



Archivos de Zootecnia

ISSN: 0004-0592

pa1gocag@lucano.uco.es

Universidad de Córdoba

España

Pariz, C.M.; Andreotti, M.; Bergamaschine, A.F.; Buzetti, S.; Costa, N.R.; Cavallini, M.C.  
Produção, composição bromatológica e índice de clorofila de braquiárias após o consórcio com milho  
Archivos de Zootecnia, vol. 60, núm. 232, diciembre, 2011, pp. 1041-1052  
Universidad de Córdoba  
Córdoba, España

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49521125020>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

# PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E ÍNDICE DE CLOROFILA DE BRAQUIÁRIAS APÓS O CONSÓRCIO COM MILHO<sup>#</sup>

## PRODUCTION, CHEMICAL COMPOSITION AND CHLOROPHYLL INDEX OF *BRACHIARIA* SPP. AFTER THE INTERCROP WITH CORN

Pariz, C.M.<sup>1\*</sup>, Andreotti, M.<sup>2A</sup>, Bergamaschine, A.F.<sup>3</sup>, Buzetti, S.<sup>2B</sup>, Costa, N.R.<sup>2C</sup> e Cavallini, M.C.<sup>2D</sup>

<sup>1</sup>FMVZ/Unesp-Botucatu. São Paulo. Brasil. \*cmpzoo@gmail.com

<sup>2</sup>Departamento de Fitossanidade. Engenharia Rural e Solos. FE/Unesp-Ilha Solteira. São Paulo. Brasil.

<sup>A</sup>dreotti@agr.feis.unesp.br; <sup>B</sup>sbuzetti@agr.feis.unesp.br; <sup>C</sup>nidiomagrela@hotmail.com; <sup>D</sup>cecicavallini@gmail.com

<sup>3</sup>Departamento de Biologia e Zootecnia. FE/Unesp-Ilha Solteira. São Paulo. Brasil. berga@bio.feis.unesp.br

### PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Fibra em detergente neutro. Fibra em detergente ácido. Integração lavoura-pecuária. Nitrogênio. Nutrientes digestíveis totais. Proteína bruta.

### ADDITIONAL KEYWORDS

Crop-livestock integration. Crude protein. Neutral detergent fiber. Acid detergent fiber. Nitrogen. Total digestible nutrients.

### RESUMO

Avaliou-se o efeito da adubação com 0, 50, 100 e 200 kg/ha de N aplicadas em cada um dos 4 intervalos de crescimento no inverno/primavera sobre a produtividade de matéria seca em 30 dias (PMS), o índice de clorofila foliar (ICF) e os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina, bem como, as equações de correlação do ICF com a PMS e o teor de PB nos capins marandu e ruziensiis após o consórcio com milho em um Latossolo Vermelho Distroférrico sob irrigação. As maiores PMS ocorreram com o aumento do fotoperíodo, no entanto, houveram respostas diferenciadas deste atributo ao longo dos cortes, entre e dentre os capins quanto à adubação nitrogenada. Em sistema de integração lavoura-pecuária irrigado sob condições de cerrado é tecnicamente viável o estabelecimento dos capins marandu e ruziensiis pelo consórcio com o milho no momento da semeadura ou por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura. Na ausência de adubação N foi produzida quantidade satisfatória de forragem, com PMS média de 1733 kg/ha, na época de maior escassez de volumoso para os animais (inverno/primavera). No entanto, a

adubação N, após a colheita do milho elevou a PMS e melhorou a composição bromatológica dos capins, com aumento do ICF e dos teores de PB e NDT, e reduziu os teores de FDN e FDA no inverno/primavera. As melhores equações de correlação em função do ICF foram logarítmica para a PMS e potencial para a PB do capim-marandu e potencial para ambos os atributos do capim-ruziensiis.

### SUMMARY

We evaluated the effect of fertilization with 0, 50, 100 and 200 kg/ha of N, applied in each four growth intervals in the winter/spring season on dry matter yield in 30 days (DMY), leaf chlorophyll index (LCI) and total digestible nutrients (TDN), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and lignin contents, and correlation equations of LCI with DMY and CP content in the marandu and ruziensiis grasses after intercrop arrangements with corn in Red Latosol (Oxisol) under irrigation. The major DMY occurred with photoperiod increasing, however, there were different responses to this attribute over of growth intervals, between and among the grasses with the N fertilization. In irrigated crop-livestock integration under savannah soil is technicality viable the cultivation of marandu and ruziensiis grasses, established by intercrop with

<sup>#</sup>Projeto financiado pela Capes (Bolsa de mestrado ao 1º autor).

Recibido: 23-12-09. Aceptado: 23-9-10.

Arch. Zootec. 60 (232): 1041-1052. 2011.

corn at sowing or at the N fertilization. As even, in the N fertilization absence, produced satisfactory amounts of forage, with 1733 kg/ha (DMY), at the time of greatest scarcity of roughage to animals (winter/spring season). However, after the corn harvest, the N fertilization increase the DMY and improves the chemical composition, increasing the LCI, and CP and TDN contents, and decreasing NDF and ADF contents in the winter/spring season. The best correlation equations in function of LCI were logarithmic for DMY and potential for CP of the marandu grass and potential for both attributes of the ruziziensis grass.

### INTRODUÇÃO

A degradação das pastagens ao longo dos anos, principalmente em função de sua má formação e incorreto manejo, têm sido um dos grandes problemas para a atividade pecuária, afetando a sua sustentabilidade. Aproximadamente 80 milhões de ha de pastagens (aproximadamente 70% das pastagens cultivadas) do Brasil são ocupados pelo capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. marandu), formando extensos monocultivos, especialmente na região de cerrado (Landers, 2007).

Têm-se buscado técnicas visando a diminuição dos custos, para a formação, recuperação e reforma de pastagens, sendo que a integração lavoura-pecuária (ILP) sob sistema plantio direto (SPD) em diversas regiões do mundo tem-se tornado opção vantajosa, beneficiando a produção de grãos e a pecuária, além de proporcionar resultados sócio-econômicos e ambientais positivos (Kluthcouski *et al.*, 2000; Landers, 2007; Tracy e Zhang, 2008).

Entre as modalidades de ILP no Brasil, destaca-se o cultivo consorciado de espécies forrageiras tropicais com culturas graníferas, utilizando a forragem para atividade pecuária após a colheita da cultura granífera e, em seguida, formação de palhada para continuidade do SPD. Esse consórcio pode ser realizado simultaneamente ou por ocasião da adubação N de

cobertura (10-20 dias após a emergência do milho) sem comprometimento na produtividade de grãos (Kluthcouski *et al.*, 2000).

O índice de clorofila nas lâminas foliares (índice SPAD ou ICF) geralmente correlaciona-se com o teor de N, viabilizando o diagnóstico prévio de uma possível deficiência (Rocha *et al.*, 2005). Ainda são escassas as pesquisas correlacionando tais índices com a composição bromatológica e a produtividade das forrageiras perenes tropicais manejadas intensivamente em sistemas de ILP sob irrigação, em que a necessidade de adubação N na fase inicial é alta. Assim, objetivou-se avaliar a produtividade de matéria seca, o índice de clorofila foliar (ICF) e a composição de *Brachiaria brizantha* cv. marandu e de *Brachiaria ruziziensis*, adubadas com N e submetidas a diferentes intervalos de crescimento no inverno/primavera após o consórcio com milho, bem como, analisar a correlação destes atributos com o ICF.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de novembro de 2007 a outubro de 2008, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, pertencente à Faculdade de Engenharia (FE/Unesp), área de Produção Vegetal, localizada no município de Selvíria, Estado de Mato Grosso do Sul (20° 20' 50" S e 51° 24' 26" W). O tipo climático é Aw (classificação de Köppen), tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno (**tabela I**).

O solo da área é um Latossolo Vermelho Distroférrico, classificado conforme Embrapa (2006). Os atributos físicos e químicos anteriormente à instalação do experimento na camada de 0 a 0,20 m do solo apresentaram os seguintes valores: densidade do solo = 1,31 kg/dm<sup>3</sup>; macro, micro e porosidade total = 0,147; 0,334 e 0,4815, respectivamente; pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,1; M.O. = 28 g/dm<sup>3</sup>; H+Al = 22,2 mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; P (resina) = 18 mg/dm<sup>3</sup>; K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> = 3,2; 19,0 e 11,0 mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>, respectivamente, e V = 59,9%.

A área experimental apresentava um histórico de cinco anos em SPD em fase inicial/transição com as culturas de milho, soja, sorgo forrageiro, feijão guandu, *Brachiaria brizantha* e feijão, sendo a cultura anterior o consórcio de milho com os capins. A área foi irrigada por aspersão (pivô central), quando necessário, em função de déficits hídricos, durante todo o período experimental.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas constituíram-se de quatro tratamentos (consórcio) dos capins com o milho na safra 2007/08: *B. brizantha* cv. marandu (capim-marandu) semeado simultaneamente (BS), *B. Brizantha* cv. marandu (capim-marandu) semeado por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura (BC), *B. ruziziensis* (capim-ruziziensis) semeado simultaneamente (RS) e *B. ruziziensis* (capim-ruziziensis) semeado por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura (RC), e nas subparcelas, a ausência de adubação nitrogenada e as doses de N (50, 100 e 200 kg/ha de N), aplicadas no capim em cada um dos quatro intervalos de crescimento de 30 dias no inverno/primavera, sendo os cortes ao longo dos intervalos realizados na mesma subparcela. As parcelas apresentavam 90 m<sup>2</sup> e as subparcelas 18 m<sup>2</sup> de área útil. Foi semeado o híbrido simples de milho AG 8088 (ciclo precoce), com a finalidade de produção de grãos (espaçamento de 0,90 m nas entrelinhas). A adubação mineral de semeadura constou da aplicação de 20 kg/ha de N, 70 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 40 kg/ha de K<sub>2</sub>O (250 kg do fertilizante formulado 08-28-16/ha) e adubação mineral de cobertura constou da aplicação de 100 kg/ha de N (uréia).

Independente do consórcio, os capins foram semeados em espaçamento de 0,34 m na quantidade de 7 kg/ha de sementes (VC=76%), sendo que nas parcelas em que os capins foram semeados simultaneamente ao milho (20/11/2007), realizou-se operação mecanizada com outra semeadora aduba-

dora de discos para SPD, enquanto que nas parcelas em que os capins foram semeados na adubação nitrogenada de cobertura do milho (19/12/2007), as sementes foram misturadas ao adubo pouco antes da semeadura e acondicionadas no compartimento de fertilizante da semeadora adubadora. Em todos os consórcios, as sementes dos capins foram depositadas no solo na profundidade de 30 cm. Em 17/12/2007 aplicou-se herbicida à base de Nicosulfuron (8 g do ingrediente ativo/ha), visando amenizar o crescimento dos capins semeados simultaneamente ao milho.

A colheita do milho ocorreu em 25/04/2008 e em 10/06/2008, as unidades experimentais foram uniformizadas com roçadora mecânica, adotando como referência 20 cm em relação à superfície do solo, com o intuito de estimular o perfilhamento e padronizar a idade fenológica dos capins entre os intervalos de crescimento, simulando um corte de homogeneização dos capins sem remoção

**Tabela 1.** Dados climáticos durante a condução do experimento, 2007/2008. (Climatic data during the conduct of the experiment, 2007/2008 year).

	temperatura °C			PP,mm	FP,h/d
	máx	mín	méd		
2007					
nov	31,0	20,9	25,6	167,5	13,00
dez	32,6	21,7	26,5	199,7	13,20
2008					
jan	31,0	21,1	25,5	434,8	13,10
fev	31,1	20,8	25,2	204,0	12,70
mar	30,4	20,0	24,8	293,4	12,10
abr	30,7	19,8	24,5	176,8	11,50
mai	27,0	15,4	20,8	62,2	11,10
jun	29,9	14,9	21,8	0,0	10,80
jul	30,2	14,7	21,9	0,0	10,90
ago	32,2	16,8	24,0	17,5	11,30
set	31,0	16,8	23,5	10,9	11,90
out	32,9	20,4	26,3	102,6	12,50

PP: Precipitação; FP: Fotoperíodo (horas/dia).

do material da área, permanecendo a palhada sobre a superfície do solo. Procedeu-se então, aplicações das doses de N (uréia) em cobertura, distribuídas nas entrelinhas dos capins, sendo a primeira adubação em 30/06/2008. Os cortes foram realizados em 30/07/2008, 29/08/2008, 29/09/2008 e 29/10/2008 (1°, 2°, 3° e 4° intervalo de crescimento, respectivamente), sendo que as adubações foram realizadas logo após o corte dos capins com roçadora mecânica a uma altura de 30 cm em relação à superfície do solo com posterior retirada do material, em que principalmente as folhas foram exportadas da área. Antes da colheita mecânica, nesta mesma altura, para fim de amostragem, coletou-se 0,25 m<sup>2</sup> da parcela com auxílio de um quadrado de metal, para determinação da produtividade de matéria seca em 30 dias (PMS) (estufa a 65°C até massa constante)

e realizaram-se análises laboratoriais para determinação dos teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina, conforme metodologia contida em Silva e Queiroz (2002), e estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT), conforme Cappelle *et al.* (2001).

A determinação do índice de clorofila foliar (ICF) foi efetuada no momento do corte dos capins, utilizando-se clorofímetro digital (CFL 1030 - Falker) para leituras, na posição do terço médio da lâmina de folhas recém-expandidas (Abreu e Monteiro, 1999), realizando-se 20 leituras na subparcela, das quais descartaram-se as discrepantes, utilizando-se para a média apenas as cinco mais próximas. Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as doses de N ajustadas por

**Tabela II.** Produtividade de matéria seca em 30 dias (kg/ha) dos capins marandu e ruziziensis após o consórcio com milho, intervalos de crescimento (1°, 2°, 3° e 4°) e doses de N. (Dry matter yield in 30 days of marandu (B) and ruziziensis (R) grasses after intercrop with corn, growth intervals (1°, 2°, 3° and 4°) and nitrogen fertilization).

		Dose de N (kg/ha)				Equação estimada	R <sup>2</sup>
		0	50	100	200		
1°	BS	1150	1450	1550	2100	1160,00 + 4,60N	0,981**
	BC	1050	1250	1400	1750	1060,00 + 3,46N	0,998**
	RS	1200	1450	1550	1900	1230,00 + 3,37N	0,985**
	RC	1100	1250	1500	1800	1100,00 + 3,57N	0,990**
2°	BS	1450	3550	3450	3800	1645,00 + 33,45N - 0,12N <sup>2</sup>	0,868**
	BC	1450	2850	3600	4700	1492,27 + 27,99N - 0,06N <sup>2</sup>	0,996**
	RS	1350	3000	3400	4000	1446,82 + 30,33N - 0,09N <sup>2</sup>	0,970**
	RC	2000	3350	3850	4800	2068,18 + 24,82N - 0,06N <sup>2</sup>	0,986**
3°	BS	2850	3600	4000	4200	2862,27 + 16,58N - 0,05N <sup>2</sup>	0,998**
	BC	2550	3850	4150	4150	2615,45 + 25,75N - 0,09N <sup>2</sup>	0,970**
	RS	1550	2400	3050	3450	1541,82 + 20,28N - 0,05N <sup>2</sup>	0,999**
	RC	2350	2700	3250	3750	2390,00 + 7,11N	0,974**
4°	BS	2000	2550	2450	4050	1900,00 + 9,86N	0,892**
	BC	2250	2350	2800	3400	2170,00 + 6,06N	0,973**
	RS	1300	2450	2800	2550	1339,55 + 24,80N - 0,09N <sup>2</sup>	0,986**
	RC	1700	2300	2350	3550	1700,00 + 8,86N	0,952**

BS e RS: capins marandu e ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; BC e RC: capins marandu e ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente. \*\*p<0,01.

BRAQUIÁRIAS. PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E ÍNDICE DE CLOROFILA

análise de regressão (polinômios ortogonais), adotando-se a equação de maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ) ( $p < 0,05$ ). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SISVAR® (Ferreira, 1999). Determinaram-se também as melhores equações de correlação do ICF com a PMS e o teor de PB, utilizando-se o software Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A PMS foi influenciada pela interação tripla (consórcio  $\times$  adubação nitrogenada  $\times$  intervalo de crescimento) ( $p < 0,05$ ), sendo que os consórcios BS, BC, RS e RC no 2º, BS, BC e RS no 3º e RS no 4º intervalo de crescimento apresentaram regressão quadrática (**tabela II**). As demais interações apresentaram regressão linear em função

das doses de N. Conforme Martha Júnior *et al.* (2007) a resposta das pastagens de gramíneas tropicais ao N-fertilizante é expressiva até doses de 180 kg/ha de N/ intervalo de crescimento, o que foi comprovado no presente estudo.

Com exceção do 3º intervalo de crescimento, a PMS em função das doses de N nos consórcios dentro de cada época de corte foram semelhantes (**tabela II**), sendo que independente da época de consórcio com o milho, tal atributo foi menor no capim-ruziziensis. Os resultados do 1º intervalo de crescimento demonstram que como as gramíneas não estavam plenamente estabelecidas no momento do corte de uniformização os consórcios foram prejudicados. Sem adubação, as PMS ficaram próximas aos 1200 kg/ha, o mínimo aceitável para corte ou consumo de bovinos em

**Tabela III.** Teores de proteína bruta (% MS), dos capins marandu e ruziziensis após o consórcio com milho, intervalos de crescimento (1º, 2º, 3º e 4º) e doses de N. (Crude protein (% DM) contents of marandu and ruziziensis grasses after intercrop with corn, growth intervals (1º, 2º, 3º and 4º) and nitrogen fertilization).

		Dose de N (kg/ha)				Equação estimada	$R^2$
		0	50	100	200		
1º	BS	11,28	14,95	19,31	17,86	$10,94 + 0,118905N - 0,000419N^2$	0,964**
	BC	13,15	15,77	15,90	18,72	$13,63 + 0,025730N$	0,932**
	RS	10,54	15,48	20,52	19,50	$10,21 + 0,146473N - 0,000498N^2$	0,981**
	RC	11,55	19,64	21,86	21,52	$11,90 + 0,165716N - 0,000591N^2$	0,979**
2º	BS	11,73	12,49	14,42	16,26	$11,67 + 0,023529N$	0,976**
	BC	9,95	12,53	14,84	17,23	$10,50 + 0,035791N$	0,961**
	RS	7,54	10,85	14,00	16,31	$7,45 + 0,082780N - 0,000192N^2$	0,997**
	RC	8,90	11,29	13,15	16,12	$9,26 + 0,035446N$	0,987**
3º	BS	10,77	12,51	12,27	14,82	$10,96 + 0,018671N$	0,912**
	BC	8,97	12,92	13,86	15,35	$9,21 + 0,072115N - 0,000209N^2$	0,970**
	RS	8,84	11,87	11,37	15,52	$9,22 + 0,030646N$	0,900**
	RC	8,74	12,71	12,52	16,65	$9,50 + 0,036063N$	0,908**
4º	BS	12,42	14,17	15,58	18,15	$12,61 + 0,028257N$	0,995**
	BC	10,43	14,99	15,74	17,27	$10,74 + 0,080327N - 0,000241N^2$	0,954**
	RS	9,32	14,34	14,18	17,67	$9,85 + 0,069641N - 0,000157N^2$	0,904**
	RC	8,49	11,88	15,21	20,43	$8,80 + 0,059406N$	0,995**

BS e RS: capins marandu e ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; BC e RC: capins marandu e ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente. \*\* $p < 0,01$ .

pastejo, segundo Mott (1980). No caso do capim-ruziziensis, tais resultados podem ter sido influenciados pelo corte de homogeneização, já que apresenta meristema apical mais alto e rebrota mais lenta do que o capim-marandu (Pires, 2006).

Com o aumento do fotoperíodo no início da primavera, ocorreu incremento da PMS e entre a 3ª e 4ª época de corte, ocorreu diminuição desta, possivelmente pelo corte das gemas apicais, o que pode ter dificultado o crescimento do capim no ciclo subsequente (**tabela II**). Assim, com o início da primavera recomenda-se aumentar a altura de corte dos capins marandu e ruziziensis. Tais resultados corroboraram com Barducci *et al.* (2009) que também verificaram respostas diferenciadas da PMS do capim-marandu consorciado simultaneamente ao milho ao longo dos cortes quando adubado

com N. Enquanto que, no consórcio por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, somente no início da primavera as gramíneas retomaram o perfilhamento expressando seu potencial produtivo, contudo não foi constatado no presente trabalho. No entanto, mesmo na ausência de adubação nitrogenada o sistema em estudo produziu quantidade satisfatória de forragem, com PMS média de 1733 kg/ha no inverno/primavera.

Também houve efeito das doses de N ( $p < 0,05$ ) no teor de PB, sendo que o BS, RS e RC no 1º, o RS no 2º, o BC no 3º e o BC e RS no 4º intervalo de crescimento apresentaram regressão quadrática (**tabela III**). As demais interações do teor de PB apresentaram incremento linear com as doses de N e os maiores teores ocorreram no 1º intervalo de crescimento e nessa época,

**Tabela IV.** Índice de clorofila foliar (ICF) dos capins marandu e ruziziensis após o consórcio com milho, intervalos de crescimento (1º, 2º, 3º e 4º) e doses de N. (Leaf chlorophyll index of marandu and ruziziensis grasses after intercrop with corn, growth intervals (1º, 2º, 3º e 4º) and nitrogen fertilization).

		Dose de N (kg/ha)				Equação estimada	R <sup>2</sup>
		0	50	100	200		
1º	BS	31,63	35,43	40,55	45,13	32,23 + 0,068014N	0,969**
	BC	34,30	37,90	41,25	44,65	35,06 + 0,051029N	0,963**
	RS	26,20	40,50	43,83	47,28	27,01 + 0,268743N - 0,000844N <sup>2</sup>	0,969**
	RC	34,08	39,30	45,18	50,40	35,12 + 0,081343N	0,962**
2º	BS	29,08	34,28	34,45	38,00	30,45 + 0,040057N	0,866**
	BC	30,65	35,98	41,95	41,18	30,25 + 0,162702N - 0,000537N <sup>2</sup>	0,976*
	RS	26,25	29,45	34,38	36,35	27,14 + 0,051100N	0,899**
3º	RC	25,05	32,38	35,68	37,23	25,24 + 0,156734N - 0,000486N <sup>2</sup>	0,995*
	BS	39,68	42,90	42,68	50,45	39,41 + 0,051600N	0,921**
	BC	36,60	42,90	47,38	50,28	38,54 + 0,065686N	0,887**
	RS	25,88	31,45	39,43	49,05	26,18 + 0,117371N	0,989**
4º	RC	29,20	30,60	39,90	46,20	31,63 + 0,070000N	0,953**
	BS	36,10	37,25	35,25	39,18	37,05	ns
	BC	36,05	33,58	37,38	41,63	34,21 + 0,033671N	0,728*
	RS	32,53	35,13	32,65	37,55	34,47	ns
	RC	32,30	32,50	37,70	35,53	34,51	ns

BS e RS: capins marandu e ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; BC e RC: capins marandu e ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente. \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; ns:  $p > 0,05$ .

BRAQUIÁRIAS. PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E ÍNDICE DE CLOROFILA

foram necessários menores doses de N para obtenção dos teores máximos de PB, sendo estes teores superiores aos verificados nos demais intervalos de crescimento. Cabe salientar o considerável teor de PB dos capins na ausência de adubação nitrogenada com média de 10,4% entre os consórcios. Os comportamentos quadráticos podem ter sido influenciados pelo intervalo de corte de 30 dias, sendo que nesses casos, a diminuição desse intervalo poderia alterar tal efeito.

Os teores máximos de PB não ultrapassaram a dose de 200 kg/ha de N e aliado aos teores de PB na ausência de adubação, demonstra-se que o solo em estudo apresentou algum fornecimento de N, possivelmente pelo início da mineralização da matéria orgânica e pela adubação residual do milho no consórcio (**tabela III**). O 1º

intervalo de crescimento apresentou ligeira superioridade de PB em relação às demais, principalmente pelas respostas quadráticas dos consórcios BS, RS e RC. Os teores de 7,45 a 23,94% de PB foram satisfatórios, visto que foram superiores aos 7% considerados por Van Soest (1994) como mínimo para manutenção da população de microorganismos do rúmen de bovinos.

O ICF apresentou regressão quadrática para o RS no 1º e o BC e RC no 2º intervalo de crescimento (**tabela IV**). Os demais consórcios apresentaram efeito linear crescente em função das doses de N e apenas o BS, RS e RC no 4º intervalo de crescimento não apresentaram significância ( $p > 0,05$ ). No 3º intervalo de crescimento o ICF no capim-ruziziensis apenas aproximou dos verificados no capim-marandu com a aplicação de 200 kg/ha de N. Nos demais

**Tabela V.** Teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) dos capins marandu e ruziziensis após o consórcio com milho, intervalos (1º, 2º, 3º e 4º) de crescimento e doses de N. (Total digestible nutrients contents (TDN) of marandu and ruziziensis grasses after intercrop with corn, growth intervals (1º, 2º, 3º e 4º) and nitrogen fertilization).

		Dose de N (kg/ha)				Equação estimada	R <sup>2</sup>
		0	50	100	200		
1º	BS	58,71	58,99	60,18	59,24	59,28ns	
	BC	58,17	59,60	58,48	60,88	58,26 + 0,011653N	0,656**
	RS	59,29	60,71	62,16	61,06	59,18 + 0,045503N - 0,000180N <sup>2</sup>	0,963**
	RC	59,70	61,59	62,14	61,77	59,77 + 0,040305N - 0,000152N <sup>2</sup>	0,983**
2º	BS	55,31	56,31	56,00	56,19	55,73 + 0,010261N	0,955**
	BC	55,31	56,31	56,00	56,19	55,95	ns
	RS	58,53	57,26	57,84	57,87	57,88	ns
3º	RC	57,11	56,62	57,15	57,43	57,08	ns
	BS	55,15	54,95	55,02	56,04	55,29	ns
	BC	54,53	55,58	55,69	56,32	54,82 + 0,008096N	0,865*
	RS	55,04	57,45	57,04	57,95	55,82 + 0,011981N	0,645**
4º	RC	56,20	56,48	58,82	57,38	55,87 + 0,037612N	0,672**
	BS	54,20	56,94	57,46	57,58	54,35 + 0,052517N - 0,000183N <sup>2</sup>	0,960**
	BC	54,33	55,77	55,91	56,79	54,73 + 0,011084N	0,863**
	RS	55,95	58,26	57,67	59,08	56,59 + 0,013140N	0,716**
	RC	54,67	56,17	56,94	58,33	54,99 + 0,017583N	0,963**

BS e RS: capins marandu e ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; BC e RC: capins marandu e ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente. \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; ns:  $p > 0,05$ .

intervalos de crescimento, o comportamento do ICF dos capins marandu e ruziziensis foram bastante semelhantes. Benett *et al.* (2008) e Maranhão *et al.* (2009) avaliando o capim-marandu também verificaram efeito linear das doses de N no índice SPAD, que também é determinado por clorofilômetro.

Segundo Van Soest (1994), o estágio de maturidade da gramínea influencia mais o teor de FDN que a adubação nitrogenada. No entanto, apenas o BS no 1º, o BC, RS e RC no 2º e o BS no 3º intervalo de crescimento não apresentaram significância ( $p > 0,05$ ) dos teores de NDT e FDN em função das doses de N (tabelas V e VI). O RS e RC no 1º, o RC no 3º e o BS no 4º intervalo de crescimento apresentaram regressão quadrática para o teor de NDT e FDN. Da mesma forma que as demais interações, Barducci *et al.* (2009) avaliando o capim-marandu consorciado por

ocasião da adubação nitrogenada do milho verificou efeito linear decrescente nos teores de FDN em função das doses de N, sendo que no geral também ocorreu aumento do teor de NDT.

Independente da época de consórcio com o milho, o capim-ruziziensis foi superior ao capim-marandu nos teores de NDT e inferior nos de FDN, visto que os teores de NDT foram calculados de forma inversa aos de FDN (tabelas V e VI). Os menores teores de FDN e os maiores de NDT foram verificados no 1º intervalo de crescimento, independente do consórcio e da dose de N. Borghi *et al.* (2006) verificaram 72% de FDN no capim-marandu consorciado nas entrelinhas do milho, enquanto que Benett *et al.* (2008) verificaram teores entre 69,64 e 64,66% no mesmo capim em monocultivo com as doses de 0 e 200 kg/ha de N,

**Tabela VI.** Teores de fibra em detergente neutro (FDN) dos capins marandu e ruziziensis após o consórcio com milho, intervalos de crescimento (1º, 2º, 3º e 4º) e doses de N. (Neutral detergent fiber contents of marandu and ruziziensis grasses after intercrop with corn, growth intervals (1º, 2º, 3º and 4º) and nitrogen fertilization).

		Dose de N (kg/ha)				Equação estimada	R <sup>2</sup>
		0	50	100	200		
1º	BS	60,13	59,47	56,60	58,86	58,77	ns
	BC	61,43	58,00	60,69	54,93	61,21 - 0,027979N	0,656**
	RS	58,73	55,34	51,85	54,49	59,00 - 0,109157N + 0,000431N <sup>2</sup>	0,963**
	RC	57,76	53,23	51,90	52,79	57,59 - 0,096725N + 0,000365N <sup>2</sup>	0,984*
2º	BS	66,94	66,68	64,49	62,34	67,27 - 0,024616N	0,955**
	BC	68,28	65,89	66,62	66,17	66,75	ns
	RS	60,57	63,60	62,23	62,14	62,13	ns
	RC	63,96	65,14	63,87	63,20	64,04	ns
3º	BS	68,68	69,15	68,97	66,52	68,33	ns
	BC	70,15	67,64	67,38	65,85	69,45 - 0,019357N	0,865*
	RS	68,92	63,16	64,14	61,94	67,05 - 0,028723N	0,645**
	RC	66,15	65,46	59,86	63,31	66,95 - 0,090178N + 0,000353N <sup>2</sup>	0,671**
4º	BS	70,95	64,38	63,13	62,84	70,75 - 0,125779N + 0,000439N <sup>2</sup>	0,960**
	BC	70,62	67,17	66,83	64,72	69,66 - 0,026566N	0,863**
	RS	66,75	61,21	62,63	59,23	65,21 - 0,031506N	0,715**
	RC	69,82	66,22	64,38	61,03	69,05 - 0,042144N	0,963**

BS e RS: capins marandu e ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; BC e RC: capins marandu e ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente. \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; ns:  $p > 0,05$ .

BRAQUIÁRIAS. PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E ÍNDICE DE CLOROFILA

respectivamente. Esses teores são superiores aos verificados no presente trabalho, principalmente quando se compara ao 1º intervalo de crescimento. No entanto, os teores de FDN e NDT foram semelhantes aos relatados por Maranhão *et al.* (2009), provavelmente pela semelhança nos intervalos de corte e superiores aos 55% de NDT relatados por Van Soest (1994) em forrageiras tropicais. Para reduzir o efeito da época do ano, pode-se aumentar o intervalo de corte no período seco, inclusive para elevar a PMS e diminuir este intervalo no período chuvoso, para obter forragem com menor teor de fibra e melhor valor nutritivo (aumento da PB e do NDT).

Os teores de FDA do BS, RS e RC no 2º, do BC no 3º e 4º e do RS no 4º intervalo de crescimento não apresentaram significância ( $p>0,05$ ) (tabela VII). Os teores de BS, RS

e RC no 1º e o BS e RC no 4º intervalo de crescimento apresentaram regressão quadrática. Da mesma forma que Benett *et al.* (2008), inclusive com teores semelhantes e Cecato *et al.* (2004) com teores superiores, as demais interações ajustaram-se à regressões lineares em função das doses de N. Com excessão do BC no 2º intervalo de crescimento, ocorreu um decréscimo do FDA em função do aumento dessas doses e no 1º intervalo de crescimento ocorreram os menores teores de FDA. Os teores de FDA do presente trabalho também foram semelhantes aos relatados por Maranhão *et al.* (2009).

Com relação à lignina, o BS e RS em todos os intervalo de crescimento, o RC no 2º e 4º e o BC no 4º intervalo de crescimento não apresentaram significância ( $p>0,05$ ), enquanto que o RC no 1º e 3º e a RS no 3º intervalo de crescimento apresentaram

**Tabela VII.** Teores de fibra em detergente ácido (FDA) dos capins marandu e ruziziensis após o consórcio com milho, intervalos de crescimento (1º, 2º, 3º e 4º) e doses de N. (Acid detergent fiber contents of marandu and ruziziensis grasses after intercrop with corn, growth intervals (1º, 2º, 3º and 4º) and nitrogen fertilization).

		Dose de N (kg/ha)				Equação estimada	R <sup>2</sup>
		0	50	100	200		
1º	BS	29,13	29,12	24,79	27,88	$29,81 - 0,062607N + 0,000259N^2$	0,558**
	BC	28,43	26,36	28,44	25,61	$28,17 - 0,010940N$	0,416*
	RS	27,87	24,48	24,27	25,53	$27,66 - 0,066156N + 0,000279N^2$	0,931**
	RC	26,60	24,40	24,75	25,65	$26,40 - 0,037754N + 0,000172N^2$	0,827*
2º	BS	32,87	34,89	33,60	32,61	33,49	ns
	BC	32,96	34,60	34,74	35,18	$33,53 + 0,009609N$	0,714*
	RS	30,16	30,66	31,41	31,36	30,90	ns
	RC	30,88	34,19	32,06	32,95	32,52	ns
3º	BS	32,95	32,60	34,46	30,59	$32,56 + 0,031608N - 0,000204N^2$	0,759**
	BC	33,89	33,58	34,46	32,27	33,55	ns
	RS	33,71	32,51	32,24	28,26	$34,03 - 0,026791N$	0,936**
	RC	33,27	30,27	30,82	28,44	$32,55 - 0,021114N$	0,818*
4º	BS	34,28	31,79	31,06	32,86	$34,22 - 0,058723N + 0,000260N^2$	0,994**
	BC	32,77	31,66	31,78	31,11	31,83	ns
	RS	30,69	28,52	32,63	29,09	30,24	ns
	RC	34,42	31,36	29,32	29,37	$34,45 - 0,075915N + 0,000253N^2$	0,999**

BS e RS: capins marandu e ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; BC e RC: capins marandu e ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente. \* $p<0,05$ ; \*\* $p<0,01$ ; ns:  $p>0,05$ .

regressão quadrática (**tabela VIII**). As demais interações apresentaram regressão linear em função das doses de N e com excessão do BC no 3º intervalo de crescimento, ocorreu um decréscimo no teor de lignina em função do aumento das doses de N. No geral, os teores deste atributo foram bastante semelhantes entre os intervalos de crescimento, ficando entre 1 e 4%.

Vale ressaltar que quanto maior o teor de FDA menor será a digestibilidade, enquanto que o FDN tem correlação negativa com o consumo das forrageiras, considerando teores de 40% de FDA e 60% de FDN, como limitantes da digestibilidade e do consumo, respectivamente (Van Soest, 1994). Assim, com exceção do 1º intervalo de crescimento, no geral os teores de FDN foram superiores a 60% (**tabela VI**), podendo-se afirmar que apesar da adubação nitrogenada, da irrigação, do intervalo de crescimento de 30

dias e da altura de corte de 30 cm (folhas principalmente), os capins marandu e ruziziensis apresentaram elevados teores de FDN. No entanto, os teores de FDA foram inferiores a 40% (**tabela VII**), inferindo-se em uma forragem de menor consumo, mas de boa digestibilidade.

Em função da PMS obtida com o capim-ruziziensis (**tabela II**) e sua ligeira superioridade na composição bromatológica em relação ao capim-marandu (**tabelas III, IV, V, VI, VII e VIII**), sua utilização na ILP pode ser viabilizada por cortes ao invés de pastejo, visto que de acordo com Pires (2006), tal capim é sensível ao pisoteio excessivo dos animais.

A correlação positiva e elevada entre o ICF e o teor de PB é de grande importância na diagnose precoce de deficiências de N, garantindo tomada de decisões em tempo hábil para possíveis adubações de cobertu-

**Tabela VIII.** Teores de lignina dos capins marandu e ruziziensis após o consórcio com milho, intervalos de crescimento (1º, 2º, 3º e 4º) e doses de N. (Lignin contents of marandu and ruziziensis grasses after intercrop with corn, growth intervals (1º, 2º, 3º and 4º) and nitrogen fertilization).

		Dose de N (kg/ha)				Equação estimada	R <sup>2</sup>
		0	50	100	200		
1º	BS	2,27	2,42	2,73	2,16	2,40	ns
	BC	2,19	1,97	1,89	1,34	2,21 - 0,004171N	0,969**
	RS	2,05	1,49	2,25	1,62	1,85	ns
	RC	2,80	1,68	1,74	1,99	2,71 - 0,019633N + 0,000081N <sup>2</sup>	0,870**
2º	BS	2,47	2,40	2,13	2,41	2,35	ns
	BC	1,93	2,32	3,04	3,37	2,02 - 0,007393N	0,918**
	RS	2,13	2,79	1,97	2,19	2,27	ns
3º	RC	2,11	3,04	1,80	2,62	2,39	ns
	BS	1,45	1,29	1,68	1,65	1,52	ns
	BC	1,83	1,37	2,08	2,56	1,55 + 0,004689N	0,648**
	RS	1,61	1,73	2,28	1,81	1,53 + 0,010363N - 0,000044N <sup>2</sup>	0,715*
4º	RC	2,07	1,35	1,46	1,62	2,00 - 0,011783N + 0,000050N <sup>2</sup>	0,803*
	BS	2,30	2,15	1,40	2,16	2,00	ns
	BC	2,27	1,95	2,02	2,00	2,06	ns
	RS	2,22	2,51	2,21	2,87	2,46	ns
	RC	2,28	2,38	2,28	2,56	2,38	ns

BS e RS: capins marandu e ruziziensis semeados simultaneamente ao milho, respectivamente; BC e RC: capins marandu e ruziziensis semeados por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura do milho, respectivamente. \*p<0,05; \*\*p<0,01; ns: p>0,05.

BRAQUIÁRIAS. PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA E ÍNDICE DE CLOROFILA

**Tabela IX.** Matriz de correlação linear entre a produtividade de matéria seca em 30 dias (PMS), o índice de clorofila foliar (ICF) e a composição bromatológica dos capins marandu e ruziziensis. (Linear correlation matrix between the dry matter yield in 30 days, leaf chlorophyll index and chemical composition of marandu and ruziziensis grasses).

Atributo	PMS	ICF	Coeficiente de correlação			
			NDT	PB	FDN	FDA
<i>Brachiaria brizantha</i> cv. marandu						
ICF	0,4747**	-	-	-	-	-
NDT	-0,4047**	0,0723ns	-	-	-	-
PB	0,1006ns	0,3570**	0,6398**	-	-	-
FDN	0,4047**	-0,0723ns	-1,0000**	-0,6398**	-	-
FDA	0,6054**	-0,0669ns	-0,8049**	-0,4739**	0,8049**	-
Lignina	0,0999ns	-0,0309ns	0,0079ns	0,1825*	-0,0079ns	0,1909*
<i>Brachiaria ruziziensis</i>						
ICF	0,1381*	-	-	-	-	-
NDT	-0,3053**	0,5007**	-	-	-	-
PB	0,1127ns	0,7011**	0,7141**	-	-	-
FDN	0,3053**	-0,5007**	-1,0000**	-0,7141**	-	-
FDA	0,4312**	-0,4997**	-0,8454**	-0,6458**	0,8454**	-
Lignina	0,1323ns	-0,2350**	-0,1982*	-0,0754ns	0,1982*	0,2734**

PMS: produtividade de matéria seca em 30 dias; ICF: índice de clorofila foliar; NDT: nutrientes digestíveis totais; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro FDA: fibra em detergente ácido.

\*\*p<0,01; \*p<0,05; ns: significativo.

ra desse nutriente. Assim, o índice de clorofila pode ser usado como indicador da PMS e das necessidades de adubação nitrogenada. Em função do elevado número de observações por capim (n= 128), os coeficientes de correlação do ICF com a PMS e a PB se apresentaram entre bem fraco e forte (0,13 a 0,70), no entanto significativos para o par de atributo ICF × PMS (p<0,05) no capim-ruziziensis e (p<0,01) nos demais pares de atributos (**tabela I**). As equações (**tabela IX**) que apresentaram maior coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) em função do ICF foram logarítima para a PMS e potencial para a PB do capim-marandu e potencial para ambos os atributos do capim-ruziziensis: PMS capim-marandu= -9.836,43 + 3.445,77 ln ICF; PMS capim-ruziziensis= 627,862 ICF<sup>0,36</sup>; PB capim-marandu= 2,319 ICF<sup>0,492</sup>; PB capim-ruziziensis= 0,295 ICF<sup>1,07</sup>.

## CONCLUSÕES

Em sistema de integração lavoura-pecuária irrigado sob condições de cerrado é tecnicamente viável o estabelecimento dos capins marandu e ruziziensis pelo consórcio com o milho no momento da semeadura ou por ocasião da adubação nitrogenada de cobertura. Após a colheita do milho, a adubação nitrogenada, eleva a produtividade de matéria seca e melhora a composição bromatológica dos capins, com aumento do índice de clorofila foliar e dos teores de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais, além de reduzir os teores de fibra em detergente neutro e ácido no inverno/primavera. As melhores equações de correlação em função do ICF foram logarítima para a PMS e potencial para a PB do capim-marandu e potencial para ambos os atributos do capim-ruziziensis.

BIBLIOGRAFIA

- Abreu, J.B.R. e F.A. Monteiro. 1999. Produção e nutrição do capim-marandu em função de adubação nitrogenada e estádios de crescimento. *B. Industr. Anim.*, 56: 137-146.
- Barducci, R.S., Costa, C., Crusciol, C.A.C., Borghi, É., Putarov, T.C. e L.M.N. Sarti. 2009. Produção de *Brachiaria* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. *Arch. Zootec.*, 58: 211-222.
- Benett, C.C.S., Buzzetti, S., Silva, K.S., Bergamaschine, A.F. e Fabricio, J.A. 2008. Produtividade e composição bromatológica do capim-marandu a fontes e doses de nitrogênio. *Cienc. Agrotec.*, 32: 1629-1636.
- Borghi, É., Crusciol, C.A.C., Costa, C. e Mateus, G.P. 2006. Produtividade e qualidade das forragens de milho e de *Brachiaria brizantha* em sistema de cultivo consorciado. *Rev. Bras. Milho e Sorgo*, 5: 369-381.
- Cappelle, E.R., Valadares Filho, S. de C., Silva, J.F.C. da e Cecon, P.R. 2001. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. *Rev. Bras. Zootecn.*, 30: 1837-1856.
- Cecato, U., Pereira, L.A.F., Jobim, C.C., Martins, E.N., Branco, A.F., Galbeiro, S. e Machado, A.O. 2004. Influência das adubações nitrogenada e fosfatada sobre a composição químico-bromatológica do capim marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf cv. marandu). *Acta Sci. Anim. Sci.*, 26: 409-416.
- EMBRAPA. 2006. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ª ed. Embrapa/CNPQ. Rio de Janeiro. 306 pp.
- Ferreira, D.F. 1999. SISVAR: Sistema de análise de variância. UFLA/DEX. Lavras.
- Kluthcouski, J., Cobucci, T., Aidar, H., Yokoyama, L.P., Oliveira, I.P. de, Costa, J.L. da S., Silva, J.G. da, Vilela, L., Bacellos, A. de O. e Magnabosco, C. de U. 2000. Sistema Santa Fé -Tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Embrapa Arroz e Feijão. Santo Antonio de Goiás, GO. Circular Técnica 38. 28 pp.
- Landers, J.N. 2007. Tropical crop-livestock systems in conservation agriculture: the Brazilian experience. In: Integrated crop management. 1ª ed. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome. Vol. 5. 92 pp.
- Maranhão, C.M. de A., Silva, C.C.F. da, Bonomo, P. e Pires, A.J.V. 2009. Produção e composição bromatológica de duas cultivares de braquiária adubadas com nitrogênio e sua relação com o índice SPAD. *Acta Sci. Anim. Sci.*, 31: 117-122.
- Martha Júnior, G.B., Vilela, L. e Sousa, D.M.G. 2007. Adubação nitrogenada. In: Martha Júnior, G.B., Vilela, L. e Sousa, D.M.G. (Eds.). Uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens. 1ª ed. Embrapa Cerrados. Planaltina. Cap. 6: 117-144.
- Mott, G.O. 1980. Measuring forage quantity and quality in grazing trials. Southern pasture and forage crop improvement conference. Resumo de palestras... AESA/ARS. Nashville. pp. 3-9.
- Pires, W. 2006. Manual de pastagem: formação, manejo e recriação. Aprenda Fácil. Viçosa. 302 pp.
- Rocha, R.N.C., Galvão, J.C.C., Teixeira, P.C., Miranda, G.V., Agnes, E.L., Pereira, P.R.G. e Leite, U.T. 2005. Relação do índice SPAD, determinado pelo clorofilômetro, com teor de nitrogênio na folha e rendimento de grãos em três genótipos de milho. *Rev. Bras. Milho e Sorgo*, 4: 161-171.
- Silva, D.J. e Queiroz, A.C. 2002. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3ª ed. UFV. Viçosa. 235 pp.
- Tracy, B.F. e Zhang, Y. 2008. Soil compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an integrated crop-livestock system in Illinois. *Crop Sci.*, 48: 1211-1218.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2ª ed. Cornell University. New York. 476 pp.