

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS – UNIGOIÁS
PRÓ-REITORIA DE ENSINO PRESENCIAL-PROEP
SUPERVISÃO DA ÁREA DE PESQUISA CIENTÍFICA – SAPC
CURSO DE AGRONOMIA

**ANÁLISE DE ÍNDICES DE CONSORCIAÇÃO EM SISTEMAS SOLTEIRO E
CONSORCIADO DE SORGO E FORRAGEIRAS**

DISCENTE: RAFAEL FERNANDO VARGAS DE JESUS
ORIENTADOR: JOÃO ANTÔNIO GONÇALVES E SILVA

GOIÂNIA – GOIÁS

JUNHO/2026

RAFAEL FERNANDO VARGAS DE JESUS

**ANÁLISE DE ÍNDICES DE CONSORCIAÇÃO EM SISTEMAS SOLTEIRO E
CONSORCIADO DE SORGO E FORRAGEIRAS**

Monografia apresentado ao curso de
Agronomia na Instituição Centro
Universitário de Goiás-UNIGOIÁS,
com o objetivo de obtenção do título
de bacharel em Agronomia

ORIENTADOR: JOÃO ANTÔNIO GONÇALVES E SILVA

GOIÂNIA – GOIÁS
JUNHO/2026

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder a oportunidade e a condição de realizar o curso. É essencial também o agradecimento aos meus avós, Divino e Iraides, não somente pelos ensinamentos morais, mas também pela paixão e interesse no campo. Talvez o mais importante seja o agradecimento aos meus pais, Divino e Milene, pelo total apoio e incentivo constante. Agradeço também ao meu Professor/Orientador, João Antônio, que sempre foi muito prestativo e me ajudou durante todo o trabalho, aos meus colegas que me ajudaram durante o curso, e a todos os professores pelos ensinamentos e conhecimentos transmitidos durante o curso. O meu muito obrigado a todos!

EPÍGRAFE

"O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia."

Robert Collier "

RESUMO

O consórcio entre forrageiras e o sorgo é utilizado no sistema integração lavoura-pecuária (ILP), porém a competição entre as culturas compromete a sua produção. O experimento objetivou-se avaliar a eficiência produtiva do sorgo solteiro em consórcio com as forrageiras *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Urochloa decumbens*, *Urochloa brizantha* cv. Piatã e *Urochloa ruziziensis*. O experimento foi realizado no município de Nerópolis - GO, Brasil. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos, sendo sorgo solteiro, sorgo + Capim Marandu na linha, sorgo + Capim Piatã na linha, sorgo + Capim Ruziziensis na linha e sorgo + Capim decumbens na linha. Foram avaliados os índices de Razão equivalente da terra (LER) com o decumbens teve o resultado de 0,31, com o marandu teve o resultado de 0, com o piatã teve o resultado de 0,15 e com o ruziziensis teve o resultado de 0,04, a Eficiência produtiva do sistema (EPS) com os capins decumbens 1,59, com o piatã de 1,25 e ruziziensis com 1,4 com marandu com resultado de 1,17, a Participação relativa do sorgo (PRS%) com o decumbens teve o resultado de 19,4%, com o marandu de 0%, com o piatã de 11,9% e com o ruziziensis de 3,1%, e a Participação relativa do capim (PRC%) com o decumbens teve o resultado de 80,6%, o marandu com o resultado de 100%, o piatã com o resultado de 88,1% e o ruziziensis com 96,9%. O experimento indicou uma maior dominância do capim sobre o sorgo.

Palavras-Chave: índices de LER, EPS, PRC e PRC

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REFERENCIAL TEORICO	10
2.1 CÁLCULO DO LER(RAZÃO EQUIVALENE DA TERRA)	10
2.2 CÁLCULO DE EPS(EFICIÊNCIA PRODUTIVA DO SISTEMA)	11
2.3 CÁLCULO DE PRS (PARTICIPAÇÃO RELATIVA DO SORGO)	11
2.4 CÁLCULO DE PRC (PARTICIPAÇÃO RELATIVA DO CAPIM)	12
3 MATERIAL E METODOS	13
4 RESULTADO E DISCUSSÃO	15
5 CONCLUSÕES	17
6 REFERÊNCIAS	18

1 INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira enfrenta um desafio crescente para aumentar a sua produção de alimentos e recursos de forma sustentável, sem comprometer a saúde do solo, a biodiversidade e os recursos natural. Nesse contexto, o estado de Goiás se destaca como um importante produtor no setor agrícola, com uma grande extensão de áreas de terras férteis e condições climáticas favoráveis para produção. No entanto, a crescente pressão por aumento da produção agrícola em áreas já cultivadas exige a adoção de sistemas mais eficientes para se produzir com qualidade e de forma mais sustentáveis.

A abertura de novas áreas tem se tornado cada vez mais difícil no campo, tendo a consorciação de culturas como saída para ter uma maior diversidade sendo uma prática bem utilizada na agropecuária, o que repercute positivamente tanto no aumento de produtividade, quanto nas questões ambientais (Embrapa Agropecuária Oeste, 2025).

A consorciação entre culturas tem se tornado uma prática agrícola muito interessante, que procura otimizar o uso do solo e de recursos, com o intuito de a aumentar a produtividade, combinando diferentes espécies em um mesmo espaço de plantio (Gliessman, 2000). Visando a realidade atual e a demanda do mercado brasileiro, onde a pecuária é uma atividade de extrema importância, tanto para o mercado e consumo interno, quanto para exportação, a consorciação de sorgo com forrageiras surge como uma alternativa promissora para melhorar a produção de alimentos para o gado e reduzir a dependência de insumo externos, garantindo o alimento para o rebanho(Alves et al., 2015).

A consorciação de culturas pode trazer vários benefícios como melhoria da fertilidade do solo, aumento da biodiversidade ajudando também no controle de pragas e doenças, e na redução do uso de defensivos agrícolas e herbicidas (Altieri, 1999). Com isso, a combinação entre o sorgo e forrageiras pode se tornar particularmente muito interessante o seu consorcio, pois o sorgo é uma cultura bem importante para a produção tanto de silagem, para ser fornecida para animais, quanto para a produção de grãos, enquanto as forrageiras são essenciais para a alimentação animal de bovinos (Embrapa 2018).

Os índices de consorciação são ferramentas de medidas utilizadas para avaliar a eficiência e a produtividade de sistemas de consórcio de culturas. Esses índices são importantes para avaliar tanto a eficiência quanto a sustentabilidade em sistemas de consórcio de culturas e podem ser utilizados para: avaliar a produtividade e a eficiência

do uso da terra em um sistema, identificar as melhores possibilidades de combinações entre culturas para sistemas de consórcio, otimizar a gestão de recursos disponíveis e a avaliar uma tomada de decisões em sistemas agrícolas, esses resultados são ferramentas valiosas tanto para agricultores, pesquisadores e gestores agrícolas que procuram melhorar a produtividade e sustentabilidades de seus sistemas agrícolas.

Com isso, objetivou-se avaliar os principais índices de consorciação razão equivalente da terra (LER), a eficiência produtiva do sistema (EPS), a participação relativa do sorgo (PRS), a participação relativa do capim (PRC) entre sorgo solteiro, e em consórcio com as forrageiras *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Urochloa decumbens*, *Urochloa brizantha* cv. Piatã e *Urochloa ruziziensis*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A integração lavoura-pecuária (ILP) é uma estratégia agrícola que concilia a produção de grãos e pastagens mesma área, promovendo a recuperação da capacidade produtiva do solo e sustentabilidade do uso eficiente dos recursos naturais (Bendahan 2020), trazendo não só benefícios no aumento da produção, ajudando também a reduzir a necessidade de insumos externos e diminuindo o uso de defensivos agrícolas, a forrageira cobre o solo, impedindo a presença de plantas indesejáveis lavoura, ajuda a diminuir a temperatura do solo e melhora a absorção da água da chuva, ajuda na melhoria da fertilidade do solo e aumenta a biodiversidade da área. Este estudo visa avaliar a eficiência de diferentes consórcios entre culturas anuais e forrageiras, utilizando índices do cálculo de LER (Razão equivalente da terra) (Mead *et al*, 1980), o cálculo de EPS (Eficiência produtiva do sistema) (Concenção, G. *et al*, 2017), o cálculo PRS (Participação relativa do sorgo) (Concenção, G. *et al*, 2017), o cálculo PRC (Participação relativa do capim) (Concenção, G. *et al*, 2017), e a comparação das vantagens/desvantagens do consórcio em relação as solteiras como ferramentas de análise. Espera-se que os resultados deste estudo possam contribuir para a escolha de plantio utilizado, para tomadas de decisão na escolha das culturas utilizada e para a otimização do uso da terra na agricultura brasileira, particularmente no estado de Goiás, e para a promoção da sustentabilidade da agricultura e melhor aproveitamento da área utilizada.

2.1 ÍNDICE DO LER(RAZÃO EQUIVALENE DA TERRA)

O índice do LER (Land Equivalent Ratio) é uma medida que avalia a eficiência do uso da terra em sistemas de consórcio ou rotação de cultura comparado com a cultura anual em monocultura, ajudando a identificar as melhores combinações de culturas para sistemas de consórcio, podendo ser utilizado para avaliar a sustentabilidade de sistemas agrícolas (Mead *et al*, 1980).

O LER superior a 1 indica que o sistema de consórcio é mais produtivo e eficiente no uso da terra do que a monocultura, já o LER igual a 1 indica que o sistema de consórcio tem a mesma eficiência que o monocultivo, e se o LER inferior a 1 sugere o contrário. O resultado vai falar a eficiência no uso da terra do consorcio em relação ao plantio do sorgo em monocultura, se o resultado for acima de 1, vai indicar que o consórcio produziu mais que o sorgo em monocultura, resultado for igual a 1 mostra

que o sorgo em consórcio produziu o mesmo que o plantio em monocultura, já o resultado menor que 1 vai indicar que o sorgo em monocultura foi mais produtivo do que o seu plantio em consórcio. Sendo importante avaliar o objetivo principal do plantio, se for para grão o LER deve ser maior que 1 para que seja compensativo, já para o objetivo de pastagem o LER pode ser menor que 1

Para calcular o LER somamos a razão entre o rendimento de cada cultura em consórcio e o rendimento da mesma cultura em monocultura, usando a seguinte fórmula: (rendimento da cultura 1 em consórcio / rendimento da cultura 1 em monocultura) + (rendimento da cultura 2 em consórcio / rendimento da cultura 2 em monocultura).

2.2 CÁLCULO DE EPS (EFICIÊNCIA PRODUTIVA DO SISTEMA)

O cálculo de EPS (Eficiência produtiva do sistema) tem como objetivo avaliar o desempenho na produção de matéria seca de um plantio em consórcio em relação a um cultivo solteiro da cultura principal (Concenço, G. *et al*, 2017). Sendo um parâmetro de extrema importância para mensurar a eficiência e capacidade adaptativa no manejo utilizado,

O EPS superior a 1 indica que o consórcio se mostrou mais produtivo na produção de matéria seca que o sorgo em monocultura, já o EPS igual a 1 indica que tanto o consórcio, quanto o sorgo em monocultura produziu o mesmo percentual de material seca, e se o EPS for inferior a 1 indica que o sorgo em monocultura teve uma melhor produção de material seca do que o seu plantio em consórcio. Sendo importante avaliar o objetivo do plantio, uma vez que o valor agregado para o sorgo é superior ao valor da pastagem, se for para comercialização mesmo EPS sendo inferior a 1, pode ser mais vantajoso devido ao seu valor de comercialização, já se o objetivo for para alimentação do seu rebanho e interessando a EPS superior a 1, tendo um maior percentual de matéria seca.

Usando a seguinte formula para se calcular EPS: Ms total do consorcio (Biomassa total do sistema) / Ms total do sorgo solteiro (Biomassa do sorgo solteiro).

2.3 CÁLCULO DE PRS (PARTICIPAÇÃO RELATIVA DO SORGO)

O cálculo PRS (Participação relativa do sorgo) tem como objetivo quantificar qual foi a contribuição do sorgo na produção de matéria seca total produzida dentro do consórcio (Concenço, G. *et al*, 2017).

O PRS superior a 70% indica que o sorgo dominou o capim, já a PRS entre 40% e 70% indicam que houve equilíbrio entre as culturas em consórcio, e se a PRS for inferior a 40% indica que o capim dominou o sorgo. Sendo importante avaliar o objetivo do plantio, se for para a produção de sorgo e interessante que a PRS seja superior a 70%, já se o intuito do plantio for para pastagens, é necessário que a PRS seja inferior a 40%.

Usando a seguinte fórmula para se calcular PRS: $\text{Ms do sorgo (Biomassa do sorgo dentro do consórcio)} / \text{Ms total (biomassa total do consórcio)} \times 100$.

2.4 CÁLCULO DE PRC (PARTICIPAÇÃO RELATIVA DO CAPIM)

O cálculo PRC (Participação relativa do capim) tem como objetivo quantificar qual foi a contribuição do capim na produção de matéria seca total produzida no consórcio (Concenção, G. *et al*, 2017).

O PRC superior a 60% indica que o capim dominou o consórcio, já o PRC entre 30% e 60% indicam equilíbrio entre as culturas, já PRC inferior a 30% indicar que o sorgo dominou o capim. Sendo importante avaliar o objetivo principal do plantio, se for para a produção de pastagens é necessário que a PRC seja superior a 60%, já se o objetivo é para a produção de sorgo a PRC deve ser inferior a 30%.

Usando a seguinte fórmula para se calcular PRC: $\text{Ms do capim (biomassa do capim em consórcio)} / \text{Ms total (biomassa total do consórcio)} \times 100$.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Nerópolis - GO, Brasil (16° 26' 53.8" S e 49° 13' 12.3" W) em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (Embrapa, 2025), cujas características foram descritas na Tabela 1. Foi realizada calagem do solo para elevar a saturação de bases para 50%, com aplicação e incorporação de calcário dolomítico . Foi realizado as demais práticas de preparo do solo de forma convencional, realizado uma gradagens.

Tabela 1. Análise química e física do solo utilizado no experimento.

pH	M.O.	P-rem	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	V
(CaCl ₂)	g/kg	mg/L	---- mg/dm ³ ----		-----		cmolc/dm ³ -----			%
							--			
5,06	39,46	-	0,50	120	0,098	0,085	0	4,16	2,14	33,93
M	t	T	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila	Silte	Areia
%	-- mmol _c /dm ³ .				-----mg/dm ³ -----			-----g/kg-----		
0	2,14	6,30	0,03	2,52	98,66	33,01	0,88	398,7	145	456,3

P, K, Fe, Zn, Mn, Cu - Extrator Mehlich 1; Ca - Mg - Al - Extrator: KCl - 1 mol/L; H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0; B - Extrator água quente; P-rem = Fósforo Remanescente

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições e cinco tratamentos, os tratamentos consistiram no sorgo solteiro, sorgo + Capim Marandu na linha, sorgo + Capim Piatã na linha, sorgo + Capim Ruziziensis na linha e sorgo + Capim decumbens na linha.

A parcela experimental foi formada por quatro linhas, espaçadas de 0,50 m, com dois metros de comprimento. Foram consideradas como área útil as duas fileiras centrais, descartando-se 0,50 m de cada extremidade, perfazendo 4,0 m². A semeadura foi realizado dia 01 de novembro de 2025, utilizando a variedade do sorgo (BRS Ponta Negra), objetivando uma população de 200.000 plantas.ha⁻¹ e os capins das cultivares Decumbens, Piatã, Ruziziensis e Marandu. A adubação de plantio fornecido para todos os tratamentos 45,45 kg.ha⁻¹ de N, 388,88 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, e 33,33 kg.ha⁻¹ de K₂O sendo esta cobertura realizada aos 30 dias após emergência da cultura, utilizando ureia, super simples e KCl como fontes. No ato da colheita foram avaliados os seguintes parâmetros:

O cálculo da razão equivalnete da terra (LER) de acordo com Mead *et al*(1980) através das fórmulas:

$$\frac{\text{Rendimento da cultura 1 em consórcio}}{\text{Rendimento da cultura 1 em monocultura}} + \frac{\text{Rendimento da cultura 2 em consórcio}}{\text{Rendimento da cultura 2 em monocultura}}$$

O cálculo de eficiência produtiva do sistema (EPS) de acordo com (Concenço, G. *et al*, 2017) através das fórmulas:

$$\frac{\text{Ms total do consórcio}}{\text{Ms do sorgo solteiro}}$$

O cálculo de participação relativa do sorgo (PRS%) de acordo com (Concenço, G. *et al*, 2017) através das fórmulas:

$$\frac{\text{Ms do sorgo em consórcio}}{\text{Ms total do consórcio}} \times 100$$

O cálculo de participação relativa do capim (PRC%) de acordo com (Concenço, G. *et al*, 2017) através das fórmulas:

$$\frac{\text{Ms do capim em consórcio}}{\text{Ms total do consórcio}} \times 100$$

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando-se do programa de análise estatística R (R CORE TEAM, 2025).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No final do experimento foram obtidos os seguintes dados:

Tratamentos	Variáveis			
	Eficiência produtiva do sistema	Participação relativa do Sorgo (%)	Participação relativa do Capim (%)	LER parcial do sorgo
Sorgo + Capim Decumbens na linha	1,59	19,4	80,6	0,31
Sorgo + Capim Marandu na linha	1,17	0	100	0
Sorgo + Capim Piatã na linha	1,25	11,9	88,1	0,15
Sorgo + Capim Ruziziensis na linha	1,4	3,1	96,9	0,04

Na eficiência produtiva do sistema em todos os consórcios testados obteve resultados superior a 1, indicando resultado positivo no plantio, tendo a menor eficiência no consórcio com o marandu com 1,17, que mesmo sendo a inferior ainda e uma boa taxa, sendo acima de 1,10 já paga o manejo, e acima de 1,25 e considero muito eficiente.

Na participação relativa do sorgo obteve resultado negativo em todos os consórcios testados, com todos os resultados abaixo de 40%, tendo o capim dominante sobre o sorgo, tendo no marandu PRS de 0%.

Na participação relativa do capim obtivemos resultado positivo em todos os consórcios testados, com todos os resultados acima de 60%, tendo o capim dominante sobre o sorgo.

Na razão equivalente da terra em todos os consórcios testados obteve resultados inferior a 1, tendo o plantio do sorgo maior eficiência no seu plantio em monocultura.

O capim obteve um maior domínio sobre o sorgo, pelo sistema de plantio em consórcio, tendo uma alta competição entre as culturas resultando com o capim dominante

sobre o sorgo. Se tivesse sido utilizado o plantio em entrelinha, o sorgo teria tido uma melhor produção, em contrapartida o capim teria produzido menos.

5 CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos verificou-se uma maior dominância do capim sobre o sorgo em todos os consórcios testados, sendo o modelo de consórcio ideal para o foco em palhada e pastagem, não priorizando a produção de grãos. Os tratamentos com o consórcio com marandu não tiveram germinação de sorgo, por conta da alta agressividade dessa forrageira, com um vigor explosivo, germina rápido já abrindo suas folhas sombreando o sorgo, suas raízes são profundas e liberam exsudatos, aumentando ainda mais a competitividade entre as culturas.

A eficiência produtiva do sistema (EPS) teve um resultado positivo em todos os consórcios, tendo o consórcio com os capins decumbens 1,59, com o piatã de 1,25 e ruziziensis com 1,4 ficando todos acima de 1,25, sendo considerados como muito eficientes, já o marandu teve resultado de 1,17. Já a participação relativa do sorgo (PRS%) com o decumbens teve o resultado de 19,4%, com o marandu de 0%, com o piatã de 11,9% e com o ruziziensis de 3,1%, com um resultado negativo em todos os consórcios, tendo os capins dominantes sobre o sorgo. A participação relativa do capim (PRC%) com o decumbens teve o resultado de 80,6%, o marandu com o resultado de 100%, o piatã com o resultado de 88,1% e o ruziziensis com 96,9%, o resultado foi bem positivo, com os capins dominantes em todos os consórcios. Na Razão equivalente da terra (LER) com o decumbens teve o resultado de 0,31, com o marandu teve o resultado de 0, com o piatã teve o resultado de 0,15 e com o ruziziensis teve o resultado de 0,04, com resultados negativos em todos os consórcios, todos inferiores a 1, indicando maior eficiência do sorgo no plantio em monocultura.

REFERÊNCIAS

- ALTIERI. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1999.
- ALVARENGA, R.C *et al.* Inovações tecnológicas nos sistemas de Integração lavoura-pecuária-floresta ILPF. v. 10, n. 268, p. 267, 2012.
- ALVES, B. J. R. *et al.* Consorciação de culturas: uma abordagem agroecológica. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 10, n. 1, p. 5-18, 2015.
- BARCELLOS, *et al.* **Base conceitual, sistemas e benefícios da ILPF**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. p.23-37.
- BENDAHAN, *et al.* (2020). Integração lavoura-pecuária em Roraima: uma abordagem sustentável. **Embrapa Roraima**.
- COLLIER, Robert. O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia.
- CONCENÇO, *et al.* Eficiência produtiva de consórcio de sorgo e braquiária em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 16, n. 2, p. 245-258, 2017. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v16n2p245-258.
- CORDEIRO, *et al.* Integração lavoura-pecuária floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: **Embrapa**. Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas), 2015. p. 393
- EMBRAPA. Sorgo: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2018.
- GLIESSMAN. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: **Editora da UFRGS**, 2000
- MEAD, *et al.* The concept of a land equivalent ratio and advantages in yields from intercropping. **Experimental Agriculture**, v. 16, n. 3, p. 217-228, 1980.