

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
Autorização Decreto nº 9237/86. DOU 18/07/96. Reconhecimento:
Portaria 909/95, DOU 01/08-95
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS
CAMPUS III – JUAZEIRO



LEILTA GONÇALVES DA PENHA

**SORGO, MILHETO E FEIJÃO-GUANDU EM CULTIVO
CONSORCIADO E ROTACIONADO: EFEITOS NO SOLO E NAS
CULTURAS**

Juazeiro - BA

2022

TCC – CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA - DTCS-CAMPUS III

LEILTA GONÇALVES DA PENHA

**SORGO, MILHETO E FEIJÃO-GUANDU EM CULTIVO
CONSORCIADO E ROTACIONADO: EFEITOS NO SOLO E NAS
CULTURAS**

Monografia apresentada à Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB/DTCS Campus III, Curso de Engenharia Agrônômica, como um dos pré-requisitos para a disciplina de Trabalho de conclusão de curso – TCC.

Orientador: Prof. Dr. Ruy de Carvalho Rocha

Coorientador: Prof. Dr. Mario Adriano Ávila Queiroz

Juazeiro - BA

2022

TCC – CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA - DTCS-CAMPUS III

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CPI)
Regivaldo José da Silva/CRB-5-1169

P399s Penha, Leilta Gonçalves da

Sorgo, milheto e feijão-guandu em cultivo consorciado e rotacionado: efeitos no solo e nas culturas / Leilta Gonçalves da Penha. Juazeiro-BA, 2022.
23 fls.: il.

Orientador: Prof. Dr. Ruy de Carvalho Rocha.

Coorientador: Prof. Dr. Mario Adriano Ávila Queiroz.

Inclui Referências

TCC (Graduação – Engenharia Agrônômica) – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – DTCS. 2022.

1. Forrageiras. 2. Gramíneas. 3. Integração. 4. Leguminosas. 5. Produtividade. I. Rocha, Ruy de Carvalho. II. Queiroz, Mario Adriano Ávila. III. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – DTCS. IV. Título.

CDD: 633.20868

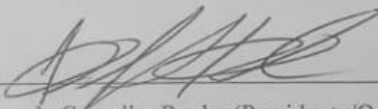
LEILTA GONÇALVES DA PENHA

**SORGO, MILHETO E FEIJÃO-GUANDU EM CULTIVO
CONSORCIADO E ROTACIONADO: EFEITOS NO SOLO E NAS
CULTURAS**

Monografia apresentada à Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, UNEB/DTCS Campus III, Curso de Engenharia Agrônômica, como um dos pré-requisitos para a disciplina de Trabalho de conclusão de curso – TCC.

Aprovado em 12/07/22.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Ruy de Carvalho Rocha (Presidente/Orientador)

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - III



Prof. Dr. Mario Adriano Ávila Queiroz (Coorientador)
Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)



Prof. Dr. Flávio José Vieira de Oliveira

Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - III

Juazeiro - BA

2022

TCC – CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA - DTCS-CAMPUS
III

DEDICATÓRIA

À minha mãe (avó) Maria Amélia de Matos (*in
memoriam*),
dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter suprido todas as minhas necessidades e permitindo esta conquista. À minha mãe Ivanilda, ao meu pai (avô) Antônio, à minha sogra Maria Cleide, e ao meu esposo Lucas pelo apoio durante todo esse tempo, pelo carinho, incentivo, e por tornar minha vida mais feliz e completa!

Aos amigos e amigas: Thamires, Tamara, Timoteo, Gabiane, Alessandro, Joyce Brito, Dayane, Quesia, Flaviano, aos membros da Igreja adventista do 7º dia do bairro Loteamento Recife e ao Grupo Vocal Elo pelo apoio acadêmico, grande amizade construída e contribuição até aqui para que fosse possível encerrar esse ciclo.

À meu orientador professor Ruy Carvalho pela sua calma e positividade e ao meu Coorientador, professor Mário Queiroz por ter me dado todo auxílio, disponibilidade e atenção.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco, pelo acesso aos Laboratórios de Química e Física do solo e de Bromatologia para realização das análises do experimento.

À todos os docentes da Universidade do Estado da Bahia pelo conhecimento transmitido que servirá de apoio para meu desenvolvimento profissional.

Por fim, esses são meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas citadas, por terem contribuído e feito parte dessa nova e importante etapa da minha vida. Obrigado!

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1: Precipitação (mm) durante o período experimental.	13
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produtividade da matéria fresca total (PMF-T) e seca (PMS-T) do sorgo, milho e feijão guandu em diferentes cultivos, no ano agrícola 2021/2022 no primeiro ciclo.....	16
Tabela 2: Características estruturais de forrageiras em diferentes cultivos, no ano agrícola 2021/2022 no primeiro corte.	18
Tabela 3: Características estruturais de forrageiras em diferentes cultivos, no ano agrícola 2021/2022 no segundo corte.....	19

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resultado da análise química do solo da área experimental.	10
Quadro 2: Médias de pH e condutividade elétrica (Ce) de solo de cultivo do milho, sorgo e guandu.....	15

SUMÁRIO

Resumo	4
Introdução.....	5
Revisão de Literatura.....	6
Objetivo	9
Objetivo Geral	9
Objetivos Específicos	10
Material e Métodos.....	10
Resultados e Discussões	14
Conclusões.....	20
Referências bibliográficas	20

Resumo

A utilização de forrageiras leguminosas com o sorgo ou milheto é algo recente no Brasil. O uso desses tipos de sistema integrado de produção de gramíneas e leguminosas contribui para aumentar e diversificar o material vegetal e a qualidade das pastagens, podendo influenciar no desenvolvimento das espécies em cultivo, através de melhorias químicas no solo, pela fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico. O objetivo do presente estudo é avaliar o sistema consorciado e rotacionado do feijão guandu com sorgo ou milheto como tecnologia de recuperação de áreas degradadas, com intuito de melhorar a produção e a qualidade da biomassa produzida. O estudo foi conduzido no Campus de Ciências Agrárias, na UNIVASF, localizado em Petrolina – PE. O solo é classificado como Neossolo Quartzarênico. O estudo iniciou-se em julho de 2020 e em julho de 2021 terminou-se a primeira etapa (primeiro ano agrícola). Em seguida as culturas foram implantadas novamente em setembro e outubro de 2021, dando início a segunda etapa (segundo ano agrícola), foram avaliados dois cortes, do sorgo – BRS Ponta Negra, milheto - BRS 1501 e o feijão guandu – BRS Mandarin, com sete tratamentos: cultivo de guandu solteiro (T1); sorgo solteiro (T2); milheto solteiro (T3); o consórcio de guandu e sorgo (T4); consórcio de guandu e milheto (T5); o rotacionado de guandu e sorgo (T6) e o rotacionado de guandu e milheto (T7), com seis repetições. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC). Sendo as variáveis avaliadas o pH e a Ce em água do solo, a produtividade e as características estruturais. O cultivo de guandu, milheto e sorgo, independente do sistema de cultivo, causou redução da condutividade elétrica do solo na camada de 0-20 cm e 20-40 cm. A cultura do sorgo em monocultivo foi a que apresentou maior rendimento em produtividade de matéria fresca em ambos os cortes. O consórcio entre milheto+guandu proporcionou maior produção de forragem em comparação com o monocultivo do guandu e milheto. O cultivo rotacionado das gramíneas não apresentou ganhos produtivos quando comparado ao monocultivo das mesmas.

Palavras-chave: forrageiras, gramíneas, integração, leguminosas, produtividade.

Introdução

A pecuária praticada no semiárido brasileiro é extremamente dependente da pastagem nativa do bioma Caatinga, que apresenta capacidade de suporte reduzida em decorrência da baixa disponibilidade de forragem e do manejo inadequado das espécies forrageiras. Desta forma, uma alternativa encontrada pelos produtores para minimizar tais problemas é a utilização de plantas forrageiras, que se devidamente manejadas e adubadas, podem apresentar boa persistência e inclusive elevar o seu nível de produtividade, permanecendo sustentáveis por muitos anos.

Em estudo realizado por Edvan et al. (2013) as plantas forrageiras apresentam uma enorme capacidade de rebrota e elevada produtividade e perenidade da cobertura vegetal, além do seu reconhecido valor forrageiro na região semiárida do Nordeste para alimentação animal, a exemplo do sorgo, milho e o feijão guandu cv. Mandarin.

As leguminosas forrageiras são plantas de uso múltiplo e justamente por esse motivo conseguem se destacar na eficiência do uso da terra nos sistemas de produção animal em pastagens (RESENDE & MOHALLEM., 2018). Os mesmos autores relatam que o feijão guandu traz características que contribuem bastante para a reforma de pastos ou aumento de produtividade, e a associação das espécies (gramínea e feijão guandu); tem contribuído positivamente para o valor nutritivo da dieta dos ruminantes, quando comparada à monocultura com gramíneas tropicais, exercendo um papel positivo no ecossistema do solo de pastejo, atuando como planta fitorremediadora. A cultura do feijão guandu é capaz de resistir a períodos de seca e de romper camadas compactadas de solo. Isso acontece por apresentar um sistema radicular profundo e ramificado, contribuindo dessa forma para uma melhor aeração do solo.

A introdução de leguminosas em pastagens de gramíneas é uma alternativa para suprir ou minimizar a deficiência de nitrogênio, aumentando a capacidade de suporte, prolongando a produtividade e prevenindo a degradação das pastagens (DEMINICIS, 2009).

O uso de leguminosas em consórcio com gramíneas reduz os gastos diretos com fertilizantes; aumenta a qualidade e a diversificação da dieta consumida pelos animais; melhora a disponibilidade de forragem pelo aporte de nitrogênio ao sistema por meio de sua reciclagem e transferência para a gramínea consorciada e aumenta também o período de utilização das pastagens (BARCELLOS et al., 2008).

Hegewald et al. (2018) define rotação de culturas como a recorrente sucessão de plantas ao longo do tempo em uma mesma área de cultivo, sendo amplamente utilizada em várias partes do mundo. A sua adoção promove benefícios agrônômicos tais como, a melhoria da fertilidade e conservação das estruturas do solo, aumento da disponibilidade e eficiência na utilização da água, redução de plantas invasoras, pragas e doenças (SALASSI et al., 2013). O que contribui para o maior desenvolvimento e produtividade das culturas, consequentemente maior lucratividade para o produtor (ZHAO et al., 2020).

O aumento da capacidade produtiva das culturas em sistemas agrícolas rotacionados é diretamente influenciado pela microbiota do solo, estes microrganismos benéficos são capazes de reduzir o número de microrganismos maléficos e, com isso contribuem para uma menor infestação de doenças nas culturas (CHAMBERLAIN et al., 2020). Esta microbiota é capaz de disponibilizar nutrientes para as plantas, por meio da decomposição de compostos orgânicos e de relações simbióticas com algumas culturas, o que favorece no crescimento e melhoria na performance das culturas (HEGEWALD et al., 2018; JARDIM et al., 2018).

Portanto, diante da necessidade de suplementar os animais na região do semiárido brasileiro, principalmente no período de estiagem prolongada (maio a novembro), torna-se necessário o estudo em condições de consórcio e rotacionado, entre plantas forrageiras adaptadas as condições da região, além de definir a estratégia de manejo adequado. Bem como, introduzir práticas sustentáveis no setor agrícola, pois é uma alternativa promissora que vêm ganhando destaque nos setores produtivos de diversas regiões do mundo e em diferentes condições climáticas, contribuindo na diminuição dos impactos causados ao ambiente com esses sistemas de cultivo e práticas de manejo adequada.

Revisão de Literatura

Feijão guandu cv. BRS Mandarin

O feijão guandu *Cajanus cajan* L. Millsp. cv BRS Mandarin foi desenvolvida pela Embrapa Sudeste de São Carlos-SP, pertencente à família Fabaceae e subfamília Faboideae, é uma leguminosa arbustiva anual ou semiperene. A sua origem ainda é motivo de controvérsia, divergindo entre o Continente Africano e a Índia (NENE; SHEILA, 1990). A produção de massa verde varia de 20 a 40 t ha⁻¹ (FORMENTINI *et al.*, 2008).

Como cultura de subsistência em áreas semiáridas, o feijão guandu é utilizado principalmente na forragicultura, por apresentar elevado potencial de produção de forragem, aliado ao alto valor nutritivo. Além de ser utilizado na alimentação humana na forma de farinha e de grãos, pode ser usado para os mais diversos fins, como na alimentação de animais domésticos e na pecuária, na recuperação de solos e áreas degradadas e renovação de pastagens (AZEVEDO et al., 2007). No período seco, apresenta-se verde, mantém sua produtividade, palatabilidade e aceitação pelos animais (RODRIGUES et al., 2004; BENEDETTI, 2005; SOUZA et al., 2007).

Como o seu sistema radicular é profundo e ramificado, a cultura do feijão guandu é capaz de resistir a períodos de seca e de diminuir a compactação dos solos, atuando como adubo verde, fazendo a manutenção da fitomassa e beneficiando a atuação dos micro-organismos heterotróficos do solo (ARAÚJO et al., 2019). Na planta de guandu, podem-se realizar de três a cinco cortes, espaçados de 100 a 120 dias, obtendo ao redor de 40 t ha⁻¹ MS em quatro cortes (COSTA et al., 1992).

Sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L.)

Segundo Buso et al. (2011) o sorgo *Sorghum bicolor* L. apresenta boa adaptação a ambientes salinos. A variedade de sorgo BRS Ponta Negra possui a característica de precocidade, com corte no ponto ideal para silagem próximo aos noventa dias após o plantio, enquanto outras cultivares atingem este ponto em cerca de cem dias (ANTUNES NETO et al., 2016).

O sorgo apresenta moderada resistência à seca, possui característica bromatológica semelhante ao milho, favorecendo o processo da ensilagem (TABOSA et al., 2012) e, elevada produtividade de biomassa com menor custo de produção, permitindo mais de um corte com uma única semeadura. Isto resulta em economia no preparo do solo, na semeadura, no uso de sementes, maior densidade de plantas e com produção de até 60% do primeiro corte (VON PINHO et al., 2007).

Além da elevada capacidade produtiva, o sorgo apresenta-se como uma cultura adaptada ao processo de ensilagem, por sua facilidade de cultivo e, especialmente, pela qualidade das silagens produzidas, sem necessidade de aditivos para estimularem a fermentação (ROCHA JR. et al., 2000).

Milheto (*Pennisetum glaucum* L.)

O milheto (*Pennisetum glaucum* L.) é uma cultura que vem se destacando nos últimos anos, por apresentar tolerância à seca, boa adaptabilidade a solos de baixo nível de fertilidade e elevada capacidade de extração de nutrientes (LINDAU; PEREIRA, 2009).

A cultura é capaz de vegetar em regiões com precipitações pluviométricas próximas a 400 mm anuais (BARROS et al., 2002). (LINDAU e PEREIRA, 2009) afirmam que a baixa exigência hídrica do milheto o coloca à frente do milho e do sorgo. Enquanto o milho e o sorgo necessitam, respectivamente, de 370 e 321g de água para cada grama de matéria seca produzida, o milheto precisa, dependendo das circunstâncias climáticas, de aproximadamente 300g de água.

Outra característica importante do milheto quando comparada ao milho e sorgo, é o curto ciclo fenológico. Segundo Maiti e Bidinger (1981), após a semeadura, a planta atinge o último estágio de crescimento (formação da camada escura no grão) de 65 a 75 dias, dependendo da cultivar utilizada. De acordo com Almeida (2011), essa cultura apresenta teores de matéria seca que variam de 12,16 a 33,21% e proteína bruta de 7,80% a 11,43 % nos cortes realizados entre 50 e 106 dias, respectivamente.

Importância do uso de espécies vegetais de cobertura do solo

O uso de espécies vegetais de cobertura do solo tem se tornado de grande importância quando se trata de manejo agrícola, visto que estas espécies recuperam e mantêm a qualidade do solo, propiciando melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas (CORRÊA et al., 2014). O manejo adequado do solo é um fator de grande importância quando se busca a produção agrícola sustentável dentro de uma propriedade. Assim, o acompanhamento da dinâmica da biomassa microbiana, pode evidenciar o efeito que o manejo do solo exerce nos microrganismos e, conseqüentemente, na ciclagem dos nutrientes no solo (BALOTA et al., 2003; NOGUEIRA et al., 2006; KASCHUK et al., 2011).

Indicadores de qualidade do solo: pH e condutividade elétrica

Em Grattan et al. (2004), há três linhas de pesquisa para estudos sobre a qualidade do solo:

- 1) Busca de atributos do solo como indicadores de qualidade do solo (IQS);

2) Matéria orgânica do solo como IQS;

3) Sistema solo-planta gerando resultados que indicaria a QS.

Os autores concluem que o grande avanço é abordar o solo de forma sistêmica, pois é fundamental identificar como obter qualidade do solo ao invés de identificar atributos para medi-la. Portanto, a qualidade do solo está integrada às plantas e à biota edáfica e o seu funcionamento deve se basear nos princípios da termodinâmica do não-equilíbrio, ciência que rege os sistemas abertos.

Pode-se concluir que os sistemas agrícolas que devem favorecer a qualidade do solo são os que cultivam plantas intensamente, sem o revolvimento do solo e cultivando espécies diferentes (VEZZANI; MIELNICZUK, 2009). Algumas propostas para avaliação da qualidade do solo já foram realizadas e a maior parte dos estudos propõem variáveis como IQS, contudo como prestador de auxílio à avaliação de terras degradadas, estimando necessidades de pesquisa, de financiamentos e para que o manejo do solo seja melhor realizado (NIEMEYER et al., 2012).

Para o monitoramento das alterações do solo decorrentes do manejo, é muito importante a escolha das características que devem ser utilizadas como indicadores da qualidade do solo.

Na determinação da condutividade elétrica quanto maior a condutividade, maior a concentração de sais presentes na solução. À medida que o conteúdo total de sais aumenta, os problemas no solo e nas plantas se agravam.

O pH do solo é influenciado pelos diferentes sistemas de cultivo, devido a presença de matéria orgânica nos sistemas, capacidade de infiltração de água que leva a lixiviação de bases, permanecendo nos solos os elementos constituintes da acidez.

Objetivo

Objetivo Geral

Avaliar o sistema consorciado e rotacionado do feijão guandu com sorgo ou milheto como tecnologia de recuperação de áreas degradadas, com intuito de melhorar a produção e a qualidade da biomassa produzida.

Objetivos Específicos

- Avaliar a porcentagem da fração estrutural para milho - BRS 1501, sorgo - Ponta Negra e feijão guandu - BRS Mandarin em cultivo solteiro, consorciado ou rotacionado.
- Determinar a produtividade de matéria fresca e seca do sorgo – BRS Ponta Negra, milho - BRS 1501 e feijão guandu – BRS Mandarin em cultivo singular, consorciado ou rotacionado.
- Quantificar os valores de pH e CE do solo como indicadores de qualidade.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido no Campus de Ciências Agrárias, na UNIVASF, localizado em Petrolina – PE. O solo da área experimental é classificado como Neossolo Quartzarênico, segundo a classificação textural de Lemos e Santos (1996), de acordo com a análise de solo realizada no laboratório Plant Soil (Quadro 1). Resultado físico do solo (0-20 e 20 a 40 cm), respectivamente: densidade do solo (1,48 e 1,46 kg/dm³); densidade da partícula (2,37 e 2,35 kg/dm³); porosidade (42,1 e 36,3%); areia (816,3 e 759,2 g/kg); silte (127,5,2 e 143,2 g/kg) e argila (56,1 e 97,5 g/kg).

Quadro 1: Resultado da análise química do solo da área experimental.

Amostra	cmol/dm ³								%
	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	S (bases)	H+Al	T	Al ³⁺	V
0 - 20 cm	0,2	1,83	0,3	0,06	2,39	0,82	3,21	0,01	74,4
20 – 40 cm	0,11	1,61	0,31	0,08	2,11	1,06	3,17	0,41	66,5

Extratores: * P, K e Na → Mehlich (HCl + H₂SO₄) * Ca, Mg e Al → KCl 1M

Cálculos: S_b = Ca+Mg+Na+K T = S_b+(H+Al) V% = (S/T)x100

Amostra	Ext. Sat. C.E./25°C dS/m	g/kg Mat. org.	m(%)	pH (H ₂ O) 1:2,5	mg/dm ³ P	SAT Ca ²⁺ (%)	SAT Mg ²⁺ (%)	SAT Na ⁺ (%)	SAT K ⁺ (%)
0 -20 cm	0,65	13,3	0,5	5,25	1,0	57,1	9,3	1,8	6,2
20 – 40 cm	0,45	5,8	16,2	4,5	0,55	50,7	9,7	2,5	3,4

O estudo iniciou-se em julho de 2020, e findou a primeira etapa (primeiro ano agrícola) em julho de 2021. Em setembro e outubro de 2021 as culturas foram implantadas novamente, dando início a segunda etapa (segundo ano agrícola), onde foram avaliados dois cortes, do sorgo – BRS Ponta Negra, milho - BRS 1501 e o feijão guandu – BRS Mandarin, com sete tratamentos: cultivo de guandu solteiro (T1); sorgo solteiro (T2); milho solteiro (T3); o consórcio de guandu e sorgo (T4); consórcio de guandu e milho (T5); o rotacionado de guandu e sorgo (T6); e o rotacionado de guandu e milho (T7), com seis repetições. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC).

O espaçamento utilizado foi 0,20 x 1,60 m, para todos os tratamentos, com uma população total de 31250 plantas ha⁻¹, as linhas do feijão guandu e da cultura consorciada (gramínea) foram semeadas de forma alternadas. No milho, sorgo e guandu foram realizados 4 cortes durante o primeiro ano, exceto o guandu consorciado ao milho, que foram 3 cortes. Na cultura do guandu foi realizada somente um plantio durante o primeiro ano, enquanto no milho e no sorgo foram realizados 2 plantios.

A adubação do primeiro corte foi realizada utilizando a filosofia de correção-manutenção, visando o aumento dos teores do solo de acordo com as recomendações de Cavalcante et al. (2008) para as culturas do sorgo, milho e feijão guandu. Nos ciclos seguintes utilizou-se a recomendação de restituição utilizando as quantidades de nutrientes acumulados pelas culturas, de acordo com o Baggio & carpanezi, (1997), e os índices de aproveitamento médio de 60%, 30% e 70% para N, P e K (YAMADA E LOPES, 1998), respectivamente e a produtividade alcançada no corte anterior.

Para estimar o requerimento de um nutriente pela cultura, esse as recomendações dependeram inicialmente de informação sobre a produtividade esperada para o primeiro corte, com base na recomendação de adubação. Assim a recomendação de doses de N, P₂O₅ e K₂O, em kg/ha, para o sorgo forrageiro em função dos teores de P e K no solo e expectativas de produtividades (modificado por ALVES et al. 1999), considerando 100% da adubação e

uma produtividade esperada < 50 t/ha de MF. Foi aplicado N: 90 kg/ha; o P₂O₅: 70 kg/ha e o K₂O: 60 kg/ha. Para os micronutrientes: 2,60 kg/ha de Zn, 1,78 kg/ha de B e 0,25 kg/ha de Cu (aplicado somente no primeiro corte).

Para o Milheto as recomendações de adubação foram com base na finalidade de exploração (forragem) e na análise de solo (adaptado de CANTARUTTI et al. 1999; SOUSA & LOBATO 2004). Para o primeiro corte foi aplicado para os macronutrientes: 110 kg/ha de N; 60 kg/ha de P₂O₅; 40 kg/ha de K₂O. E para os micronutrientes: 2,60 kg/ha de Zn; 1,78 kg/ha de B e 0,25 kg/ha de Cu (aplicado somente no corte de semeadura). Para a cultura do feijão guandu cv. Mandarin recomenda-se para o 1º corte (considerando ciclo de 120 dias): não aplicar N; 35 kg/ha de P₂O₅; 40 kg/ha de K₂O; 7,60 kg/ha de Ca e 10,30 kg/ha de Mg para os macronutrientes. Enquanto os micronutrientes: 1,30 kg/ha de Zn; 0,89 kg/ha de B e 0,12 kg/ha de Cu.

Na rebrota (2º corte) foi utilizada a seguinte estratégia: repor os nutrientes do corte anterior. Assim, foi aplicado os fertilizantes em função da extração dos nutrientes na biomassa produzida no corte anterior, sendo, o sorgo, 174,82 kg/ha de N; 87,39 kg/ha de P₂O₅; 157,31 kg/ha de K₂O; 26,20 kg/ha de Ca; e 13,15 kg/ha de Mg por tonelada de MS produzida. Para o milheto utilizou-se a seguinte estratégia: 147,21 kg/ha de N; 93,38 kg/ha de P₂O₅; 247,02 kg/ha de K₂O; 26,30 kg/ha de Ca e 14,30 kg/ha de Mg por tonelada de MS produzida. O feijão guandu foi definido da seguinte maneira: 57,72 kg/ha de P₂O₅; 29,09 kg/ha de K₂O; 12,55 kg/ha de Ca e 19,47 kg/ha de Mg por tonelada de MS produzida, visto que, não foi aplicado os micronutrientes no 2º corte.

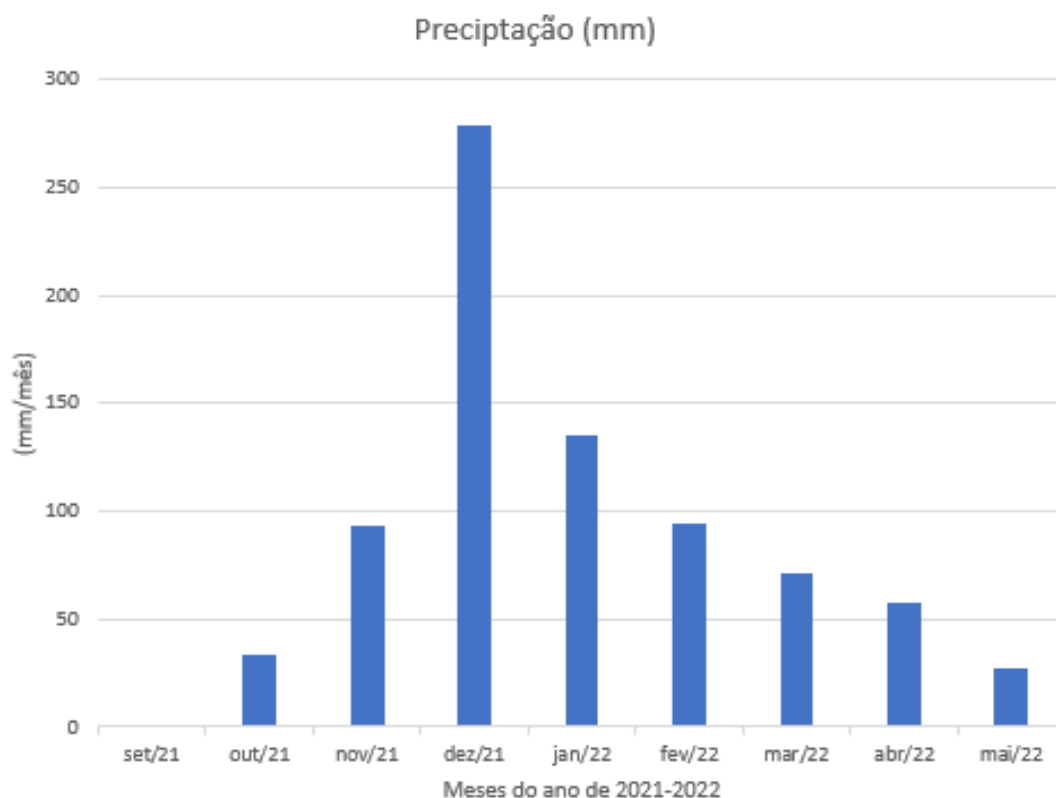
No sistema de manejo sem revolvimento, a biomassa forrageira das plantas cultivadas foi destinada à alimentação animal, foram mantidos apenas o sistema radicular das culturas. Somente ao final do primeiro ano agrícola (2020/2021) foi feito a rotação das culturas, sendo implantado o milheto e sorgo onde havia o cultivo do guandu solteiro.

A área total do experimento é de 728 m² e cada parcela tem medida de 52 m². A área útil da parcela foi constituída pelas duas linhas centrais de cada cultura (guandu e milheto ou sorgo), desprezando-se as plantas das extremidades.

Foi aplicado 288 mm de lâmina bruta de água em todo o ciclo (1º e 2º corte), ocorreu uma precipitação natural de 791,5 mm (gráfico 1), totalizando 1079,5 mm/ciclo de lâmina de água. O sistema de irrigação utilizado é por gotejamento, com fitas posicionadas próximas às linhas de cultivo, e os gotejadores espaçados a 0,2 m, com vazão de 1,6 L h⁻¹ a 1 atm, com

diâmetro nominal (DN) de 13 mm e coeficiente de distribuição de 93%. A água utilizada na irrigação foi proveniente do Rio São Francisco.

Gráfico 1: Precipitação (mm) durante o período experimental.



Fonte: Própria autoria, 2022.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo programa computacional software - SAS (2008), para análise de variância, teste F, e, obtida a significância, realizará o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade para a comparação de médias, em cada variável.

Respostas produtivas e estruturais

Os cortes foram realizados a altura de 10 cm da superfície do solo para a cultura do sorgo e o milho, enquanto o guandu foi cortado na altura de 20 cm. Em cada repetição amostral foi avaliada as características produtivas e estruturais das plantas.

A altura das plantas (AP) foi determinada por meio do uso de trena com 3 m de comprimento, graduada em centímetros, medindo-se na parte central da planta desde o nível do solo até as extremidades dos ramos (meristemas apicais); e/ou parte reprodutiva das gramíneas.

O material colhido em cada repetição foi pesado para obtenção da produção da matéria fresca total (PMF-T), posteriormente fracionada em folhas; caule e/ou colmo; espiguetas e/ou panícula. Após o corte, parte do material foi fracionado e armazenado em sacos de papel, devidamente identificados, posteriormente pesados e acondicionados em estufa de ventilação forçada durante 72 horas, a temperatura de 55°C, pesados para a obtenção de seu teor de matéria seca (MS) e porcentagem (% MS). A massa desses componentes foi determinada a partir do peso de cada fração, em função de seu respectivo teor de MS, multiplicado pelo número de plantas e estimando a produção por hectares.

Coleta de solo para a determinação do pH e condutividade elétrica

A coleta para a caracterização do solo foi realizada antes do início do experimento, a partir de amostras retiradas nas camadas de (0-20 e 20-40 cm de profundidade). Coletou-se 4 amostras simples que foram homogeneizadas no balde para a retirada da amostra composta.

Novas coletas de solo foram realizadas no corte da rebrota (2º corte), para a cultura do sorgo, milho e o guandu. Estas coletas têm como objetivo avaliar a condutividade elétrica (CE) e o pH. Nesta situação foram apenas 4 repetições por tratamento, sendo na linha de cultivo e nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. As coletas das amostras do solo foram com trado, depois de secadas à sombra, foram homogeneizadas e passadas em peneiras de 2 mm de malha. Os teores de pH disponíveis foram determinados segundo métodos descritos em EMBRAPA (1979).

Resultados e Discussões

Observou-se no Quadro 2, que após o cultivo das culturas houve um decréscimo nos valores da condutividade elétrica nas diferentes profundidades do solo. No entanto, os valores de pH na camada de 0-20 cm mantiveram-se superior (5.0), mas na camada 20-40 cm os valores de pH foram inferiores a 5,0. A condutividade elétrica medida após o cultivo decresceu em todos os tratamentos, isso pode ter ocorrido devido ao período chuvoso, de

outubro a maio de 2022 ou pela capacidade fitorremediadora das plantas cultivadas, a exemplo o guandu (AZEVEDO et al., 2007). O efeito de lavagem do solo, em decorrência da chuva, foi similar ao observado em outros estudos (MURTAZA et al., 2006; ASSIS JÚNIOR et al., 2007). Esse resultado reforça a necessidade de utilização de estratégias de manejo, como a aplicação alternada de águas de baixa e alta salinidade em diferentes estádios do ciclo das culturas (NEVES et al., 2009), utilização de lâminas de lixiviação (ASSIS JÚNIOR et al., 2007), e a rotação de culturas (MURTAZA et al., 2006), dentre outras.

Quadro 2: Médias de pH e condutividade elétrica (Ce) de solo de cultivo do milho, sorgo e guandu.

Cultura	Sistema de cultivo	pH água	Ce dS/m	pH água	Ce dS/m
		-----0-20 cm-----		-----20-40 cm-----	
		Julho de 2020 (antes do cultivo)			
		5.25	0.645	4.45	0.450
Maio de 2022 (após o final do ciclo)					
Guandu	Monocultivo	5.43	0.328	4.92	0.319
	Consoiciado com Milheto	5.16	0.349	4.87	0.314
	Consoiciado com Sorgo	5.25	0.349	4.94	0.341
Milheto	Monocultivo	4.91	0.456	4.8	0.349
	Consoiciado	5.36	0.339	4.83	0.345
	Rotacionado	4.98	0.383	4.65	0.358
Sorgo	Monocultivo	5.5	0.371	4.98	0.346
	Consoiciado	5.17	0.453	5.02	0.39
	Rotacionado	5.12	0.429	4.87	0.367
Média		5.21	0.384	4.87	0.347

A produção de matéria fresca total (PMF-T), seca total (PMS-T) e relação F/C apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) em relação aos diferentes tratamentos nos dois cortes. As maiores produções para a PMF-T foram observadas para as culturas do monocultivo do sorgo ($34.529,03 \text{ kg ha}^{-1}$) e o sorgo rotacionado ($32.535,53 \text{ kg ha}^{-1}$) no primeiro corte, enquanto no segundo corte foi para o monocultivo do sorgo ($29.646,54 \text{ kg ha}^{-1}$) na tabela 1. Em trabalho de Gut (2018), avaliando consórcio de milho + feijão guandu aos 110 dias, encontraram $36.933,33 \text{ kg/ha}$ de matéria verde, $13.986,14 \text{ kg/ha}$ de matéria seca.

Em trabalho de Câmara & Godoy (2019) o feijão guandu cv. Mandarin apresentou produção de matéria seca (PMS) de $10,61 \text{ t ha}^{-1}$, similar a produção do ciclo do guandu no presente estudo. Para o sorgo cv. Ponta negra tem apresentado PMS de $12,07 \text{ t ha}^{-1}$

(PERAZZO, et al. 2013), 16,36 t ha⁻¹ (CÂNDIDO, et al. (2015), 19,70 t ha⁻¹ (SANTOS, et al. 2013) e 12,43 t ha⁻¹ (ANTUNES NETO, et al., 2016) no primeiro corte, valores estes produtivos superiores ao presente estudo. Entretanto, a população de plantas utilizada foi de apenas 31250 plantas ha⁻¹ (para manter as condições adequadas de competitividade e equidade nos diferentes sistemas de cultivo, solteiro e consorciado) e os pássaros consumiam a maioria dos grãos. Para o milho foi relatado por Araújo et al. (2013) produção de 2,41 t ha⁻¹/corte, resultados inferiores ao encontrado no presente estudo e por esse motivo podemos aferir que a presente área está apresentando condições adequadas de cultivo.

Tabela 1: Produtividade da matéria fresca total (PMF-T) e seca (PMS-T) do sorgo, milho e feijão guandu em diferentes cultivos, no ano agrícola 2021/2022 no primeiro ciclo.

	Sistema de cultivo	PMF-T	PMS-T	Rel F/C	PMF-T	PMS-T	Rel F/C
		(kg ha ⁻¹)			(kg ha ⁻¹)		
		------(1° corte) -----			------(2° corte) -----		
Guandu	Monocultivo	19634.16 aC	6920.97 aBC	0.80 aA	6740.02 aE	2373.49 aE	1.96 aA
	Consoiciado com Milheto	14285.11 b	5679.10 ab	0.64 b	4185.93 b	1452.71 b	1.28 b
	Consoiciado com Sorgo	12240.97 b	5002.15 b	0.61 b	4485.39 b	1477.48 b	1.29 b
Milheto	Monocultivo	16975.47 aC	5457.43 aC	0.22 aC	11084.36 aCD	3352.04 aD	0.41 aB
	Consoiciado	7757.75 b	2664.80 b	0.27 a	6414.52 c	2024.85 c	0.36 a
	Rotacionado	16969.4 aC	5488.64 aC	0.23 aC	8892.66 bDE	2737.59 bD	0.39 aB
Sorgo	Monocultivo	34529.03 aA	9291.66 aA	0.48 aB	29646.54 aA	11202.99 aA	0.31 aB
	Consoiciado	14365.64 b	3903.16 b	0.47 a	9374.4 c	3732.71 c	0.39 a
	Rotacionado	32535.53 aA	9292.03 aA	0.45 aB	23101.82 bB	7330.80 bB	0.39 aB
Consoício Milheto+Guandu		22042.86 BC	8243.91 AB	0.52 B	10600.45 CDE	3477.57 D	0.66 B
Consoício Sorgo+Guandu		26606.61 B	8905.31 AB	0.55 B	13859.79 C	5210.19 C	0.57 B

F/C = relação folha/colmo e/ou caule. *Valores seguidos de mesma letra, maiúscula na coluna (comparação entre os tratamentos) e minúscula na coluna (comparação entre o monocultivo e o consórcio e/ou rotacionado) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Entretanto, a melhor relação F/C foi para o monocultivo do guandu (MG) (0,80 e 1,96), vale ressaltar que o guandu não chegou no estágio reprodutivo (grãos) e que o melhor desempenho do monocultivo do guandu está relacionado a menor competição por luz pelas plantas, e assim as plantas consorciadas direcionaram os seus nutrientes e fotoassimilados para o desenvolvimento do caule. Mas ressaltamos o incremento da folha oriunda do guandu nos consórcios com milho e sorgo (0,52; 0,55 e 0,66; 0,57), respectivamente no primeiro

e segundo corte. A folha das plantas forrageiras comparado ao colmo/caule são mais digestíveis e mais nutritivas quando utilizada para a alimentação animal.

O monocultivo do milho e o guandu no primeiro corte foram os tratamentos que apresentaram os menores rendimento de PMF-T, o milho consorciado com a leguminosa mostrou o aumento de produção. Segundo Menezes et al. (2009), o consórcio pode proporcionar melhor produção de matéria seca em comparação as espécies isoladas. Essa resposta é resultante do aprimoramento da biodiversidade através de efeitos de facilitação e complementaridade entre as culturas, capaz de elevar o rendimento do sistema quando comparado ao monocultivo (BROOKER et al., 2014). No entanto, tal benefício não foi observado para a cultura do sorgo consorciada com o guandu, fato este devido ao menor rendimento produtivo (kg/ha) do guandu em monocultivo.

Vale ressaltar o menor rendimento da cultura do sorgo quando cultivada em consórcio e rotacionado com o guandu, fato este que pode ter relação a condutividade elétrica (Ce) e pH do solo cultivado, como mostrado no quadro 2.

Os diferentes rendimentos de fitomassa observados no presente estudo, também podem estar associados ao período de manejo (corte) e/ou ao ciclo vegetativo das plantas, uma vez que, quanto maior o ciclo vegetativo, maior a quantidade de fitomassa produzida (PISSINATI et al., 2018).

O benefício no desempenho produtivo do consórcio gramínea-leguminosa pode estar relacionado a ciclagem de nitrogênio proveniente da fixação biológica oriunda da relação simbiótica entre bactérias e raízes das leguminosas. Assim, durante o desenvolvimento das culturas, o nitrogênio fixado biologicamente beneficia as culturas não leguminosas, como já relatado em outros estudos (WANG et al., 2020; THILAKARATHNA et al., 2016). Wang et al. (2019) verificaram transferência de nitrogênio para a cultura do milho variando de 15,4 a 21,5% do nitrogênio fixado pela alfafa. Thilakarathna et al. (2016) relaram transferência de até 18,5% do nitrogênio fixado de trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.) para grama azul (*Poa pratensis* L.).

Houve diferença entre o monocultivo do sorgo e os consórcios com guandu + sorgo e guandu + milho. Contudo, de uma perspectiva conservacionista, os consórcios tornam-se mais interessantes, sobretudo pela diversificação das espécies utilizadas e pela fixação biológica de nitrogênio promovida pelas bactérias fixadoras de N atuantes nas raízes das leguminosas (PISSINATI et al., 2018), podendo reduzir a necessidade de fertilização nitrogenada e aumentar o rendimento das culturas subsequentes (SCOPEL et al., 2013).

Para as frações de colmo, folha, panícula, espiguetas e a altura da planta não apresentaram efeito significativo ($P>0,05$) quando comparado as médias isoladas da mesma cultura entre os três sistemas (monocultivo, consorciado e rotacionado), exceto, a fração do caule e a folha para a cultura do feijão e a altura da planta tanto para o milho como o sorgo apresentaram efeito ($P<0,05$) (tabela 2). O monocultivo do feijão guandu nas frações caule e folha apresentou valores inversos do que o guandu consorciado com o milho e sorgo.

Tabela 2: Características estruturais de forrageiras em diferentes cultivos, no ano agrícola 2021/2022 no primeiro corte.

Cultura	Sistema de Plantio	Colmo	Caule	Folha	Panícula	Espiguetas	Alt (cm)
		% MS 1º corte					
Guandu	Monocultivo	-	55.42 b	44.57 aA	-	-	243.25 aB
	Consorciado com Milheto	-	60.86 a	39.13 b	-	-	246.22 a
	Consorciado com Sorgo	-	62.03 a	37.96 b	-	-	242.12 a
Milheto	Monocultivo	68.00 aA	-	15.20 aC	-	16.79 a	227.25 aB
	Consorciado	65.52 a	-	17.46 a	-	17.00 a	203.33 b
	Rotacionado	66.77 a	-	15.36 a	-	17.85 a	212.33 b
Sorgo	Monocultivo	63.72 aA	-	30.08 aB	6.18 a	-	283.67 aA
	Consorciado	62.26 a	-	29.45 a	8.28 a	-	262.29 b
	Rotacionado	63.42 a	-	28.38 a	8.18 a	-	274.49 ab

Alt = altura da planta (cm). *Valores seguidos de mesma letra, maiúscula na coluna (comparação entre os monocultivos) e minúscula na coluna (comparação entre o monocultivo e o consórcio e/ou rotacionado) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Sendo a altura com (227,25; 283,67 cm) no monocultivo; e (203,33; 262,29 cm) no consorciado; e rotacionado (212,33; 274,49 cm), respectivamente, milho e sorgo (tabela 2). Contudo não apresentou efeito ($P>0,05$) para os diferentes cultivos do guandu, mas para a fração caule e folha ocorreu uma menor proporção da fração caule para o feijão guandu solteiro compara aos consorciados com milho e sorgo como observados na tabela 1, para a relação F/C, entretanto não pode se afirmar que ocorreu um alongamento das plantas consorciadas, tendo em vista que não diferiu ($P>0,05$) a altura entre os diferentes sistemas (monocultivo, consórcio milho e sorgo). Isso ocorre devido ao milho e sorgo terem hábito de crescimento mais ereto em relação ao feijão guandu, onde o alongamento do colmo interfere significativamente na estrutura da biomassa forrageira, prejudicando a qualidade com uma baixa relação de F/C (tabela 1), e assim, proporciona menor acúmulo de MS de lâmina, conforme observado no guandu consorciado com as gramíneas no presente estudo.

Na tabela 3, para as frações de colmo, folha, panícula, espiguetas e a altura da planta não apresentaram efeito significativo ($P>0,05$) quando comparado as médias isoladas da mesma cultura entre os três sistemas (monocultivo, consorciado e rotacionado), exceto, altura da planta tanto para o sorgo e o feijão guandu apresentaram efeito ($P<0,05$), bem como a fração do caule e folha para a cultura do feijão guandu. O monocultivo do feijão guandu nas frações caule e folha apresentou valores inversos do que os consórcios de milho e sorgo, semelhante ao primeiro corte, contudo com maior participação da fração folha.

Tabela 3: Características estruturais de forrageiras em diferentes cultivos, no ano agrícola 2021/2022 no segundo corte.

Cultura	Sistema de Plantio	Colmo	Caule	Folha	Panícula	Espiguetas	Alt (cm)
		% MS 2° corte					
Guandu	Monocultivo	-	34.19 b	65.80 aA	-	-	126.47 bC
	Consortiado com Milheto	-	45.05 a	54.94 b	-	-	134.00 ab
	Consortiado com Sorgo	-	44.47 a	55.52 b	-	-	144.80 a
Milheto	Monocultivo	52.87 aB	-	21.64 aB	-	25.47 a	160.33 aB
	Consortiado	56.42 a	-	20.22 a	-	23.43 a	153.33 a
	Rotacionado	54.10 a	-	21.22 a	-	24.66 a	164.08 a
Sorgo	Monocultivo	63.12 aA	-	18.86 aB	18.01 a	-	235.52 aA
	Consortiado	55.87 a	-	20.80 a	23.32 a	-	205.91 b
	Rotacionado	53.57 a	-	20.83 a	25.59 a	-	213.66 ab

Alt = altura da planta (cm). *Valores seguidos de mesma letra, maiúscula na coluna (comparação entre os monocultivos) e minúscula na coluna (comparação entre o monocultivo e o consórcio e/ou rotacionado) não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Sendo a altura do feijão guandu no sistema de plantio consorciado com sorgo apresentou o maior valor (144,80 cm) e a menor altura (126,47 cm) do monocultivo, enquanto o cultivo consorciado com milho (134,00 cm) não diferiu ($P>0,05$) dos demais. A cultura do sorgo no sistema monocultivo apresentou as maiores médias para a altura da planta (235,52 cm), o sistema consorciado apresentou a menor altura (205,91 cm), enquanto o rotacionado com altura de (213,66 cm) não diferiu dos demais.

As plantas utilizadas para o sistema rotacionado, além de apresentar crescimento rápido (PERREIRA et al., 2018), produzir quantidade elevada de matéria seca e apresentar permanência sobre a superfície do solo (SOUSA et al., 2019). E apresentar sistema radicular profundo, a exemplo do feijão guandu, que explora o solo em camadas profundas e é uma

espécie que apresenta elevada produção de fitomassa (12 a 19 ton/ha). A finalidade da produção de fitomassa é determinante para a escolha das espécies cultivada no ano anterior.

Conclusões

O cultivo de guandu, milheto e sorgo, independente do sistema de cultivo, causou redução da condutividade elétrica do solo na camada de 0-20 cm e 20-40 cm;

A cultura do sorgo em monocultivo foi a que apresentou maior rendimento em produtividade de matéria fresca em ambos os cortes;

O consórcio entre milheto+guandu proporcionou maior produção de forragem em comparação com o monocultivo do guandu e milheto.

O cultivo rotacionado das gramíneas não apresentou ganhos produtivos quando comparado ao monocultivo das mesmas.

Referências bibliográficas

ALMEIDA, G. B. S. **Produtividade, composição morfológica, perdas fermentativas e valor nutritivo do milheto para produção de silagem**. 2011. 107p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2011.

ANTUNES NETO, O. et al. Produção de silagem de sorgo BRS Ponta Negra em pequenas propriedades no Norte de Minas Gerais. In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: **anais**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.

ANTUNES NETO, O. et al. Produção de silagem de sorgo BRS Ponta Negra em pequenas propriedades no Norte de Minas Gerais. In: Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31., 2016, Bento Gonçalves. Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: **anais**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016.

ARAÚJO, B. de A.; MOREIRA, F. J. C.; GUEDES, F. L. Emergência e crescimento inicial de feijão guandu em função dos substratos e salinidade da água de irrigação.

Revista Agrária Acadêmica, v.2, n.4, Jul/Ago 2019.

ASSIS JÚNIOR, J.O. et al. Produtividade do feijão-de-corda e acúmulo de sais no solo em função da fração de lixiviação e da salinidade da água de irrigação. **Eng Agríc**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.702-713, 2007.

AZEVEDO, R. L.; RIBEIRO, G. T.; AZEVEDO, C. L. L. Feijão Guandu: Uma planta multiuso. **Revista da Fapese**, v. 3, n. 2, p.81-86, jul./dez. 2007.

BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, A. A. EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES NA EXPLORAÇÃO DE BRACATINGAIS. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.34, p.3-15, jan./jun. 1997.

BALOTA, E.L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D.S.; DICK, R.P. Microbial biomass in soils under different tillage and crop rotation systems. **Biology and Fertility of Soils**, v.38, p. 15-20, 2003.

BARCELLOS, A. et al. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos. **SciELO Brasil**, v. 37, p. 67, 2008.

BARKER, R. E; FRANK, A. B.; BERDAHL, J. D. Cultivar and clonal differences for water use efficiency and yield in four forage grasses. **Crop Science**, v.29, p.58-61, 1989.

BARROS, C. O. PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R. et al. Rendimento e composição química do Capim-Tanzânia estabelecido com milho sob três doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 26, n. 5, p. 1068-1075, 2002.

BENEDETTI, E. **Leguminosas na produção de ruminantes nos trópicos**. Uberlândia, MG: EDUFU, 2005. 118 p.

BROOKER RW et al. (2014). Improving intercropping: a synthesis of research in agronomy, plant physiology and ecology. **New Phytologist**, 206: 107-117.

BUSO, W.H.D.; MORGADO, H.S.; SILVA, L.B.; FRANÇA, A.F.S. Utilização do sorgo 374 forrageiro na alimentação animal. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.5, 375 n.23, 2011.

CÂMARA, T. M. M.; GODOY, R. Desempenho de guandu associado à subsolagem quanto a produção de fitomassa e descompactação de solo. *Nativa*, **Sinop**, v. 7, n. 4, p. 343-348, jul./ago. 2019.

CÂNDIDO, Ebson Pereira et al. Economic response of feedlot sheep fed silages with different cultivars of sorghum. **Ciência Rural**, v. 45, n. 1, p. 79-85, 2015.

CAPELLE, E. R. et al. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 6, n. 30, p. 1837-1856, 2001.

CAVALCANTI, F.J.A., coord. **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. 3.ed. Recife, IPA, 2008. 212p.

CORRÊA, A. L.; ABOUD, A. C. S.; GUERRA, J. G. M.; AGUIAR, L. A. & RIBEIRO, R. L. D. Adubação verde com crotalária consorciada ao minimilho antecedendo a couve-folha sob manejo orgânico. **Revista Ceres**, v. 61, n.6, p. 956-963, 2014.

COSTA, R. G.; BELTRÃO, A. M.; VASCONCELOS, V. R. Efeito da altura de corte na produção de massa verde de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). **Agropecuária Técnica/Centro de Ciências Agrárias**, Areia, PB, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, v. 13, n. 1-2, p. 62-67, 1992.

DEMINICIS, Bruno Borges; Zootecnista, D.Sc.; **Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro**; agosto, 2009; Leguminosas forrageiras tropicais: potencial fisiológico de sementes e para implantação por bovinos em pastagens.

EDVAN, R. L. et al. Perdas e composição bromatológica de silagem de gliricídia contendo diferentes níveis de vagem de algaroba. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.7, n.2, p.63-68, 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, p353, 2013.

FORMENTINI, E. A.; LÓSS, F. R.; BAYERL, M. P.; LOVATI, R. D.; BAPTISTI, E. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. Vitória: INCAPER, 27p. 2008.

GRATTAN, S. R. et al. Evaluation of salt-tolerant forages for sequential water reuse assessment of a metal contaminated site in Brazil. **Applied Soil Ecology**, v. 59, p. 96–105, 2012.

GUT, Guilherme Alexandre Pacheco et al. Produção de biomassa de leguminosas em cultivo consorciado com milho no Vale do São Francisco. 2018.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Quantifying effects of different agricultural land uses on soil microbial biomass and activity in Brazilian biomes: inferences to improve soil quality. **Plant Soil**, v. 338 p. 467-481, 2011.

LINDAU, E.C.; PEREIRA FILHO, I.A. **Cultivo de milho**. 1ª ed. Embrapa Milho e Sorgo, Sistema de produção 3, 2009.

MAITI, R. K.; BIDINGER, F. R. **Growth and development of the pearl millet plant. Patancheru: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics**, (ICRISAT. Research Bulletin, 6), 1981.

MENEZES LA et al. (2009). Produção de fitomassa de diferentes espécies, isoladas e consorciadas, com potencial de utilização para cobertura do solo. **Bioscience Journal**, 25(1): 7-12.

MURTAZA, G. et al. Irrigation and soil management strategies for using saline-sodic water in a cotton–wheat rotation. *Agric Water Manage*, **Amsterdam**, v.81, n.1-2, p.98-114, 2006.

NENE, Y.L.; SHEILA, V.K. Pigeonpea: geography and importance. In: NENE, Y.L.; HALL, S.D.; SHEILA, V.K (Eds.). **The Pigeonpea**. Cambridge: CAB International/ICRISAT, 1990. p.1- 14.

NEVES, A.L.R. et al. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.758-765, 2009. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782009000300019&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 26 abr. 2010. doi: 10.1590/S0103-84782009005000014.

NIEMEYER, J. C. et al. Microbial indicators of soil health as tools for ecological risk systems: I. Biomass production. **Agricultural Water Management**, v. 70, n. 2, p. 109–120, 2004.

NOGUEIRA, et al.. Promising indicators for assessment of agroecosystems alteration among natural, reforested and agricultural land use in southern Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.115, p.237-247, 2006.

PERAZZO, A. F.; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A.; CAMPOS, F. S. C.; RAMOS, J. P. F.; AQUINO, M. M.; SILVA, T. C.; BEZERRA, H. F. C. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.10, p.1771-1776, out, 2013.

PEREIRA RCA et al. (2018). Produção de Biomassa e de Compostos Bioativos em *Phyllanthus amarus* (Schumach. & Thonning) e *Phyllanthus niruri* L. no Estado do Ceará, Brasil. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 19p.

PISSINATI A et al. (2018). Yield components and nutrients content in summer cover plants used in crop rotation in no-tillage system. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 49(13): 1604-1616.

RESENDE, Erika Alice Nascimento; MOHALLEM, Renata Freitas Ferreira. A importância do feijão Guandu no ecossistema das pastagens. **e-RAC**, v. 7, n. 1, 2018.

ROCHA JR, V. R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; BRITO, A. F.; RODRIGUEZ, N. M.; BORGES, I. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem. I- Características agronômicas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n. 5, 2000.

RODRIGUES, A. de A.; SANTOS, P. M.; GODOY, R.; NUSSIO, C. M. B. Utilização de guandu na alimentação de novilhas leiteiras. São Carlos, SP: **Embrapa Pecuária Sudeste**, 2004. (Circular Técnica, n. 34, p. 8). Disponível em:

<http://www.cppse.embrapa.br/sites/default/files/principal/publicacao/Circular34_0.pdf>.

Acesso em: 16 Fev. 2021.

SANTOS, Rafael Dantas dos et al. Agronomic characteristics of forage sorghum cultivars for silage production in the lower middle San Francisco Valley. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 35, p. 13-19, 2013.

SCOPEL E et al. (2013). Conservation agriculture cropping systems in temperate and tropical conditions, performances and impacts. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33: 113-130.

SOUSA, D. C. et al. (2019). Dry mass accumulation, nutrients and decomposition of cover plants. **Journal of Agricultural Science**, 11: 152-156.

SOUZA, F. H. D.; FRIGERI, T.; MOREIRA, A.; GODOY, A. Produção de sementes de guandu. **Embrapa Pecuária Sudeste**, São Carlos, SP, n. 69, p. 68, 2007. (Documentos).

Disponível em:

<<http://www.cppse.embrapa.br/sites/default/files/principal/publicacao/Documentos69.pdf>>

. Acesso em: 16 Fev. 2021.

TABOSA, J. N.; SILVA, F. G.; NASCIMENTO, M.M.A.; BARROS, A.H.C.; BRITO, A.R.M.B.; SIMPLÍCIO, J.B.. Genótipos de Sorgo Forrageiro no Semiárido de Pernambuco e Alagoas – Estimativas de Parâmetros Genéticos de variáveis de Produção. In: XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. **Anais...** Águas de Lindóia, São Paulo, 2012.

THILAKARATHNA MS et al. (2016). Nitrogen fixation and transfer of red clover genotypes under legume–grass forage based production systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, 106: 233-247.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 743–755, 2009.

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C.; BORGES, I. D.; RESENDE, A. V. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**. v.66, n.2, p.235-245, 2007.

WANG X et al. (2020). Enhancement of rhizosphere citric acid and decrease of $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$ ratio by root interactions facilitate N fixation and transfer. **Plant Soil**, 447: 169-182.

YAMADA, T.; LOPES. A. S. **Balço de nutrientes na agricultura brasileira**.
Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 84, 1998, 8p. (Encarte Técnico).