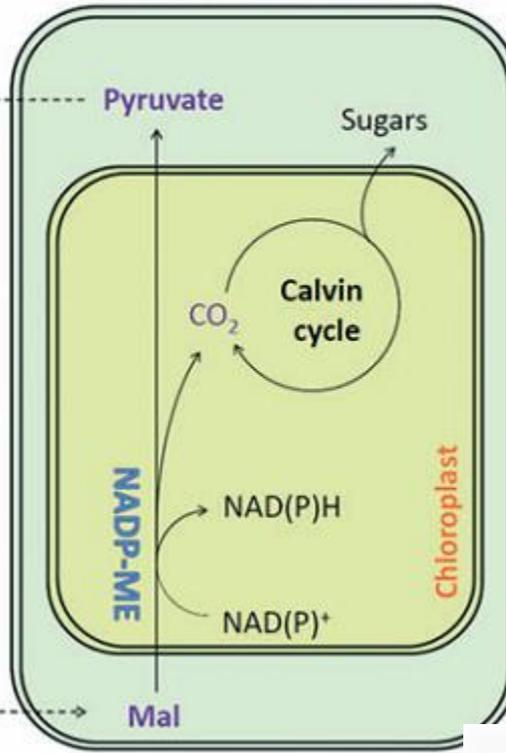
80 **lúmens** por watt, ou seja: 80x10 =
800 **lúmens**.

25 mil lúmens / m² precisaria de:
31 lâmpadas LED 10W

Mesophyll cell



Bundle sheath cell





POTENCIAL PRODUTIVO DE MASSA DE FORRAGEM

Tabela 3. Produções potenciais médias e máximas (t/ha MS) de capins adubados com nitrogênio (N) e amplitudes de conversão de energia luminosa (%).

Gramíneas	Produção de MS (t/ha)		Conversão (%)
	Média	Máxima	
Clima Temperado (C3)	22	26,6	1,8 - 3,0
Clima Subtropical (C4)	26,6	31,9	1,3 - 1,9
Clima Tropical (C4)	44,6	85,2	2,0 - 5,4

Tabela 4. Precipitação e temperaturas de macrorregiões do Brasil.

Região	Precipitação (mm)		Temperatura (°C)			
	Média anual	Concentração anual	Médias máximas	Médias mínimas	Amplitude	
CO	1200-3000	Nov.-Mar	20-22	28-32	18-20	<0-42
NE	1000-1500	Abr.-Jun.	26-28	30-34	16-22	-
N	1500-2500	H.N: Mai-Out. H.S: Nov-Abr.	24-26	36-40	18-22	8-40
SE	1500-2000	Jan.-Mar.	20-24	30-32	16-18	-4-42
S	1250-2000	Ano todo	14-22	28-32	8-12	<0-40

CO – Centro-Oeste NE – Nordeste N – Norte SE – Sudeste S - Sul

Adaptado de Da Silva (1995); Zimmer e Euclides Filho (1997)

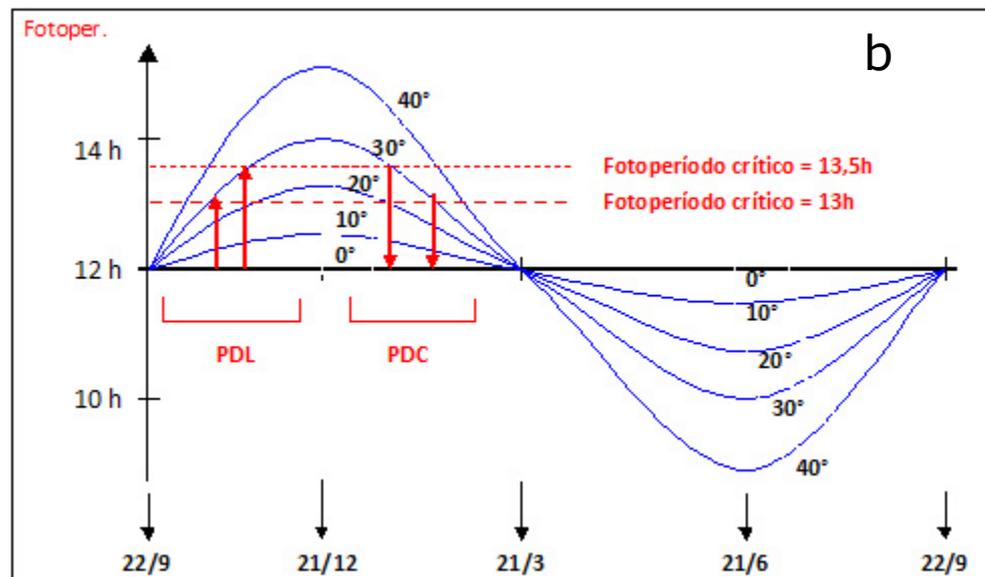
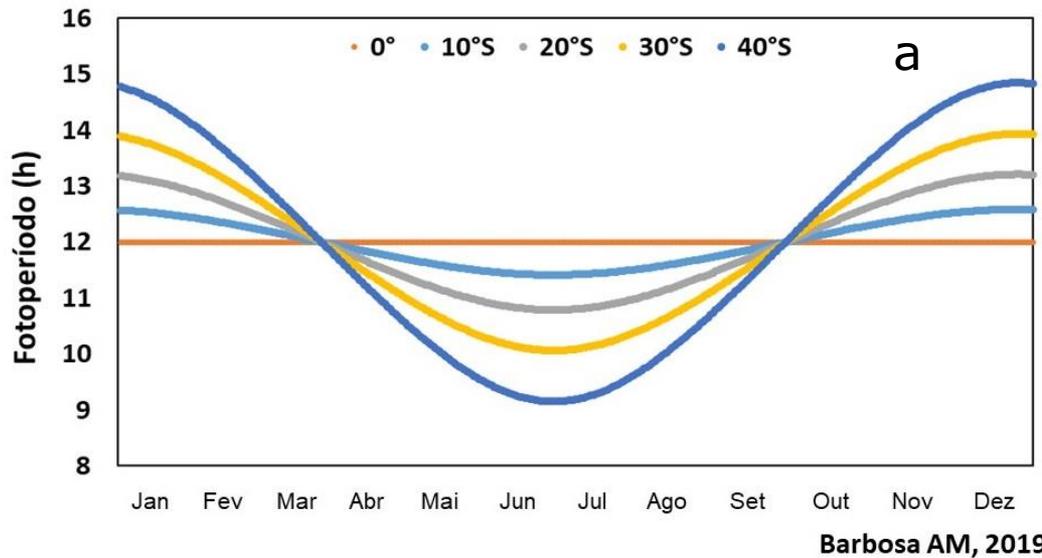
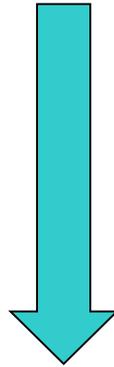


Figura 11. Variação do fotoperíodo nas latitude (a) e seu efeito nas plantas (b).

ESTACIONALIDADE CLIMÁTICA

(**temperatura**, precipitação)



Potencial Produtivo das plantas forrageiras

(**manejo e nível de fertilidade**)

Tabela 5. Produção de matéria seca (MS) de espécies forrageiras de clima tropical e temperado.

Espécie forrageira	Produção de MS (ton ha ⁻¹ ano ⁻¹)*	Referência
<u>Gramíneas perenes estivais</u>		
<i>Panicum maximum</i> cv. Tanzânia	37,7	Souza <i>et al.</i> (2005)
<i>Panicum maximum</i> cv. Mombaça	41,0	Jank <i>et al.</i> (1997)
<i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu	26,3	Da Silva <i>et al.</i> (2013)
<i>Pennisetum clandestinum</i> (Quicuiu)	11,0	Sbrissia <i>et al.</i> (2013)
<i>Pennisetum purpureum</i> cv. Elefante	21,0	Dall' Agnol <i>et al.</i> (2005)
<i>Axonopus catharinensis</i> cv. Missioneira gigante	18,5	Flaresso <i>et al.</i> (2001)
<i>Cynodon dactylon</i> cv. Tifton-85	19,8	Flaresso <i>et al.</i> (2001)
<u>Gramíneas anuais estivais</u>		
<i>Pennisetum glaucum</i> (Milheto)	8,7-17,4	Heringer e Moojen (2002)
<i>Sorghum bicolor</i> (Sorgo)	8,0	Restle <i>et al.</i> (2002)
<i>Sorghum sudanense</i> (Capim Sudão)	8,0-8,8	Minneé <i>et al.</i> (2013)
<i>Euchlaena mexicana</i> (Teosinto)	9,8	Almeida e Flaresso (1993)
<u>Gramíneas anuais hibernais</u>		
<i>Avena</i> spp	5,9	Flaresso (2008)
<i>Avena strigosa</i> (Aveia preta)	3,9	Guzatti <i>et al.</i> (2015)
<i>Lolium multiflorum</i> (Azevém anual)	7,2	Alves-Filho <i>et al.</i> (2003)
	4,4	Guzatti <i>et al.</i> (2015)
<i>A. strigosa</i> + <i>L. multiflorum</i>	4,8	Guzatti <i>et al.</i> (2015)
	4,9-10,9	Lupatini <i>et al.</i> (2007)
<i>Secale cereale</i> (Centeio)	4,8	Rosa <i>et al.</i> (2008)
<u>Gramíneas perenes hibernais</u>		
<i>Festuca arundinacea</i> (Festuca)	8,0	Rosa <i>et al.</i> (2008)
	10,8	Duchini <i>et al.</i> (não publicado)
<i>Dactylis glomerata</i> (Dáctilis)	8,0	Hanisch e Gislon (2010)
	5,9	Duchini <i>et al.</i> (não publicado)
<i>Bromus auleticus</i> (Cevadilha-serrana)	4,7	Rosa <i>et al.</i> (2008)
<i>Phalaris</i> sp (Ecotipo 88373)	3,8	Flaresso <i>et al.</i> (1997)
<i>Arrhenatherum elatius</i> (Aveia perene)	9,9	Duchini <i>et al.</i> (não publicado)

Valores observados em diferentes regiões e condições de manejo.

Tabela 6. Rendimento de matéria seca (t/ha) de gramíneas forrageiras, durante os períodos chuvoso e seco, em diferentes localidade de Rondônia.

Gramíneas	8° 45'		9° 54'		10° 42'		12° 44'		11° 10'	
	Porto Velho		Ariquemes		Ouro Preto		P. Médici		Vilhena	
	C ¹	S ²								
<i>A. scoparius</i>	3,85	2,67	---	---	---	---	---	---	4,54	0,62
<i>A. gayanus</i> cv. Planaltina	5,70	3,84	5,13	3,70	6,97	1,77	6,67	2,32	2,15	0,48
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	4,69	3,18	6,37	2,91	4,70	2,24	3,60	0,98	1,80	0,65
<i>B. brizantha</i> cv. Xaraés	5,21	2,89	---	---	---	---	4,05	3,50	---	---
<i>B. dictyoneura</i>	3,32	1,96	---	---	---	---	3,08	3,00	1,09	0,19
<i>B. decumbens</i>	3,40	1,30	2,96	1,09	3,25	1,01	4,34	1,63	2,29	0,15
<i>B. humidicola</i>	3,73	1,98	3,11	1,88	3,30	1,88	3,63	1,15	1,45	0,35
<i>B. ruziziensis</i>	2,64	1,24	3,04	1,17	1,84	0,97	4,60	1,69	1,74	0,17
<i>C. nlenfluensis</i>	0,88	0,77	2,99	1,10	2,22	1,46	2,96	0,78	---	---
<i>D. decumbens</i>	2,44	1,73	---	---	---	---	2,15	1,77	---	---
<i>H. rufa</i>	2,41	1,81	3,18	0,76	---	---	1,56	0,14	---	---
<i>M. minutiflora</i>	3,00	1,26	2,50	1,12	1,37	0,85	3,32	1,31	2,04	0,15
<i>P. maximum</i> cv. Comum	2,11	0,87	1,88	0,78	4,69	1,77	7,43	1,93	---	---
<i>P. maximum</i> cv. S. Verde	3,14	1,29	2,19	1,15	4,04	1,82	6,65	2,01	---	---
<i>P. maximum</i> cv. Tobiata	2,65	1,16	2,92	1,11	5,21	1,71	5,51	2,20	1,88	0,38
<i>P. maximum</i> cv. Massai	---	---	---	---	---	---	5,66	3,02	---	---
<i>P. maximum</i> cv. Makueni	2,50	1,32	1,72	0,86	4,64	1,46	4,16	1,54	1,06	0,39
<i>P. maximum</i> cv. Centenário	---	---	2,35	1,24	---	---	2,82	1,04	4,55	0,65
<i>P. atratum</i> cv. Pojuca	3,39	1,72	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>P. secans</i> FCAP-12	2,34	2,02	3,06	2,04	3,33	2,19	1,65	0,56	3,17	0,24
<i>P. guenoarum</i> FCAP-43	4,55	2,86	5,20	2,41	7,22	1,76	2,86	1,29	1,83	0,34
<i>P. coryphaeum</i> FCAP-8	4,50	2,79	5,13	3,06	5,01	2,51	2,83	0,64	1,64	0,33
<i>P. plicatum</i> FCAP-6	2,52	0,81	4,36	1,56	2,24	2,23	1,97	1,52	0,99	0,15
<i>P. notatum</i> CPATU-137	2,45	2,04	1,39	0,75	1,44	1,63	1,23	0,86	0,27	0,12
<i>P. regnelli</i>	2,16	1,64	---	---	---	---	---	---	1,56	0,21
<i>S. angustifolia</i>	2,86	1,69	---	---	---	---	---	---	---	---
<i>S. sphacelata</i> cv. Nandi	3,11	1,08	---	---	3,14	1,27	4,26	1,32	---	---
<i>S. sphacelata</i> cv. kazungula	2,98	1,16	---	---	3,51	0,99	4,12	0,90	---	---
<i>S. sphacelata</i> cv. Congo 1	2,11	1,71	---	---	2,72	0,82	5,32	2,22	0,99	0,34
<i>S. sphacelata</i> cv. Congo 2	2,91	1,83	---	---	2,69	1,02	3,11	1,56	1,06	0,31
<i>T. australe</i>	8,17	5,29	7,11	4,29	---	---	---	---	---	---

¹ Médias de três cortes a intervalos de 8 semanas ² Total de um corte com 12 semanas de rebrota.

Fonte: Costa (1989, 1990); Costa et al. (1988a,b; 1996); Gonçalves et al. (1986a,b,c; 1987).



Tabela 7. Rendimento de massa seca (t/ha) de leguminosas forrageiras, durante os períodos chuvoso e seco, em diferentes localidades de Rondônia.

8° 45' 9° 54' 10° 42' 12° 44' 11° 10'

Leguminosas	Porto Velho		Ariquemes		Ouro Preto		P. Médici		Vilhena	
	C ¹	S ²								
<i>A. histrix</i> CIAT-9666	1,82	0,12	1,67	0,24	---	---	---	---	---	---
<i>A. pintoi</i> cv. Amarillo	4,88	2,76	---	---	---	---	4,90	3,01	---	---
<i>C. rotundifolia</i> CIAT-7792	6,95	3,00	2,14	0,66	---	---	---	---	---	---
<i>C. mucunoides</i>	3,12	0,55	0,92	0,24	1,36	0,31	1,87	0,21	1,77	0,15
<i>C. cajan</i>	4,12	1,39	---	---	---	---	6,87	2,10	3,88	1,76
<i>C. acutifolium</i> CIAT-5112	4,51	1,78	2,36	0,80	3,48	2,10	3,37	1,99	1,76	0,67
<i>C. acutifolium</i> CIAT-5277	5,23	2,11	3,55	1,45	4,12	2,08	3,99	1,73	2,11	1,06
<i>C. brasilianum</i> CIAT-5234	2,90	2,10	3,29	1,12	3,91	1,86	3,28	1,13	1,35	0,66
<i>C. brasilianum</i> CIAT-5247	1,21	1,14	2,76	1,35	---	---	---	---	1,20	0,43
<i>C. macrocarpum</i> CIAT-5065	3,52	3,10	3,81	2,10	3,80	2,10	3,64	2,00	1,49	0,22
<i>C. macrocarpum</i> CIAT-5062	4,15	2,38	3,91	1,88	4,01	1,99	2,98	1,11	1,54	0,71
<i>C. pubescens</i> CIAT-438	3,10	1,76	1,13	0,64	3,47	1,09	1,86	0,24	0,94	0,17
<i>C. pubescens</i> CIAT-5189	3,56	1,85	2,01	0,98	2,89	0,92	2,86	1,12	1,07	0,14
<i>D. gyroides</i> CIAT-3001	2,18	1,06	---	---	4,87	1,87	---	---	---	---
<i>D. ovalifolium</i> CIAT-350	5,36	4,79	1,75	1,47	4,20	1,66	2,77	1,88	2,10	1,36
<i>L. leucocephala</i>	4,10	1,83	2,89	1,08	4,91	0,51	4,39	2,02	3,98	1,68
<i>P. phaseoloides</i>	4,98	1,54	2,74	1,57	3,77	1,38	2,85	1,10	1,73	0,36
<i>S. capitata</i> CIAT-1019	2,58	2,08	---	---	---	---	---	---	3,86	1,18
<i>S. capitata</i> CIAT-1315	4,25	1,35	---	---	---	---	---	---	4,11	1,51
<i>S. capitata</i> cv. Capica	5,28	3,46	3,78	2,23	2,08	0,78	2,42	0,99	4,37	1,79
<i>S. guianensis</i> CIAT-1283	4,74	2,52	3,21	1,96	2,68	1,88	3,62	1,38	5,14	2,98
<i>S. guianensis</i> cv. Mineirão	6,12	3,89	4,98	2,99	---	---	---	---	5,76	3,11

Médias de três cortes a intervalos de 12 semanas ² Total de um corte com 12 semanas de rebrota.

Fontes: Costa et al. (1989b; 1988a; 1990); Gonçalves et al. (1986a,c).

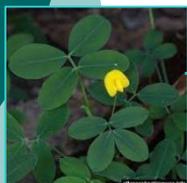


Tabela 8. Rendimento de matéria seca (MS), vigor de rebrota (VR), remoção de meristemas apicais (RMA), taxa de expansão foliar (TEF), taxa absoluta de crescimento (TAC), taxa relativa de crescimento (TRC) e índice de área foliar (IAF) de genótipos de *B. brizantha*, em função da idade das plantas.

Genótipos	Idades dias	MS kg/ha	VR kg/ha/21 dias	RMA %	TEF mm/dia	TAC g/m ² /dia	TRC mg/g/dia	IAF
Marandu	14	506	510	0,0	17,13	3,61	---	0,53
	21	848	638	8,0	15,38	4,88	74,1	0,89
	28	1491	2759	17,0	11,10	9,19	81,0	1,57
	35	1913	2740	22,3	7,11	6,03	36,1	2,01
	42	2220	1061	34,7	7,98	4,39	21,3	2,33
BRA-003395	14	620	1007	0,0	15,58	4,43	---	0,52
	21	1027	1210	0,0	16,51	5,81	72,1	0,79
	28	1565	1584	11,5	9,39	7,68	60,2	1,32
	35	2014	1390	16,2	9,78	6,41	37,1	1,70
	42	2345	879	21,1	7,47	4,73	22,1	1,98
BRA-004308	14	881	1194	0,0	25,24	6,29	---	0,61
	21	1436	1330	5,2	23,50	7,93	70,0	1,41
	28	2129	3720	14,5	18,51	9,90	56,3	2,30
	35	2949	3360	25,3	11,24	11,72	46,6	2,86
	42	3521	2385	31,8	13,11	8,18	25,3	3,07

Fonte: Costa et al. (2003b).

Tabela 9. Rendimento de massa seca (t/ha) de gramíneas e leguminosas forrageiras, durante os períodos chuvoso e seco, em diferentes idades de cortes.

Espécies	Período Chuvoso				Período Seco			
	Semanas				Semanas			
	3	6	9	12	3	6	9	12
Gramíneas								
<i>A. gayanus</i> cv. Planaltina	2,03	3,14	6,67	8,42	1,04	1,47	2,32	3,05
<i>B. humidicola</i>	1,00	2,72	3,63	5,63	1,10	1,25	1,15	2,17
<i>B. decumbens</i>	0,61	2,14	4,34	5,35	0,74	0,99	1,63	1,56
<i>B. ruziziensis</i>	0,78	3,00	4,60	5,06	0,61	1,00	1,69	1,73
<i>P. maximum</i> cv. Tobiata	1,00	3,88	4,85	8,95	0,45	1,01	1,10	3,67
<i>P. maximum</i> cv. Centenário	0,98	1,64	2,24	4,55	0,10	0,12	0,24	0,65
<i>P. guenoarum</i> FCAP-43	0,90	2,54	2,86	4,35	0,50	0,82	1,29	2,63
<i>P. coryphaeum</i> FCAP-8	0,92	2,05	2,83	4,35	0,53	0,57	0,64	1,00
<i>P. secans</i> FCAP-12	0,62	1,27	1,65	2,76	0,40	0,50	1,52	1,58
<i>S. sphacelata</i> cv. Nandi	1,32	2,54	4,26	5,59	0,74	1,10	1,32	1,84
<i>S. sphacelata</i> cv. Kazungula	1,09	2,98	4,12	5,06	0,47	0,85	0,90	1,73
Leguminosas								
<i>C. rotundifolia</i> CIAT-7792	2,49	3,77	4,76	6,95	1,52	1,99	3,92	3,00
<i>C. acutifolium</i> CIAT-5112	1,56	2,32	3,09	4,51	1,26	2,23	2,87	1,78
<i>C. brasilianum</i> CIAT-5247	1,86	2,04	1,75	2,90	0,55	1,14	1,96	1,76
<i>C. macrocarpum</i> CIAT-5062	1,93	2,87	3,04	3,52	1,59	2,68	2,65	2,38
<i>C. mucunoides</i>	0,13	0,39	0,59	1,36	0,36	0,43	0,50	0,31
<i>D. ovalifolium</i> CIAT-350	2,22	2,20	4,60	5,36	2,98	3,30	3,72	4,79
<i>L. leucocephala</i>	0,46	1,46	2,76	4,91	0,34	0,36	0,51	0,43
<i>P. phaseoloides</i> CIAT-9900	2,10	2,35	3,78	4,98	0,60	1,76	3,78	1,54
<i>S. capitata</i> CIAT-1693	1,69	2,04	2,66	4,99	1,08	1,88	2,14	2,93
<i>S. guianensis</i> CIAT-1283	2,25	2,71	4,14	4,74	1,84	2,14	3,50	3,88

Fontes: Gonçalves et al. (1986a,b,c; 1987); Costa (1989, 1990); Costa et al. (1989a, 1996).



VALOR NUTRITIVO DA MASSA DE FORRAGEM



Valor Nutritivo da forragem refere-se à concentração e digestibilidade de nutrientes e à natureza dos produtos finais da digestão.

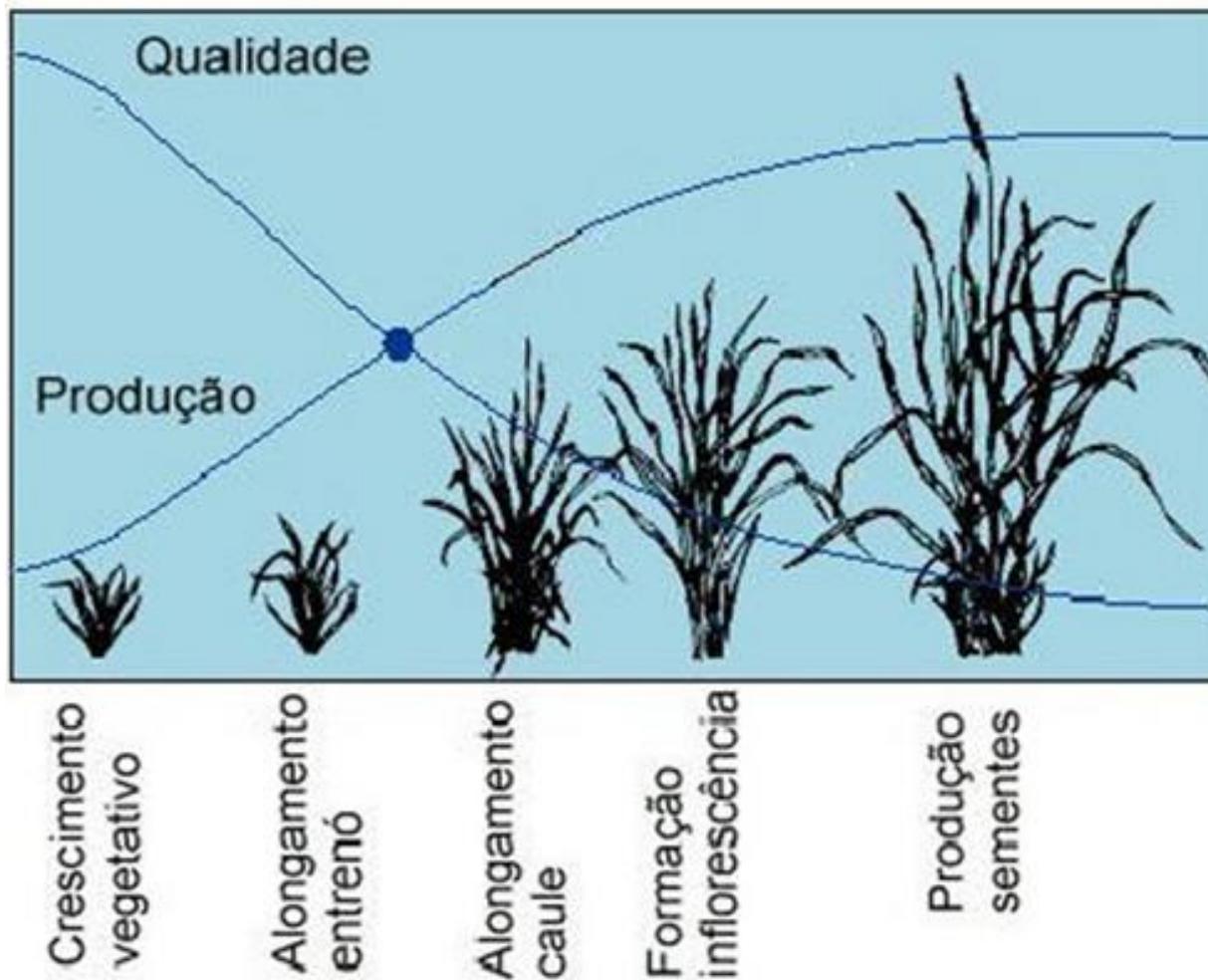


Figura 12 – Relação entre a qualidade e a produção em forrageiras tropicais (Hodgson, 1990).

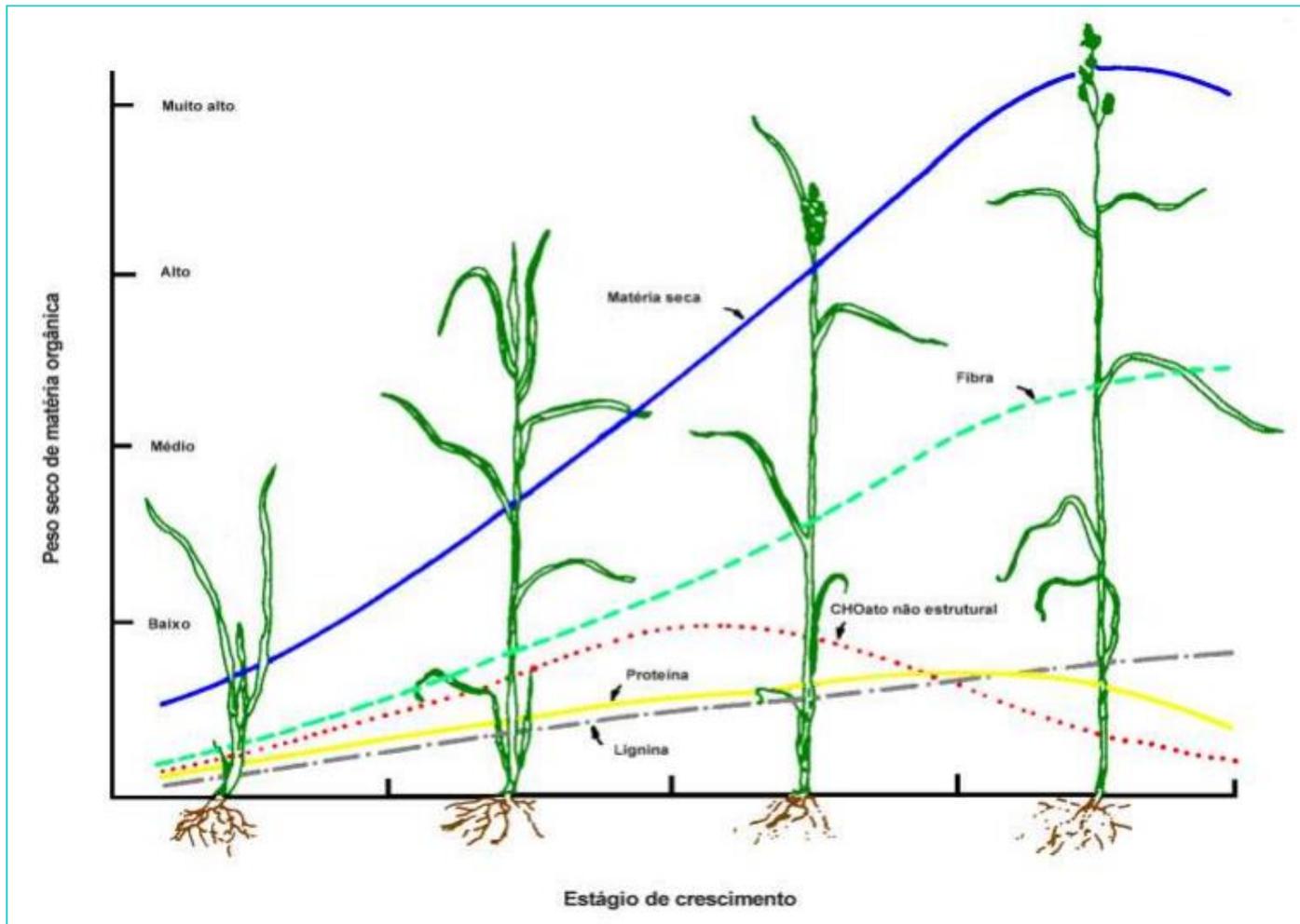


Figura 13. Composição química da planta forrageira nos estádios de crescimento

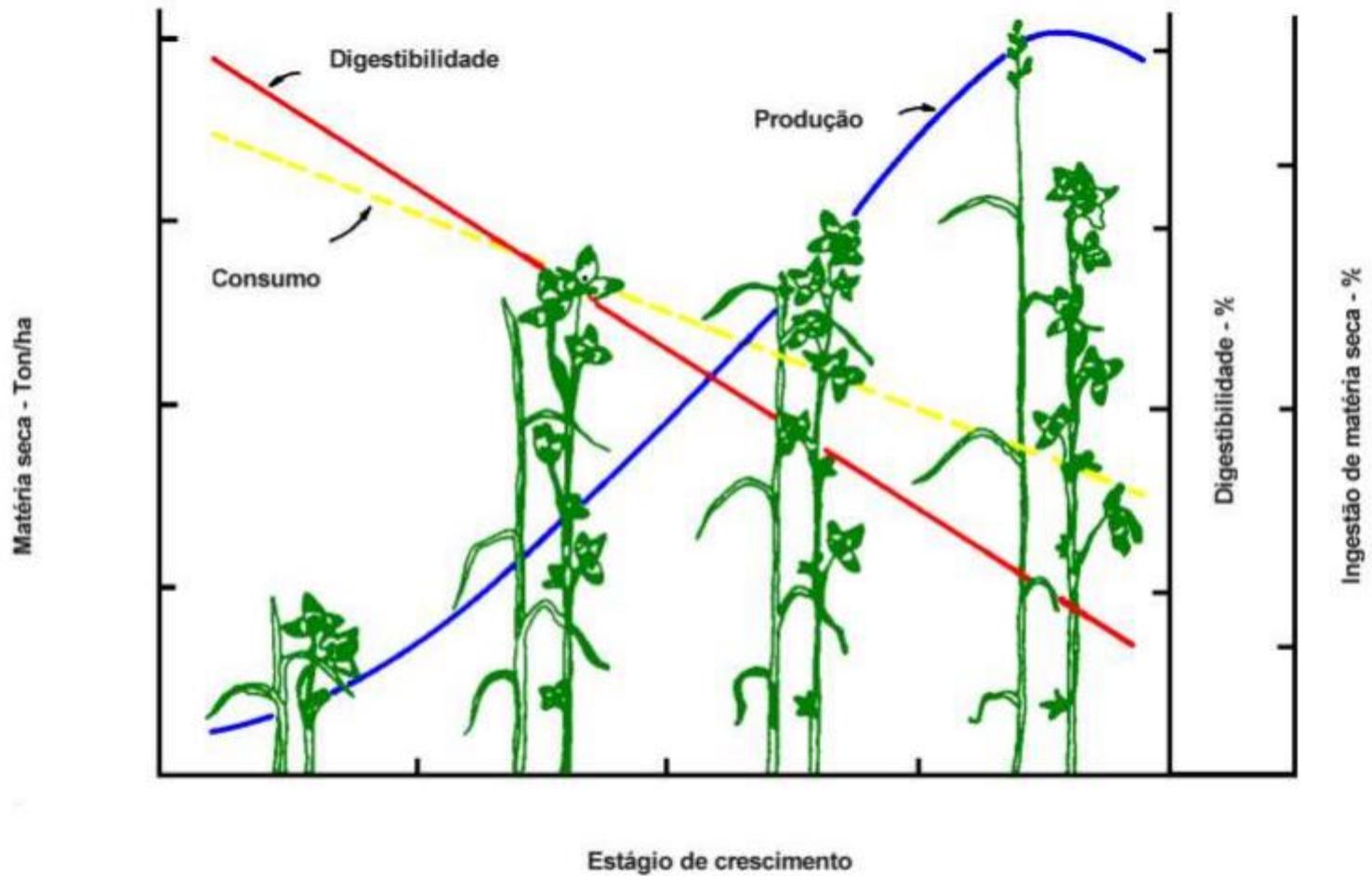


Figura 14. Produção de massa de forragem, digestibilidade e consumo.

Tabela 10. Variação média da digestibilidade da matéria seca para cada aumento de 1 °C na temperatura média.

Parte	Clima Tropical		Clima Temperado	
	Gramínea	Leguminosa	Gramínea	Leguminosa
ÁPICE	-0,60	-0,28	-0,56	-0,21
FOLHA	-0,57	+0,19	-0,64	-0,09
HASTE	-0,86	-0,27	-0,76	-0,22

Tabela 11. Porcentagem de indigestibilidade da parece celular.

T°C	Gramíneas			
	Clima Tropical		Clima Temperado	
Diurna/Noturna	ÁPICE	RESTANTE	ÁPICE	RESTANTE
18/10°C	30,4	28,1	27,7	22,6
25/17°C	33,2	36,6	31,9	25,7
32/24°C	39,1	40,1	37,4	31,1

Tabela 12. Médias dos conteúdos de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) de *Brachiaria decumbens*, *B. brizantha* cv. Marandu, e cultivares de *Panicum maximum* (Colonião, Tobiata, Tanzânia e Mombaça), em amostras simulando o pastejo animal, nos períodos das águas e da seca.

Forrageiras	PB (%)		DIVMO (%)	
	Águas	Seca	Águas	Seca
Colonião*	12,4	10,3	59,6	52,0
Tobiata*	10,8	8,4	55,9	49,3
Tanzânia*	10,6	8,0	57,7	53,3
<i>B. decumbens</i> *	7,7	5,6	58,7	51,9
Marandu*	8,1	5,8	58,8	52,1
Marandu**	10,1	9,9	61,9	58,5
Mombaça**	10,5	11,5	54,1	55,3

* Pastejo contínuo (Euclides et al., 1996). ** Pastejo rotacionado (Thiago et al., 2000).

Tabela 13. Rendimento de matéria seca (MS), relação folha/colmo (F/C), teores de proteína bruta (PB) e coeficientes de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) de espécies de Brachiaria.

Espécie	MS (t/ha)	Relação (F/C)	PB (%)		DIVMS (%)	
			Folha	Colmo	Folha	Colmo
<i>B. brizantha</i> CIAT-26112	4,14	2,0	14,6	8,4	69,7	64,9
<i>B. brizantha</i> CIAT-16449	3,63	1,1	15,2	8,4	69,8	63,8
<i>B. brizantha</i> CIAT-16306	4,06	1,4	12,7	5,3	64,4	63,3
<i>B. humidicola</i> CIAT-16880	3,40	1,8	15,3	11,8	74,8	71,6
<i>B. humidicola</i> CIAT-16884	4,56	1,1	12,7	8,0	69,2	59,5
<i>B. humidicola</i> CIAT-16866	3,14	1,1	14,9	11,3	72,0	66,5
<i>B. decumbens</i> CIAT-16500	4,49	1,0	12,2	3,8	62,9	55,2
<i>B. dictyoneura</i> CIAT-6133	3,49	1,7	13,5	8,8	67,7	64,9

Fonte: Vallejos et al. (1989).

Tabela 14. Teores de proteína bruta (PB), fósforo, cálcio e coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de leguminosas forrageiras. Porto Velho, Rondônia.

Leguminosas	PB	Fósforo	Cálcio	DIVMS
	%	g/kg	%	%
<i>Centrosema acutifolium</i> CIAT-5112	17,6	1,7	5,3	58,2
<i>C. macrocarpum</i> CIAT-5065	19,1	1,5	6,2	56,7
<i>C. pubescens</i> CIAT-5189	18,8	1,7	6,0	54,5
<i>Desmodium ovalifolium</i> CIAT-350	14,5	1,7	6,1	50,7
<i>D. ovalifolium</i> CIAT-3784	15,8	1,9	5,5	48,2
<i>Pueraria phaseoloides</i> CIAT-9900	16,2	2,0	5,4	54,0
<i>Stylosanthes capitata</i> CIAT-10280	17,0	2,3	6,5	57,6
<i>S. capitata</i> CIAT-1315	17,8	1,8	5,9	59,1
<i>S. capitata</i> CIAT-1693	16,3	2,5	6,8	55,8
<i>S. guianensis</i> CIAT-1283	17,9	1,9	7,3	60,3
<i>S. guianensis</i> CIAT-191	18,2	2,1	7,0	57,7
<i>Zornia latifolia</i> CIAT-728	16,0	2,4	5,7	58,4

Fonte: Costa et al. (1995).

Tabela 15. Coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e teores de proteína bruta (PB) de folhas de gramíneas forrageiras, Quilichao, Colômbia.

Gramíneas	DIVMS	PB	Taxa de redução semanal (%)	
	(%)		DIVMS	PB
<i>B. decumbens</i> CIAT-606	58,2	14,1	- 0,5	- 0,8
<i>B. decumbens</i> CIAT 6131	60,4	14,6	- 1,0	- 0,8
<i>B. ruziensis</i> CIAT-655	60,2	13,6	- 0,4	- 0,9
<i>B. brizantha</i> CIAT-665	60,8	13,5	- 1,4	- 0,8
<i>B. humidicola</i> CIAT-6013	61,6	11,9	- 0,9	- 0,7
<i>A. gayanus</i> CIAT-621	52,0	11,8	- 1,5	- 0,9
<i>P. maximum</i> CIAT-604	48,2	13,4	- 2,0	- 1,2
<i>P. plicatulum</i> CIAT-600	41,0	12,0	- 2,2	- 0,6
<i>H. rufa</i> CIAT-601	47,4	10,6	- 0,7	- 0,8

¹ Médias de cortes a cada 3, 6, 9, 12 e 15 semanas durante o período chuvoso.

Fonte: Abaunza et al. (1991).

Tabela 16. Teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose, lignina e sílica, coeficientes de digestibilidade in vitro da MS e da PB e consumo de forragem de *P. atratum* cv. Pojuca, em função da idade das plantas.

Componentes	Idade das plantas (dias)			
	21	28	35	42
Proteína bruta (%)	10,36	9,26	8,22	7,11
FDN (%)	68,11	69,93	70,76	71,69
FDA (%)	38,79	39,59	40,55	41,13
Celulose (%)	26,63	27,74	28,27	28,47
Hemicelulose (%)	29,32	30,34	30,22	30,57
Lignina (%)	5,07	5,85	6,39	6,58
Sílica (%)	4,08	5,24	6,20	6,31
DIVMS (%)	61,89	59,89	53,83	52,25
DIVPB (%)	54,71	52,77	51,66	49,64
Consumo				
kg de MS/dia	5,47	5,29	4,63	4,52
g de MS/kg ^{0,75} /dia	89,20	85,88	75,29	73,54

Fonte: Fernandes et al. (2003).

Tabela 17. Teores de fibra em detergente neutro (FDN%), fibra em detergente ácido (FDA%) e lignina (LIG%) (%MS) em lâminas foliares, conforme espécie, idade, estação do ano e nível de inserção.

Componente químico	Espécie ¹			Idade (dias)		Estação de ² crescimento		Nível de ³ inserção	
	BRA	GOR	TIF	0	20	VER	OUT	INF	SUP
FDN%	-	-	-	65,6 ^b	67,9 ^a	-	-	64,9 ^b	68,6 ^a
FDA	-	-	-	-	-	43,8 ^a	41,5 ^b	-	-
LIG	4,0 ^a	3,1 ^b	3,2 ^b	-	-	-	-	3,1 ^b	3,5 ^a

¹ BRA – capim-braquiária, GOR – capim-gordura, TIF – capim-tifton 85.

² VER- verão, OUT- outono.

³ INF- inferior, SUP- superior.

Médias seguidas de letras diferentes, em cada componente químico, entre espécies, idades, estações de crescimento ou níveis de inserção, são diferentes (P<0,05) pelo teste de Tukey.

Tabela 18. Produção de massa seca e teores de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais da planta inteira, lâminas foliares e hastes (colmos) de capim-elefante cv. Cameroon.

DIAS	PMS (kg/ha)			%PB			%NDT			%F
	PI	F	H	PI	F	H	PI	F	H	
42	962	962	-	21	21	-	62	61	-	100
63	3051	2893	159	12	12	11	62	62	58	95
84	9074	6076	2997	9	10	5	51	53	49	67
105	8715	4657	4057	5	8	2	48	50	45	53
126	17329	9301	8028	7	10	3	42	48	35	54
147	25301	11918	13385	4	5	3	34	38	32	47
168	23858	11460	12397	5	7	2	34	42	27	48
189	24386	9403	14984	4	6	2	33	45	27	38
210	30308	11333	18975	4	6	2	28	35	25	37

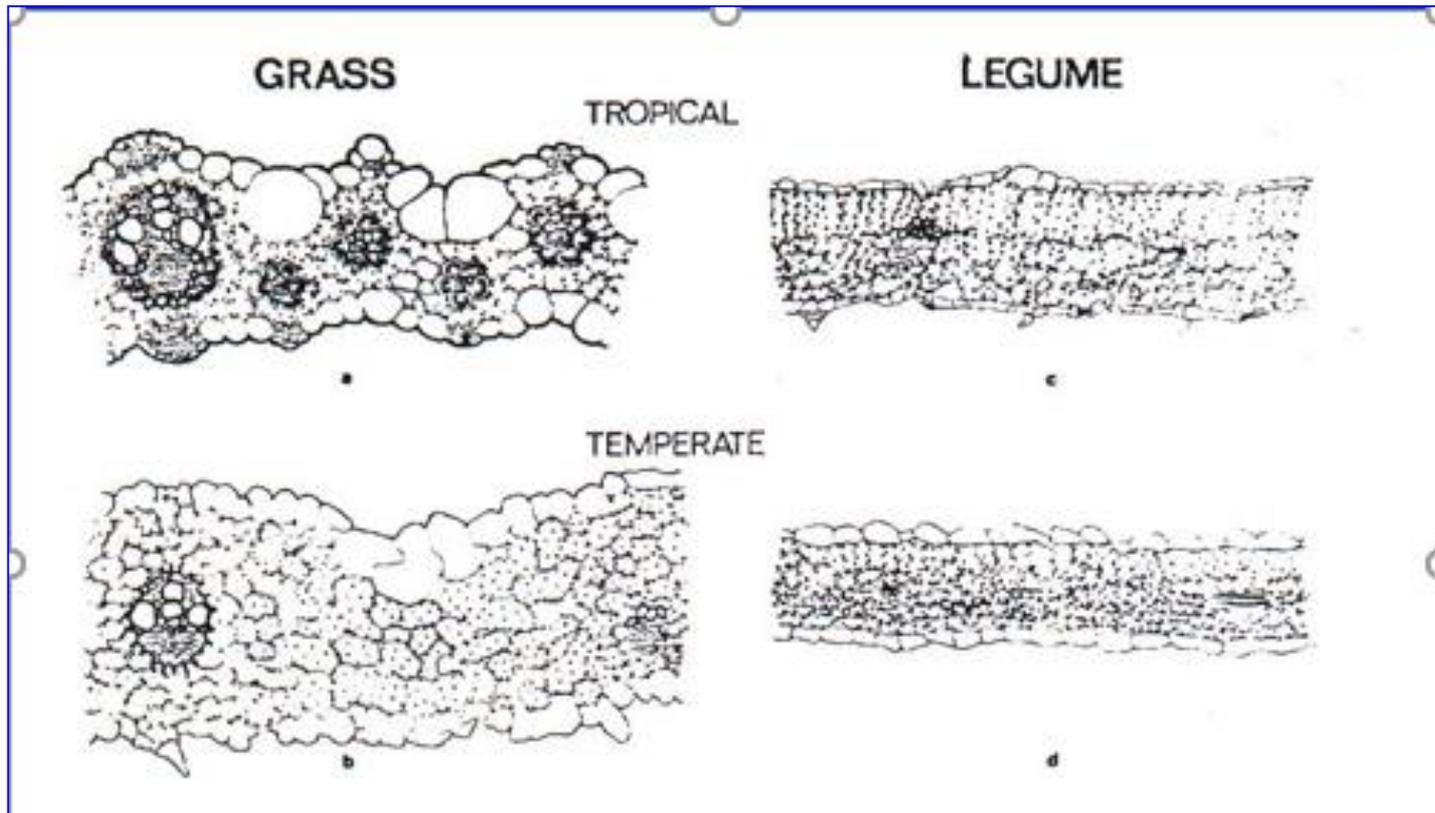


Figura 15. Vista transversal da seção de folhas de gramíneas e leguminosas tropicais e temperadas (a. *Cenchrus ciliaris*, b. *Phalaris aquática*, c. *Macroptilium atropurpureum*, d. *Trifolium repens* (Wilson & Minson, 1980)

Tabela 19. Digestão relativa dos tecidos de gramíneas forrageiras tropicais e temperadas

Taxa e extensão da digestão de tecidos ¹			
Fração/origem	Rápida e total	Lenta e parcial	Não digerido
Folha/ tropicais C ₄	MES e FLO	EPI e BPF	XIL e ESC
Folha/ temperadas C ₃	MES, FLO, EPI e BPF (depende da espécie)	ESC e BPF (depende da espécie)	XIL e BIF
Colmo/tropicais e temperadas	FLO e PAR (imaturo)	PAR (meia idade)	EPI e ESC (anel)

1- MES- mesofilo; FLO- floema; EPI- epiderme; BPF- bainha parenquimática dos feixes; ESC- esclerênquima; XIL- xilema; BIF- bainha interna dos feixes; PAR- parênquima.

Fonte: Adaptada de AKIN, 1989.

Tecido	Característica	Função	Localização
Meristema	Células pequenas, isodiamétricas. Mitose	Crescimento. Originar outros tecidos.	Gemas apicais e laterais. Ponto vegetativo subapical da raiz.
Parênquima	Células vivas, clorofiladas ou não.	Fotossíntese, preenchimento, armazenamento.	Por todo o corpo do vegetal.
Xilema	Células mortas, de parede lignificadas. Traqueídes e elementos de vaso.	Condução de seiva inorgânica e sustentação.	Constituinte interno dos feixes vasculares do caule.
Floema	Células vivas, anucleadas. Células companheiras.	Condução de seiva orgânica.	Constituinte externo dos feixes vasculares do caule.
Colênquima	Células vivas, de parede intensamente reforçada de celulose	Sustentação de órgãos jovens.	Região periférica de órgãos jovens, junto ao parênquima.
Esclerênquima	Células mortas, de parede intensamente lignificada. Fibras e escleritos.	Sustentação de órgãos idosos e reforço de feixes vasculares.	Acompanha feixes vasculares. Troncos. Polpa de frutos e cascas duras de sementes e frutos.

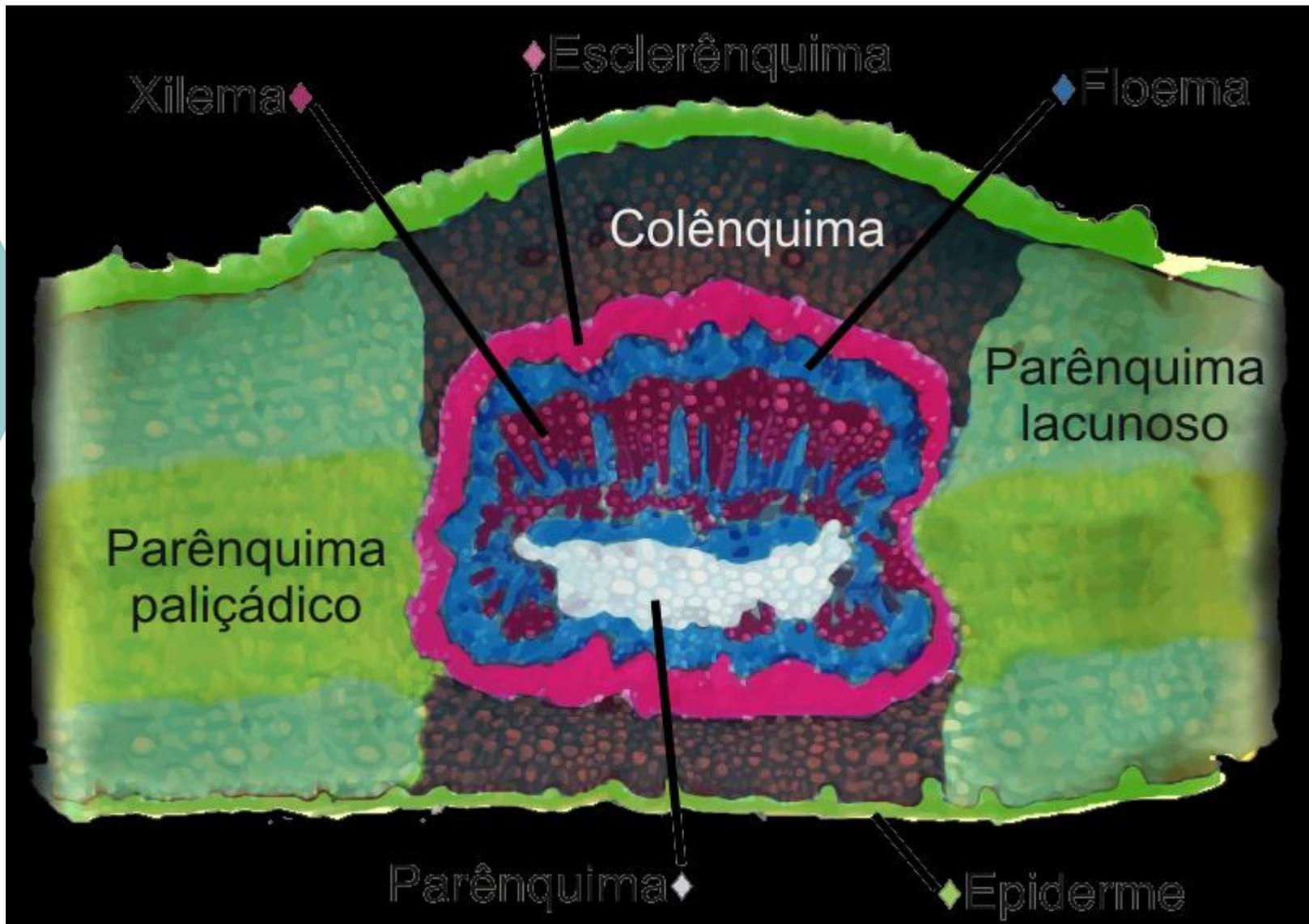


Figura 16. Tecidos vegetais em corte transversal da lâmina foliar.

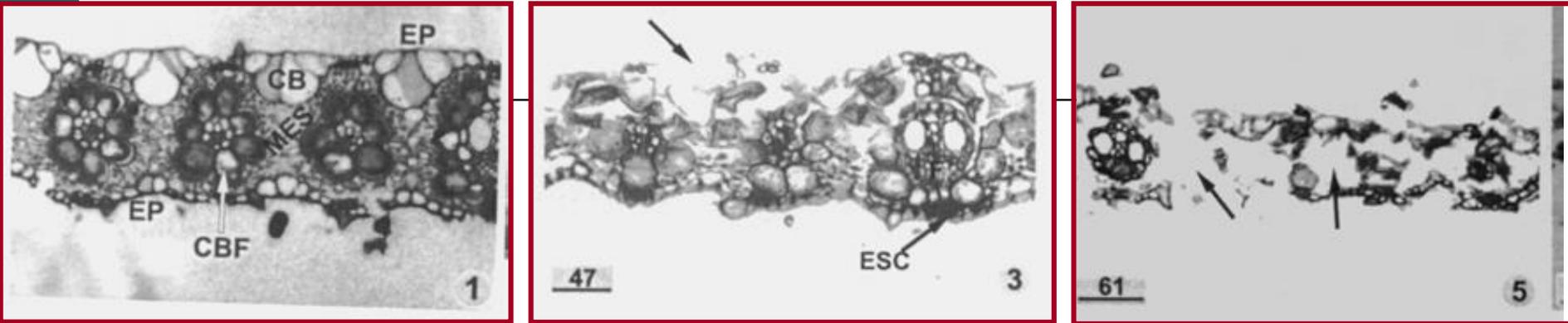


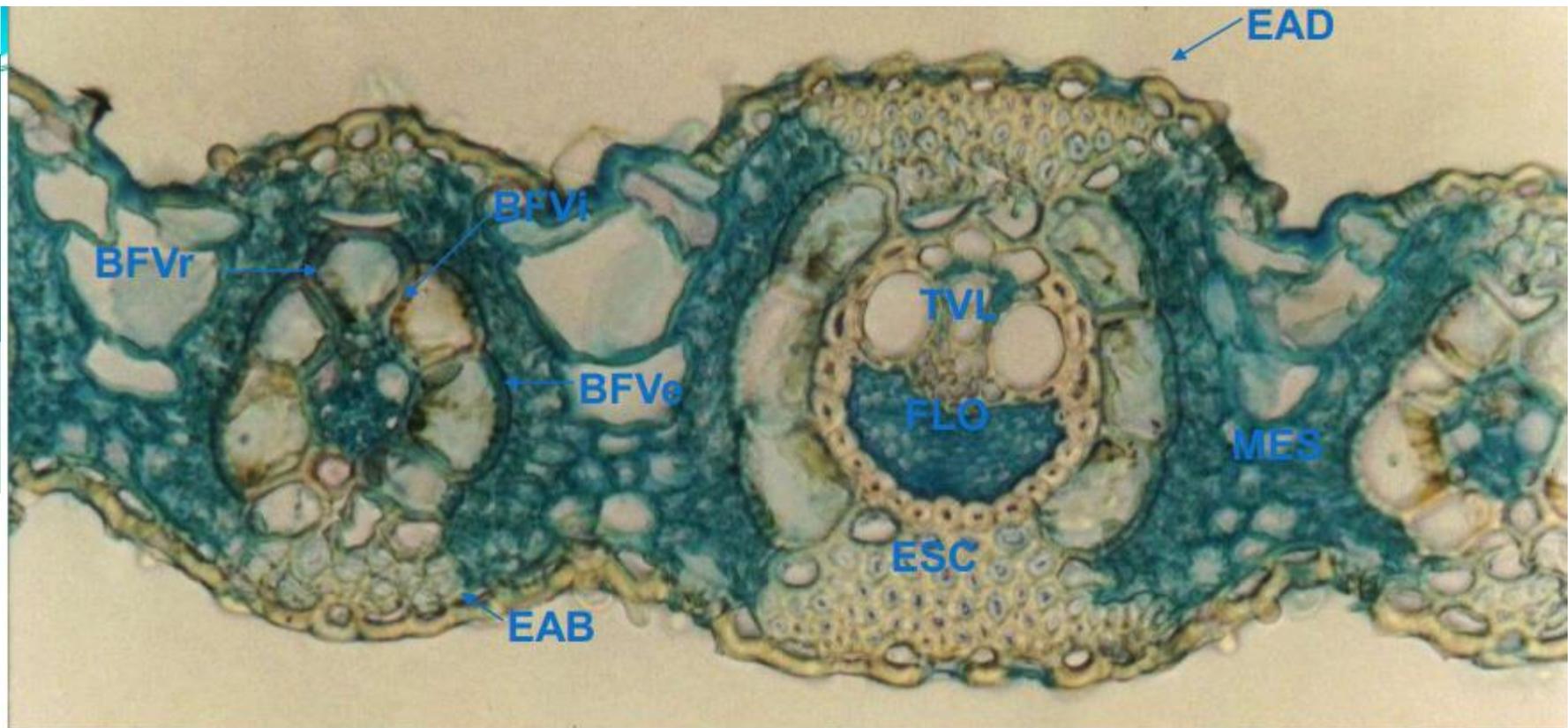
Figura 17. Seção transversal de lâmina de lâmina foliar de *Melinis minutiflora* antes e após a digestão *in vitro*.

1 – Tempo 0 de digestão; 3 – 48 horas após a digestão; 5 – 72 horas após a digestão..

Abreviações:

CB: células buliformes; EP: epiderme; CBF: célula da bainha do feixe; F: Floema; ESC: esclerênquima; MES: mesofilo. Seta: tecido digerido.

Escala em micrometros. Adaptado de BAUER (2000).



Seção transversal da lâmina foliar do feno de capim-braquiária e as indicações dos tecidos mensurados na avaliação anatômica. Mesofilo (MES); Tecido vascular lignificado (TVL); Floema (FLO); Esclerênquima (ESC); Epiderme adaxial (EAD); Epiderme abaxial (EAB); paredes externa, interna e radial das células da bainha do feixe vascular (BFVe, BFVi e BFVr).

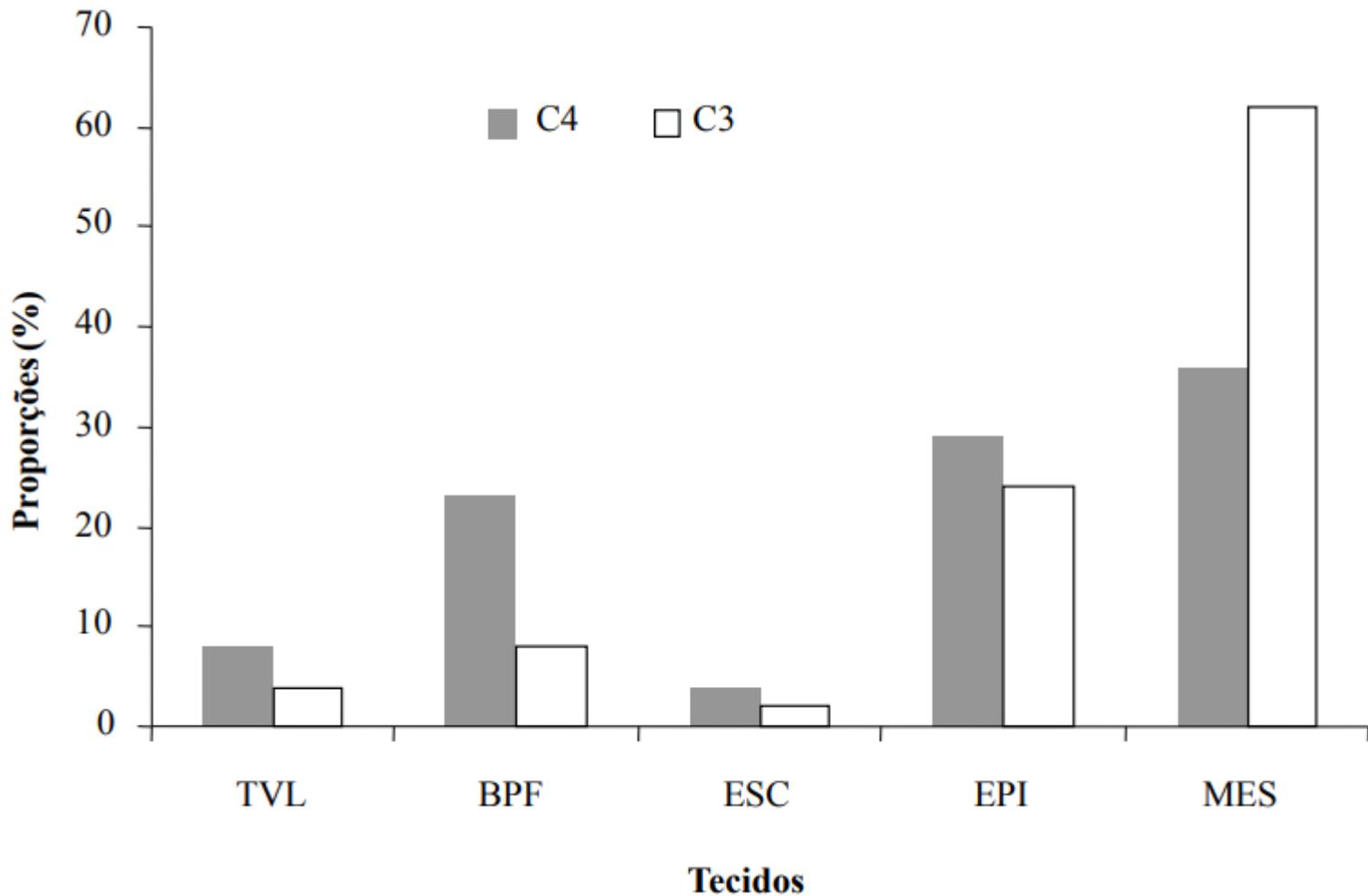


Figura 18 - Proporção de tecidos em lâminas foliares de **gramíneas de clima tropical C4 e temperado C3**. TVL- tecido vascular lignificado; BPF- bainha parenquimática dos feixes; ESC- esclerênquima; EPI- epiderme; MES- mesofilo (adaptado de WILSON, 1997).

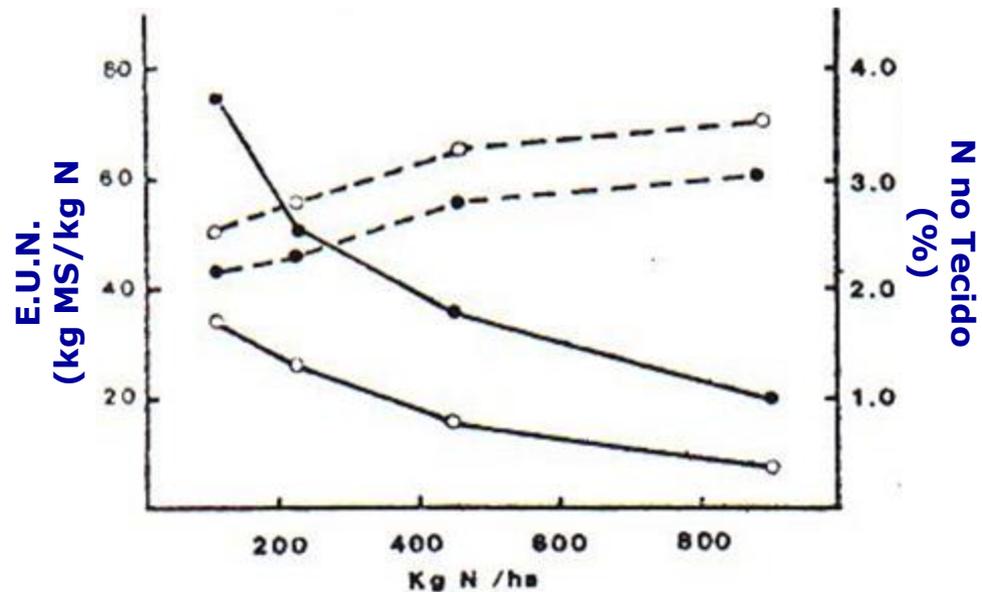


Figura 19. Efeito da fertilização nitrogenada na eficiência de uso de N (___) e teor de N no tecido (----) de plantas C₃ (o) e C₄ (•).
 Fonte: Adaptado de Wilson e Minson (1980).

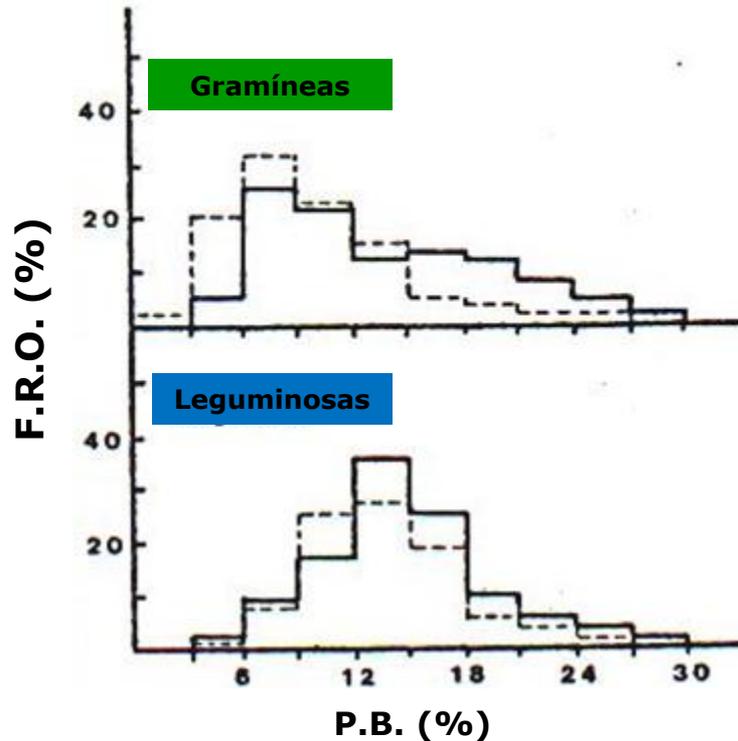


Figura 20. Distribuição relativa dos teores de proteína bruta (%PB) em gramíneas e leguminosas tropical (----) e temperada (___).
 Fonte: Adaptado de Wilson e Minson (1980).

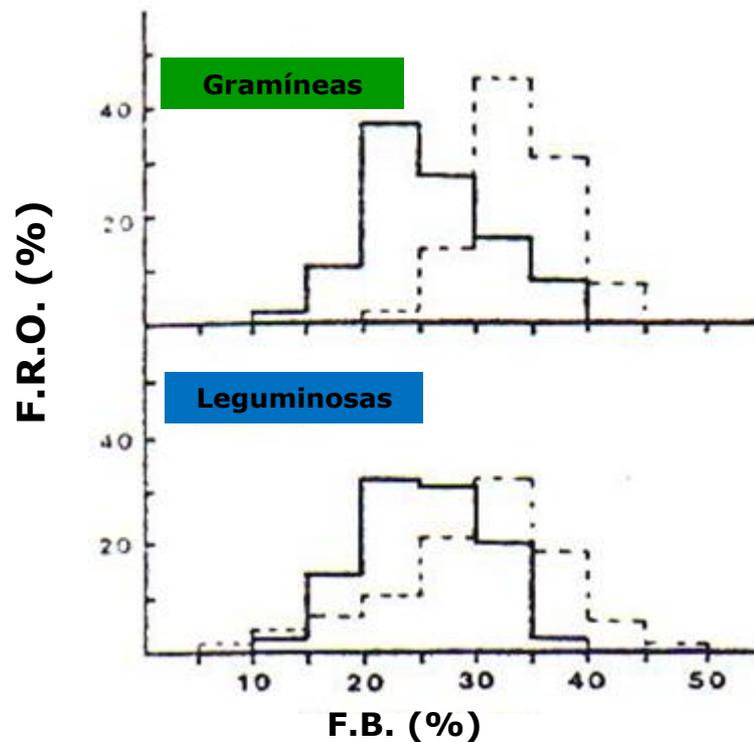


Figura 21. Distribuição relativa dos teores de fibra bruta (%FB) em gramíneas e leguminosas tropical (-----) e temperada (____).
 Fonte: Adaptado de Wilson e Minson (1980).

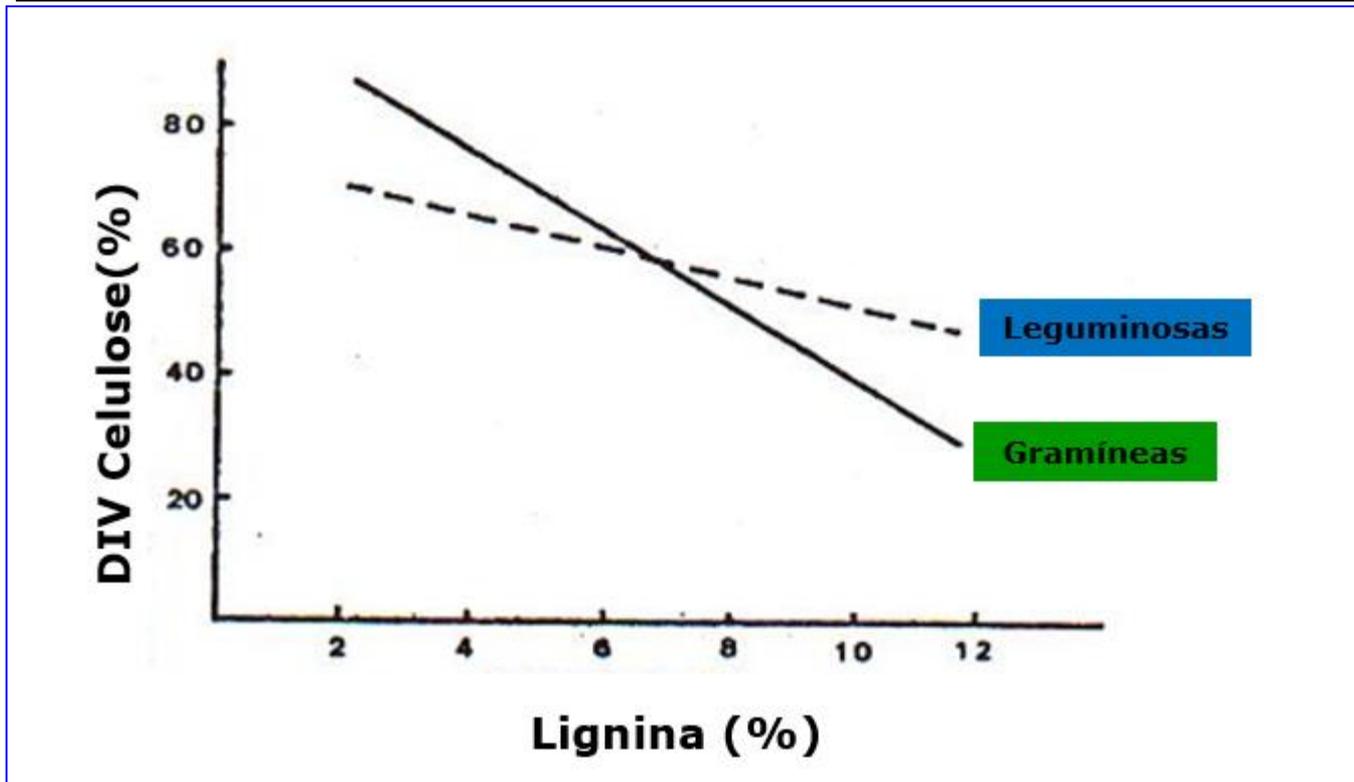


Figura 22. Relação entre teores de lignina e a digestibilidade *in vitro* da celulose de gramíneas e leguminosas forrageiras.
Fonte: Adaptado de Wilson e Minson (1980).

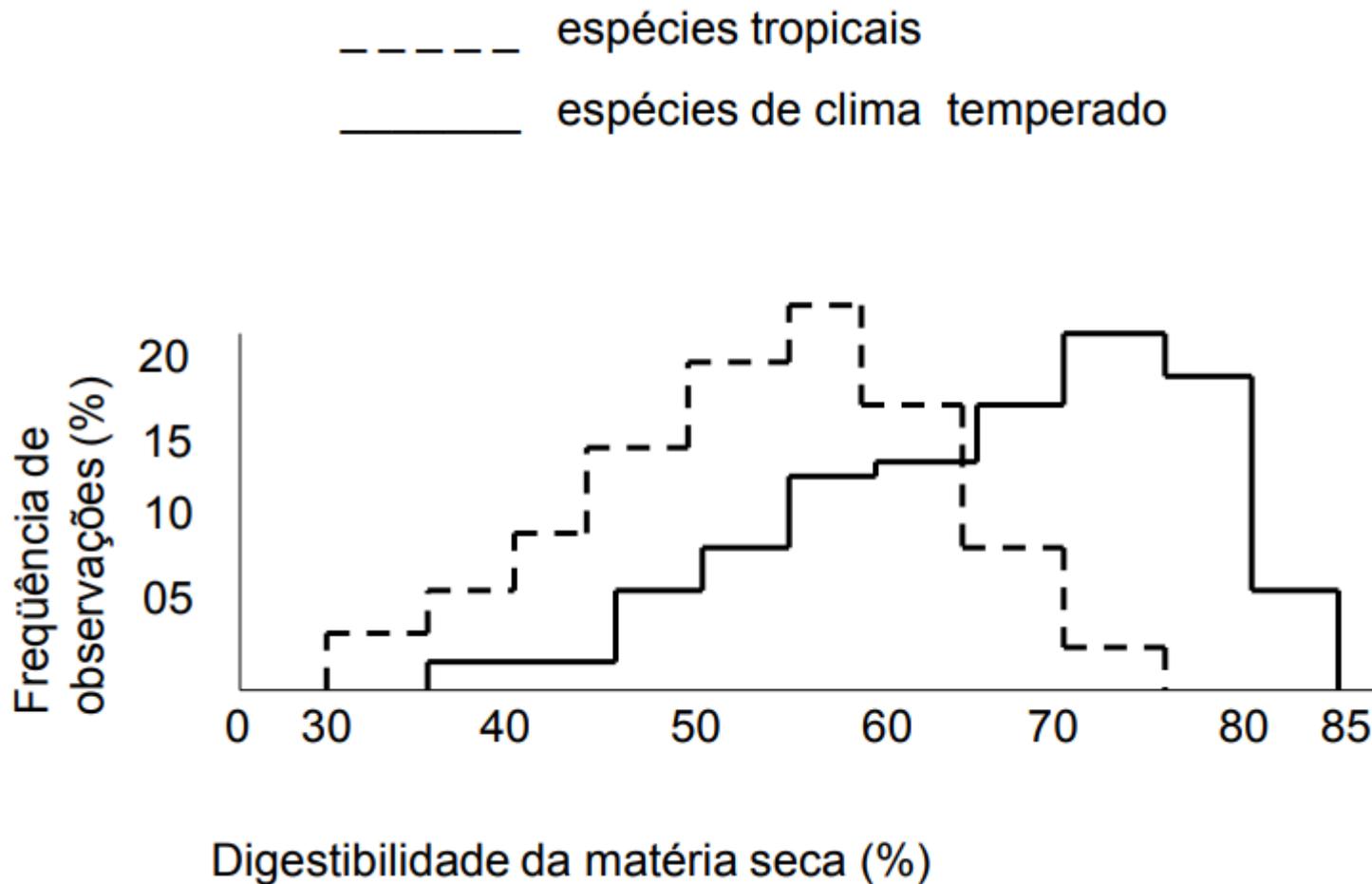


Figura 23. Distribuição relativa da DIVMS de gramíneas e leguminosas forrageiras de clima tropical (-----) e temperado (_____).
 Fonte: Van Soest (1994)

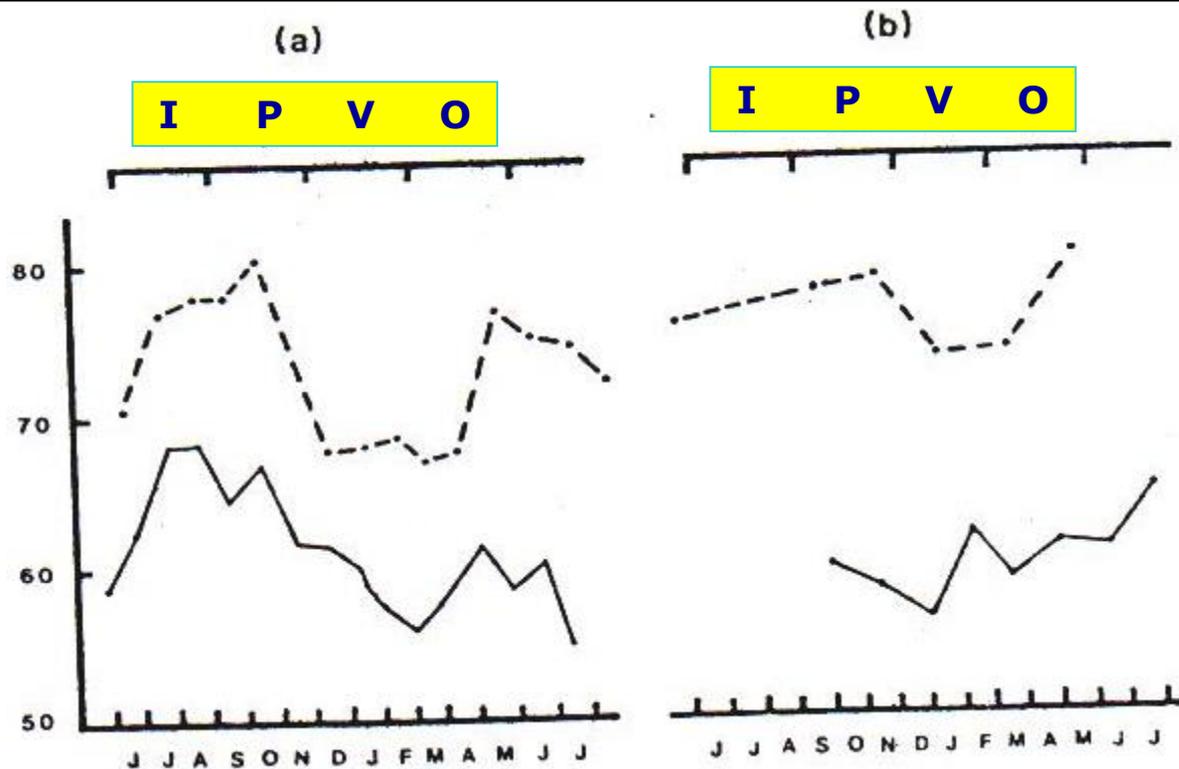


Figura 24. Mudança estacional na digestibilidade em (a) pasto de *Lolium perenne* (--NZ) e *Setaria sphacelata* (__AUS) e (b) *Trifolium repens* (--AUS) e *Macroptilium atropurpureum* (__AUS).

Fonte: Adaptado de Wilson (1981).

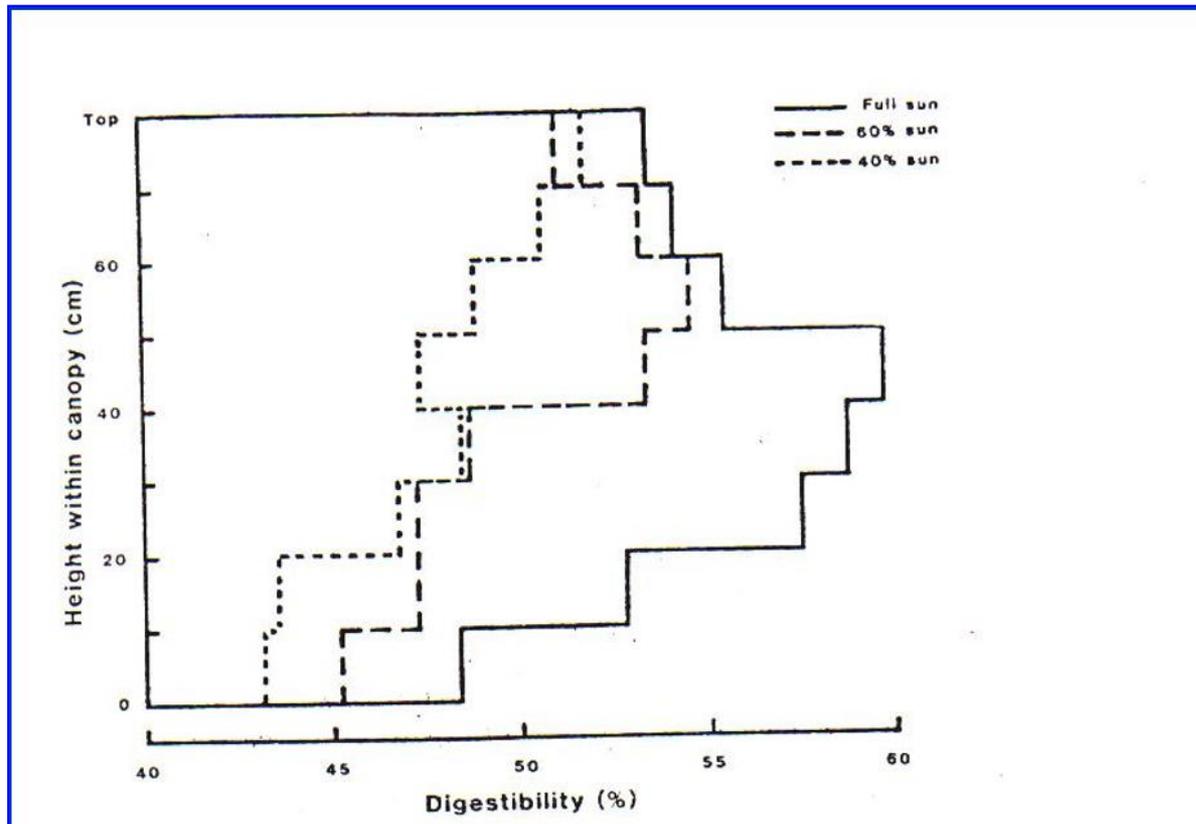


Figura 25. Efeito do nível de luz durante o crescimento na digestibilidade da matéria seca no dossel de capim-green panic dividido em estratos de 10 cm.

Tabela 20. Influência de fatores ambientais na produção e valor nutritivo da matéria seca.

	T °C	Luz	N	H₂O	Colheita
Produção	+	+	+	+	-
Parede celular	+	-	+/-	+	-
CHOs	-	+	-	-	+
Lignina	+	-	+	+	-
Digestibilidade	-	+	+/-	-	+

Van Soest (1994)

ASPECTO PRÁTICO:

- QUANDO OCORRE AUMENTO DE 1% NO CDMS:

- Aumento no consumo em 75 g/UA/dia
- Aumento em 100 kg de leite/lactação

- QUANDO OCORRE DIMINUIÇÃO DE 1% NO CDMS:

- Há a necessidade de 0,5 kg de concentrado/UA