

LEANDRO ROBERTO DA CRUZ

**VIABILIDADE AGRONÔMICA DAS CULTURAS DO MILHO E MAMONA EM
DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO NA AMAZONIA OCIDENTAL**

Botucatu

2019

LEANDRO ROBERTO DA CRUZ

**VIABILIDADE AGRONÔMICA DAS CULTURAS DO MILHO E MAMONA EM
DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO NA AMAZONIA OCIDENTAL**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutor em Agronomia
(Agricultura)

Orientadora: Dra. Maria Márcia Pereira Sartori

Botucatu

2019

C957v

Cruz, Leandro Roberto da

Viabilidade agrônômica das culturas do milho e mamona em diferentes sistemas de produção na Amazônia Ocidental / Leandro Roberto da Cruz. -- Botucatu, 2019

90 p. : il., tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientadora: Maria Márcia Pereira Sartori

1. Sistemas agrícolas. 2. Adubação. 3. Variedades de milho. 4.
Plantas oleaginosas. 5. Produtividade agrícola. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de
Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: VIABILIDADE AGRONÔMICA DAS CULTURAS DO MILHO E MAMONA EM
DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

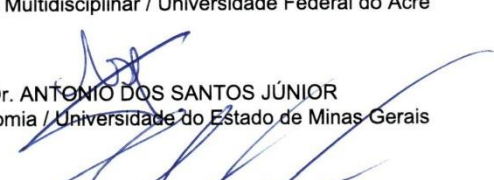
AUTOR: LEANDRO ROBERTO DA CRUZ

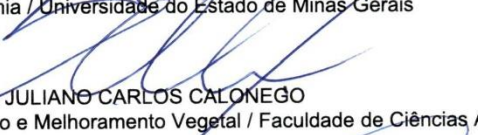
ORIENTADORA: MARIA MÁRCIA PEREIRA SARTORI

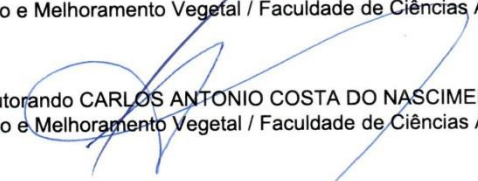
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA
(AGRICULTURA), pela Comissão Examinadora:


Dr.^a MARIA MÁRCIA PEREIRA SARTORI
Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP


Prof. Dr. EDUARDO PACCA LUNA MATTAR
Centro Multidisciplinar / Universidade Federal do Acre


Prof. Dr. ANTONIO DOS SANTOS JÚNIOR
Agronomia / Universidade do Estado de Minas Gerais


Prof. Dr. JULIANO CARLOS CALONEGO
Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP - Câmpus de Botucatu


Pós-Doutorando CARLOS ANTONIO COSTA DO NASCIMENTO
Produção e Melhoramento Vegetal / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu

Botucatu, 31 de maio de 2019

Aos meus pais Carmita e Carlos Antonio, irmãs Mariana e
Marcele e sobrinhos Sara e Murilo,
dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade de viver esta pesquisa.

A Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP-Botucatu, em especial ao curso de pós-graduação em Agricultura que me proporcionou a oportunidade de viver e trabalhar ao lado de pessoas tão competentes.

A Profa. Dra. Maria Márcia, pela confiança, apoio e paciência durante toda fase experimental e de redação.

A Universidade Federal do Acre (Campus Floresta) pela oportunidade e disponibilidade de infraestrutura para condução dos experimentos. Aos companheiros do laboratório Solo-Planta-Atmosfera principalmente Prof Dr. Eduardo Pacca. Aos colegas graduandos do curso de agronomia que participaram ativamente na condução e desenvolvimento de toda parte experimental e tive o prazer de trabalhar em equipe Thiago Araújo, Vagner Oliveira, Anyqueli, Luan, Endrio, Alen, Poliane, Bruno, Alexon, Monica e tantos outros que ajudaram direta e indiretamente para concluir esta pesquisa.

À minha família por todo o apoio e compreensão.

À Bruna Magda Favetti, meu amor, por todo carinho e compreensão nas horas mais difíceis, aconchego e apoio.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, o Ministério da Educação – MEC e a Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário da Casa Civil da Presidência da República – SEAD pelo auxílio.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para que este momento fosse possível de se tornar realidade.

RESUMO

O milho (*Zea mays*) é o cereal mais importantes e difundido nos estabelecimentos rurais do Brasil. A mamona apresenta-se como uma cultura com potencial para retornar ao protagonismo no agronegócio brasileiro devido sua adaptabilidade aos diversos agroecossistemas e variedade de produtos e subprodutos do seu grão. No estado do Acre os estabelecimentos rurais são na sua maioria compostos por pequenos produtores de base familiar que desempenham as atividades com baixo nível tecnológico de produção. Neste estado os produtores rurais são dependentes e realizam frequentemente a agricultura de corte e queima de áreas florestais. Assim, pesquisas que desenvolvem sistemas de produção eficientes, técnica e socioeconomicamente, são essenciais para o desenvolvimento do agronegócio na Amazônia Ocidental. Com isso, o presente trabalho avaliou a viabilidade agrônômica das culturas do milho e mamona em diferentes sistemas de produção. Para tanto, a pesquisa foi desenvolvida a partir da implantação e condução de dois experimentos. Experimento (1) Avaliação de híbridos de mamona de porte anão sob sistema com adubação mineral ou orgânico. O experimento foi conduzido com delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, com 4 repetições, sendo o primeiro fator referente aos híbridos de mamona (AG IMA 110204, TAMAR, AKB02 e AKB06) e o segundo fator a forma de adubação mineral ou orgânica (esterco bovino). Foi avaliado o crescimento e desenvolvimento da mamona durante o ciclo de cultivo pelo acompanhamento das alterações morfofisiológicas e avaliação nutricional. Ao final do ciclo foram determinados os parâmetros produtivos e teor de óleo no grão da mamona. Experimento (2) Avaliação morfofisiológica e parâmetros produtivos de cultivares de milho sob sistema de produção com alto e baixo nível de adubação. O experimento foi conduzido com delineamento de blocos casualizados em esquema de parcela subdividida 6x2 com quatro repetições. O fator principal corresponde aos cultivares de milho sendo, três crioulos (Dente de Cavalo, Ferro e Peruano), uma variedade comercial (BR 451), um híbrido triplo (BRS 3046) e um Híbrido simples (DKB 290 VTPRO3) e na subparcela aplicou-se alto e baixo nível de adubação com NPK. Os híbridos de mamona TAMAR e AG IMA apresentaram desenvolvimento e produtividade superior aos híbridos AKB02 e AKB06. A adubação orgânica pode ser utilizada em substituição á adubação mineral na produção de grãos por híbridos de mamona no Vale do Juruá – AC. O híbrido simples de milho DKB 290 apresentou produtividade superior as variedades crioulas mesmo em condições de baixa

disponibilidade de nutrientes. As variedades crioulas não produziram quando submetidas ao baixo nível de adubação.

Palavras-chave: Adubação, Variedade Crioula, Vale do Juruá, *Ricinus communis*, *Zea mays*, híbrido porte anão.

ABSTRACT

Corn (*Zea mays*) is the most important and widespread cereal in rural establishments in Brazil. Castor bean presents itself as a crop with potential to return to the protagonism in the Brazilian agribusiness due to its adaptability to the diverse agroecosystems and variety of products and byproducts of its grain. In the state of Acre, the rural establishments are mostly composed of small family-based producers who perform activities with low technological level of production. In this state, farmers are dependent and often carry out slash-and-burn agriculture. Thus, research that develops technically and socioeconomically efficient production systems is essential for the development of agribusiness in the Western Amazon. Thus, the present work evaluated the agronomic viability of corn and castor bean crops in different production systems. Therefore, the research was developed from the implementation and conduction of two experiments. Experiment (1) Evaluation of dwarf castor bean hybrids under system with mineral or organic fertilization. The experiment was conducted with a randomized block design in a 4x2 factorial scheme with 4 replications, the first factor referring to castor bean hybrids (AG IMA 110204, TAMAR, AKB02 and AKB06) and the second factor the form of mineral or organic fertilization (cattle manure). Castor bean growth and development during the growing cycle was evaluated by monitoring the morphophysiological changes and nutritional evaluation. At the end of the cycle the yield parameters and oil content in the castor bean grain were determined. Experiment (2) Morphophysiological evaluation and yield parameters of corn cultivars under high and low fertilizer production system. The experiment was conducted with a randomized block design in a 6x2 split plot with four replications. The main factor corresponds to the corn cultivars being three landrace (Dente de Cavalo, Ferro and Peruano), a commercial variety (BR 451), a triple hybrid (BRS 3046) and a single hybrid (DKB 290 VTPRO3) and in the subplot applied high and low level of NPK fertilization. The castor hybrids TAMAR and AG IMA showed higher development and yield than the hybrids AKB02 and AKB06. Organic fertilization can be used instead of mineral fertilization in grain production by castor bean hybrids in Juruá Valley - AC. The DKB 290 simple maize hybrid presented higher yield than the landrace varieties even under conditions of low nutrient availability. Landrace varieties did not produce when subjected to low fertilization.

Key words: Fertilization, Landrace variety, Vale do Juruá, *Ricinus communis*, *Zea mays*, dwarf-sized hybrid.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Altura (cm) de híbridos de mamona aos 19 e 33 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral e orgânica durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de maio a agosto de 2018.42
- Tabela 2** - Altura (cm) de híbridos de mamona aos 26, 40, 47 e 54 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral e orgânica durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de maio a agosto de 2018.44
- Tabela 3** - Diâmetro (cm) de híbridos de mamona dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral e orgânica durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de maio a agosto de 2018.46
- Tabela 4** - Índice de clorofila de híbridos de mamona avaliado semanalmente a partir dos 19 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral e orgânica durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de maio a agosto de 2018.49
- Tabela 5** - Índice de Clorofila de híbridos de mamona aos 33, 47, 61 e 68 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral e orgânica durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul-AC, cultivado de maio a agosto de 2018.50
- Tabela 6** - Componentes principais do teor de macro e micronutrientes de híbridos de mamona com adubação mineral e orgânica. Cruzeiro do Sul-AC, cultivado de maio a agosto de 2018.52
- Tabela 7** - Teor de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Ferro (Fe) de híbridos de mamona aos 40 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral e orgânica e após a colheita. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de maio a agosto de 2018.54
- Tabela 8** - Teor de Magnésio (Mg) de híbridos de mamona aos 40 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral e orgânica. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de maio a agosto de 2018.54
- Tabela 9** - Componentes principais das variáveis fisiológicas de híbridos de mamona com adubação mineral e orgânica. Cruzeiro do Sul-AC, cultivado de maio a agosto de 2018.56
- Tabela 10** - Parâmetros produtivos e morfológicos de híbridos de mamona colhidos aos 103 dias após a semeadura (DAS) com adubação o mineral e orgânica. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de maio a agosto de 2018. ...60
- Tabela 11** - Massa Seca do Limbo Foliar + Pecíolo (MSLP), Total (MST) e Teor de Óleo (TEOL) de híbridos de mamona aos 103 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral e orgânica e após a colheita. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de maio a agosto de 2018.61

Tabela 12 - Produtividade de grãos (PROG), óleo (PROL) e índice de colheita (IC) de híbridos de mamona aos 103 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral e orgânica. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de maio á junho de 2018.	62
Tabela 13 - Altura (cm) de plantas de milho aos 37, 41, 48, 55 e 62 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral em Alto e Baixo nível de adubação, cultivadas de abril a agosto de 2018 no município de Cruzeiro do Sul, Acre.	65
Tabela 14 - Diâmetro (cm) de cultivares de milho aos 37 e 62 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral em Alto e Baixo nível tecnológico de produção durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de abril a agosto de 2018.	67
Tabela 15 - Diâmetro (cm) de cultivares de milho aos 41, 48 e 55 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral em Alto e Baixo nível tecnológico de produção durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de abril a agosto de 2018.....	68
Tabela 16 - Índice de Clorofila (IC) de cultivares de milho aos 37 e 41 dias após a semeadura (DAS) com Alto e Baixo nível de adubação durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de abril a agosto de 2018.....	69
Tabela 17 - Índice de Clorofila (IC) de cultivares de milho aos 55, 69 e 85 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral em Alto e Baixo nível tecnológico de produção durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de abril a agosto de 2018.....	70
Tabela 18 - Componentes principais do teor de macro e micronutrientes de cultivares de milho com nível alto e baixo de adubação mineral. Cruzeiro do Sul-AC, cultivado de abril a agosto de 2018.	72
Tabela 19 - Teor de Nitrogênio (N) e Fósforo (P) cultivares de milho aos 65 dias após a semeadura (DAS) adubação mineral em Alto e Baixo nível tecnológico de produção durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de abril a agosto de 2018.	74
Tabela 20 - Teor de Potássio (K), Magnésio (Mg), Boro (B) e Manganês (Mn) de cultivares de milho aos 65 dias após a semeadura com adubação mineral em Alto e Baixo nível tecnológico de produção durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de abril a agosto de 2018.....	75
Tabela 21 - Componentes principais das variáveis fisiológicas de cultivares de milho com nível alto e baixo de adubação mineral. Cruzeiro do Sul-AC, cultivado de abril a agosto de 2018.	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista aérea da área experimental na UFAC - Campus Floresta em Cruzeiro Sul-AC, com os cultivos de mamona e milho.	31
Figura 2 - Dados climáticos e principais atividades durante período em que foram conduzidos os experimentos de viabilidade agrônômica das culturas de mamona e milho durante os meses de abril a agosto de 2018, Cruzeiro do Sul-AC.	33
Figura 3 - Experimento com híbridos de mamona de porte anão sob adubação mineral ou orgânico, no Vale do Juruá em Cruzeiro do Sul-AC.	34
Figura 4 - Esquema representativo da unidade experimental com espaçamentos entre plantas e linhas adotado na implantação e condução dos híbridos de mamona de porte anão sob adubação mineral ou orgânico, no Vale do Juruá em Cruzeiro do Sul-AC.	35
Figura 5 - Experimento com variedades comerciais, crioulas e híbridos de milho sob sistema de produção com alto e baixo nível de adubação no vale do Juruá em Cruzeiro do Sul-AC.	37
Figura 6 – Esquema representativo da unidade experimental com espaçamentos entre plantas e linhas adotado na implantação e condução dos cultivares de milho sob alto e baixo nível de adubação, no Vale do Juruá em Cruzeiro do Sul-AC.	39
Figura 7 - Espigas dos cultivares de milho avaliados sob sistema de produção com alto e baixo nível de adubação cultivadas no Vale do Juruá em Cruzeiro do Sul-AC.	41
Figura 8 - Gráfico demonstrando a projeção das variáveis nutricionais nos componentes principais com a descrição dos híbridos de mamona sob adubação mineral ou orgânica.	53
Figura 9 - Gráfico demonstrando a projeção das variáveis fisiológicas nos componentes principais com a descrição dos híbridos de mamona sob adubação mineral ou orgânica.	58
Figura 10 - Gráfico demonstrando a projeção das variáveis nutricionais nos componentes principais com a descrição das variedades crioulas e cultivares comerciais de milho com adubação mineral em Alto e Baixo nível tecnológico de produção	73
Figura 11 - Gráfico demonstrando a projeção das variáveis fisiológicas nos componentes principais com a descrição das variedades crioulas e cultivares comerciais de milho com adubação mineral em Alto e Baixo nível tecnológico de produção.	77

Figura 12 - Produtividade de variedades crioulas e cultivares comerciais de milho no Vale do Juruá, Cruzeiro do Sul-AC.....	78
--	----

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	19
2. REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1 Sistemas de produção agrícola no Acre.....	21
2.2 Importância econômica do milho	21
2.3 Morfologia e ecofisiologia do milho	22
2.4 Sistemas de produção e adubação do milho.....	24
2.5 Importância econômica da mamona	26
2.6 Morfologia e ecofisiologia da mamona	27
2.7 Sistemas de produção e adubação da mamona	29
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 Avaliação de híbridos de mamona de porte anão sob sistema de produção com adubação mineral ou orgânico	32
3.1.1 Avaliação morfofisiológica, nutricional e parâmetros produtivos de híbridos de mamona de porte anão sob sistema de produção com adubação mineral ou orgânica	35
3.2 Avaliação de variedades comerciais, crioulas e híbridos de milho sob sistema de produção com alto e baixo nível de adubação	37
3.2.1 Avaliação morfofisiológica, nutricional e produtividade de cultivares de milho sob sistema de produção com alto e baixo nível de adubação	39
3.3 Análise estatística	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1 Mamona	42
4.2 Milho.....	64
5. CONCLUSÕES	80
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81

1. INTRODUÇÃO

No estado do Acre o milho está entre as espécies mais cultivadas nos sistemas de produção agrícola junto as culturas de mandioca e cana-de-açúcar. A produtividade nas lavouras acreanas de milho na safra 2017/18 foi de 2616 kg ha⁻¹, sendo 46,1% inferior à média nacional (CONAB, 2018). O cultivo de milho na Amazônia Ocidental região do Vale do Juruá-AC é realizado em grande parte pela agricultura familiar sob baixo aporte tecnológico e é comum a utilização do sistema de corte e queima da floresta (COSTA et al., 2014) conhecido como coivara. Este sistema dispensa o uso de insumos como herbicidas e fertilizantes químicos e facilita os tratos culturais, porém tem alto potencial de degradação ambiental e diminui a capacidade regenerativa da floresta (DAVIDSON; MARTINELLI, 2009).

A falta de aptidão na condução de culturas graníferas em escala e a baixa disponibilidade de tecnologias devido as condições socioeconômicas desfavoráveis são os principais fatores que dificultam o desenvolvimento agrícola no estado do Acre. Adicionalmente, a baixa fertilidade do solo e elevada concentração da pluviosidade, umidade, nebulosidade e temperatura (KELLER et al., 2009) desfavorecem esta região em comparação às principais regiões produtoras do Brasil.

A adoção de práticas como adubação mineral e seleção de cultivares adaptadas, associada aos sistemas de produção conservacionistas em detrimento ao sistema de corte e queima pode aumentar a produtividade e diversidade de culturas agrícolas na região do Vale do Juruá-AC.

A adubação mineral possibilita a intensificação da produção agrícola pela disponibilidade de nutrientes durante todo desenvolvimento da planta (MARSCHNER, 1997). O milho é uma planta com alta exigência nutricional principalmente nos estádios iniciais, porém esta exigência varia de acordo com o genótipo adotado e produtividade esperada (TRACY; ZHANG, 2008; VON PINHO et al., 2009; MAGALHÃES; SOUZA, 2011). As cultivares melhoradas geneticamente possuem geralmente maior resposta produtiva à adubação mineral em comparação às variedades tradicionais (crioulas) utilizadas nos sistemas de corte e queima, que são rústicas e pouco exigentes de nutrientes apresentando baixa produtividade de grãos (CUNHA et al, 2017).

Em sistemas de produção conservacionistas, convencional e também na prática do corte e queima a rotação de culturas é uma excelente opção para interrupção do ciclo de pragas e doenças, maior eficiência na exploração de nutrientes no solo e principalmente diversificação de renda para o produtor. O milho deve ser rotacionado preferencialmente com espécies de dicotiledôneas como é o caso da mamona (*Ricinus communis* L.).

A mamona é uma oleaginosa de uso múltiplo, pois além da extração do óleo, os subprodutos podem ser utilizados como fertilizante para adubação orgânica e suplemento para alimentação animal (BUENO et al., 2014; LIMA et al., 2008). O cultivo da mamoneira na Amazônia ocidental é escasso, no entanto devido a facilidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas a cultura pode se apresentar como fonte de renda complementar para agricultura familiar.

Apesar das limitações técnicas e culturais para adoção de sistemas de cultivo mais tecnificados e introdução de novas culturas na no Vale do Juruá-AC esta região possui um grande potencial para produção agrícola com práticas conservacionistas no âmbito da agricultura familiar e patronal. A inserção da mamona pode ser uma nova opção de renda para os produtores e agroindústrias da região. Assim, estudos que vislumbrem o potencial de cultivares de milho e mamona em diferentes sistemas de produção são fundamentais para o aumento da produtividade, diversidade e sustentabilidade socioeconômica e ambiental na Amazônia Ocidental.

Por este motivo o objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade agrônômica de cultivares de milho e mamona sob diferentes formas de adubação e sistemas de produção no Vale do Juruá-AC região da Amazônia Ocidental. Para tanto os objetivos específicos foram: analisar o potencial agrônômico de variedades comerciais, crioulas e híbridos de milho sob sistema de produção com alto e baixo nível tecnológico; avaliar a viabilidade de híbridos de mamona de porte anão sob sistema de produção com adubação mineral ou orgânico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistemas de produção agrícola no Acre

No estado do Acre os estabelecimentos rurais são na sua maioria compostos por pequenos produtores de base familiar que desempenham as atividades com baixo nível tecnológico de produção. São dependentes e realizam frequentemente a agricultura de corte e queima de áreas florestais com implantação de culturas anuais nos anos iniciais e posteriormente mandioca e/ou lavouras permanentes como café, banana, guaraná, coco, dentre outras (COSTA, 2014; KELLER et al., 2009).

As pastagens são destino de boa parte destas áreas desmatadas pelo sistema de corte e queima no estado do Acre e constituem mais de 80% das propriedades. Parte da produção de grãos de médio nível tecnológico é realizada por pecuaristas na recuperação de pastagens degradadas, porém a falta de aptidão na condução das culturas anuais acaba por acarretar quedas de produtividade (PAIVA, 2011).

A produtividade de culturas anuais como o milho no Estado de Acre e na região Norte tem potencial para ultrapassar a média nacional. Com a implementação de técnicas culturais, tem sido relatada por agricultores e extensionistas do Acre a obtenção de produtividades de 5.000 kg ha⁻¹ a 6000 kg ha⁻¹. Na literatura, trabalhos demonstram que é possível atingir entre 6000 kg ha⁻¹ e 8000 kg ha⁻¹ nessas localidades (BRAVIN, 2014). Demonstra-se assim a necessidade da adoção de técnicas culturais adequadas pela maior parte dos agricultores que ainda estão utilizando técnicas tradicionais de cultivo, ou de baixo nível tecnológico e, portanto, obtendo baixa produtividade (COSTA, 2014; KELLER et al., 2009; BRAVIN, 2014).

2.2 Importância econômica do milho

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal de importância social e econômica para o agronegócio brasileiro. O Brasil foi considerado o terceiro maior produtor mundial de milho na safra 2016/17 com produção total do cereal de aproximadamente 98 milhões de toneladas. A China e Estados Unidos apresentam maior área de cultivo, produção total e por hectare de milho, sendo que os cultivos norte-americanos têm produtividade média duas vezes superior à brasileira (FAO, 2017).

O Brasil possui a produção do milho concentrada em duas épocas. O cultivo de verão ou primeira safra (período chuvoso) é dissipado por todo país, porém destacam-se a região sul do país como maior produção, o nordeste área cultivada e o centro-oeste produtividade do grão (CONAB, 2018). Já o cultivo de segunda safra ou safrinha é realizado geralmente em sucessão a soja e apesar de presente em todas as regiões, o centro-oeste do Brasil concentra a produção de milho nesta época. Somente o estado do Mato Grosso produz mais grãos deste cereal que todas as demais unidades da federação reunidas (CONAB, 2018).

A região norte do Brasil apresenta realidades distintas quanto a produção de milho. Os estados do Pará, Tocantins, Rondônia e Roraima além da pequena lavoura em sistema tradicional de subsistência familiar estão também inseridos no agronegócio e possuem lavouras com médio a alto nível tecnológico dispondo de mecanização e uso intensivo de produtos fitossanitários e fertilizantes químicos. Já os estados do Amazonas, Amapá e Acre tem sua produção de milho majoritariamente na agricultura familiar que caracteriza-se pelo baixo aporte tecnológico com cultivo exclusivamente manual, uso de sementes produzidas no próprio estabelecimento (crioulas), ausência de práticas como correção e adubação do solo e controle de pragas e doenças (PAIVA, 2011).

Na safra 2017 Roraima apresentou a maior média de produtividade da região norte (6254 kg ha^{-1}), superior à média nacional (5618 kg ha^{-1}), paralelamente o estado do Amapá obteve média inferior a uma tonelada por hectare. Nota-se que os estados amazônicos que adotam a intensificação da produção apresentaram produtividade de grãos de milho até seis vezes superior aos demais componentes da região norte (IBGE, 2017).

2.3 Morfologia e ecofisiologia do milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea de ciclo anual, crescimento cespitoso e porte alto. Apresenta colmo ereto, de consistência herbácea, segumentado em nós e entrenós. O perfilhamento em variedades e híbridos comerciais é baixo ou raro pois agronomicamente é uma característica indesejável. As folhas são lanceoladas com padrão de nervação paralelinérveo, além do limbo possui também uma bainha bem

aderida e sobrepostas no colmo da planta (HITCHCOCK; CHASE, 1971; VIDAL, 2006, MAGALHÃES; SOUZA, 2011).

O sistema radicular do milho é fasciculado e superficial concentrando-se quase que totalmente em até 30 cm de profundidade. O seu desenvolvimento segue proporcionalmente ao da parte aérea da planta. Geralmente apresenta raízes áreas adventícias na base do colmo que servem principalmente como suporte (FORNASIERI FILHO, 2007; MAGALHÃES; SOUZA, 2011).

Entre 50 a 100 dias após a emergência da planta o meristema apical diferencia-se em uma inflorescência composta por flores exclusivamente masculinas (pendão) e poucos dias depois nas axilas foliares surge uma ou duas inflorescências femininas (espiga) caracterizando a planta como protandrica (BARROS; CALADO, 2014).

O milho é considerado uma planta C4 com capacidade de fixação de carbono por uma rota a partir da enzima fosfoenolpiruvato carboxilase (PEP Carboxilase) que possui maior afinidade com CO₂ e melhor rendimento em relação à enzima Rubisco única presente nas plantas C3. Isso ocorre devido ao estresse hídrico causado pelas condições tropicas, quando a evapotranspiração excede a absorção de água pela planta (TAIZ e ZIEGER, 2013; KERBAUY, 2012).

A espécie *Zea mays* L. esta dispersa por uma extensa faixa do globo terrestre como planta exótica cultivada. Após centenas de anos de melhoramento e adaptações genótípicas e fenotípicas o milho é cultivado desde o Canadá até a Argentina e em altitudes de 2500 m até abaixo do nível do mar (FANCELLI; DOURADO-NETO, 1997). Apesar da ampla plasticidade fenotípica e melhoramento do milho, para maiores rendimentos e desenvolvimento pleno da cultura depende-se de condições ótimas relacionadas aos fatores abióticos como temperatura, disponibilidade hídrica e luminosidade (LARCHER, 2006; HORTON, 2000; MAGALHÃES; PAIVA, 1993; TANAKA; YAMAGUSHI, 1977).

A faixa de temperatura ótima para altos rendimentos de grãos de plantas pode variar em função do estágio fenológico da planta (SOUZA, 1996) porém para manutenção do desenvolvimento e crescimento do milho considera-se condição ótima em torno de 25 a 32°C (ANDRADE, 1992). Abaixo de 10°C e acima de 35°C o crescimento é praticamente nulo sendo consideradas a temperatura basal inferior e superior do milho (ANDRADE, 1992; ASSIS et al., 2006; ROMANO, 2005).

Temperaturas médias do ar elevadas diminuem o ciclo de desenvolvimento do milho e proporcionalmente o tempo para enchimento do grão e no período noturno favorece o consumo de fotoassimilados pela respiração e queda na produtividade (CRUZ, 2006).

A interceptação da luminosidade incidente pelos cultivos de milho está diretamente relacionada a temperatura e disponibilidade hídrica. A variação da incidência de radiação fotossinteticamente ativa no Brasil é mínima, porém sua interceptação eficiente e conversão em rendimento de grãos por plantas de milho variam em função da arquitetura foliar e principalmente do arranjo e densidade populacional (FRANÇA et al., 1999; SANGOI; SILVA, 2006). O estresse hídrico e térmico podem favorecer a diminuição da área foliar do milho e conseqüentemente a assimilação de CO_2 . (BERGONCI; BERGAMASCHI, 2002; (RITCHIE et al., 1993; NIELSEN, 2005).

O déficit hídrico é extremamente prejudicial na fase reprodutiva do milho. Durante a formação da espiga e após a polinização a falta de água pode promover aborto, diminuição do tamanho e peso dos grãos de milho pela redução do fluxo de fotoassimilados (NIELSEN, 2005; RITCHIE et al., 1993).

2.4 Sistemas de produção e adubação do milho

A produção de milho ocorre em todos os níveis tecnológicos, desde manejo com semeadura manual e arado com tração animal até semeadoras direcionadas por sistemas de sensoriamento remoto. Após a segunda metade do século XIX a produção de grãos foi revolucionada pela transferência de tecnologias na agricultura como melhoramento genético de plantas, mecanização agrícola, introdução de agrotóxicos mais eficientes (MATOS, 2010). No entanto pequenos agricultores familiares ainda persistem com sistema de produção a colheita manual e uso de variedades crioulas (CRUZ et al., 2011; CARPENTIERE-PIPOLO et al., 2010).

Atualmente a produção de grãos de milho é realizada com a adoção do sistema de plantio direto na palha na maior parte das grandes propriedades e de médio a alto nível tecnológico. O revolvimento mínimo do solo e a sucessão ou rotação de culturas permite a cobertura do solo durante todo o ano, ciclagem de nutrientes, manutenção da fauna microbiana e redução da amplitude térmica dentre outros benefícios

(PEREIRA et al., 2017; PERIN et al., 2000; DA ROS; AITA, 1996; COELHO et al., 2013; CALONEGO et al., 2012; CHIODEROLI et al., 2012; MENDONÇA et al., 2015).

Na agricultura tropical de subsistência práticas como o corte e queima da floresta ou plantio em áreas de várzea são adotadas. Com baixo ou uso ausente de insumos, solos muito pobres em nutrientes, nenhum aporte mecanizado, esta prática torna-se alternativa quase que exclusiva de pequenos produtores (COSTA et al., 2014). A mineralização dos nutrientes da matéria orgânica pelo fogo, concomitantemente o controle de algumas pragas e doenças favorece o desenvolvimento das culturas neste sistema (ADAMS, 2000; JUNIOR et al., 2008).

Com relação a adubação na produção de grãos do milho, o nitrogênio seguido pelo potássio são os nutrientes exigidos em maior quantidade pela cultura do milho e limitam a produtividade de grãos (COELHO; FRANÇA, 1995). Entre 70 a 77% do N assimilado pela planta é exportado após a colheita dos grãos, em contrapartida menos de 50% do K extraído é exportado pelo grãos (COELHO; RESENDE, 2008). O fósforo exigido pela cultura em torno potássio de maneira geral, recomenda-se para esta cultura a aplicação de 40 kg ha⁻¹ a 50 kg ha⁻¹ de N no plantio e, o restante em cobertura, na fase de 4 a 8 folhas, até somar próximo de 120 kg ha⁻¹ a 150 kg ha⁻¹ (YAMADA; ABDALLA, 2000).

Na região norte, por exemplo, o uso de adubação é comum nos plantios mecanizados. Porém, com doses abaixo do recomendado, possivelmente pela não utilização da análise de solo e pela distância dos grandes centros, o que encarece o preço de insumos. Em casos de renovação de pastagens consorciadas com milho, tampouco se faz a adubação de plantio, como também, é comum não se fazer a adubação de cobertura, e quando realizada, utiliza-se pequenas doses de ureia (QUEIROZ et al., 2015).

Em um estudo conduzido por Paiva (2015) no estado do Acre, avaliando o desempenho da cultura do milho em plantio direto e convencional, com diferentes doses de nitrogênio em cobertura, em uma área ocupada anteriormente por pastagem, verificou-se que no primeiro ano de cultivo os sistemas não influenciaram as variáveis produtivas, o milho aumentou seu desempenho produtivo com o incremento na dose de nitrogênio em cobertura em até 200 kg ha⁻¹.

Aliando o uso de variedades crioulas e híbridos de milho a diferentes sistemas de manejo, Araújo et al. (2013) verificaram que o desempenho das variedades crioulas

foi maior quando houve incremento tecnológico, apresentado de forma semelhante aos híbridos. Sugeriram também que a prática de adubação orgânica seria capaz de maximizar a produção deste grão.

2.5 Importância econômica da mamona

As plantas de mamona são rústicas, em lugares de baixa precipitação, esta cultura consegue uma alta produção de biomassa, acredita-se que isto tenha favorecido sua disseminação em várias regiões do mundo (CARVALHO et al., 2010; SALIHU et al., 2014).

Introduzida no Brasil pelos portugueses, a cultura da mamona vem conquistando espaço no território nacional, principalmente nos estados do Nordeste e Centro-Oeste pelo interesse na indústria ricinoquímica e busca de fontes energéticas (MORO, 2008).

Na década de 70, o Brasil foi considerado o maior produtor mundial de mamona. Atualmente o país contribui com menos de 1% da produção mundial. A Índia é no momento o maior produtor mundial, com 88% da produção e, aliada a China, praticamente monopolizam a produção, uma vez que somado são detentores de 95% da produção mundial. Fatores que explicam a perda de espaço do Brasil são citados como a falta de incentivo federal ao avanço e à inovação tecnológica na cultura, a elevação abusiva no preço do óleo da mamona e o baixo custo da mão de obra explorada na Índia e na China, principais países concorrentes (SÁ et al., 2015).

A mamona no Brasil é cultivada pela agricultura familiar no semiárido, com uso mínimo de insumos e tecnologia. A produtividade média do Brasil ficou entre 300 e 500 kg ha⁻¹ (CONAB, 2018; IBGE, 2016; SÁ et al., 2015), enquanto na Índia atinge médias próximas a 2.000 kg ha⁻¹ (SÁ et al., 2015). Atualmente, o Brasil ocupa a terceira posição na produção mundial de mamona. A área plantada na safra de 2017/18 foi de 34,5 mil hectares, com produção de 19,8 mil toneladas, onde a região Nordeste responde por 92,4 % da produção nacional (CONAB, 2018).

O óleo extraído das sementes possui elevada perspectiva para comercialização e uso industrial (YUSUF et al., 2013). A torta de mamona é um subproduto derivado da extração do óleo e é empregado na agricultura como fertilizante orgânico. A torta é um resíduo com elevado teor proteico e pode ser

utilizado na alimentação animal após tratamento químico para neutralizar proteínas tóxicas como a ricina (BUENO et al., 2014).

2.6 Morfologia e ecofisiologia da mamona

A mamona é uma oleaginosa da família das Euforbiáceas tendo origem possivelmente na Etiópia (SILVA et al., 2007). É uma planta complexa quanto à morfologia. Por ser uma espécie polimórfica, apresenta grande variação em seu hábito de crescimento, cor das folhas, caules, ramos, fruto tamanho das sementes, teor de óleo, altura das plantas, sendo possível distinguir um material genético do outro (SAVY FILHO, 1999; AZEVEDO e BELTRÃO, 2007).

É uma planta da classe das dicotiledôneas assim apresenta sistema radicular pivotante com raízes fistulosas, bastante ramificadas. A profundidade é variável de acordo com o cultivar. As variedades ou híbridos comerciais de mamona variam de 1 a 6 m de profundidade. Em condições de pouca disponibilidade hídrica, a raiz principal tem maior penetração em relação ao solo úmido. Contrariamente em condições de alagamento, compactação ou baixa disponibilidade de oxigênio o crescimento da raiz principal é interrompido e direcionado às raízes laterais (STRETT; OPIK, 1974; FERRI 1977; BELTRÃO, 2003)

A mamoneira é uma planta monoica, sendo a inflorescência do tipo panicular com presença de flores femininas na parte superior e flores masculinas na parte inferior, podendo ocorrer uma distribuição irregular ao longo do racemo. A temperatura, disponibilidade de água no solo, densidade de plantio são fatores que podem interferir na proporção de flores masculinas e femininas, podendo ocorrer de 0 a 95% (SAVY FILHO, 1999). O racemo principal ou primário é o mais desenvolvido e apresenta maior quantidade de frutos. Os racemos variam quanto à forma, podendo ser cônica, cilíndrica ou oval, variando no comprimento (10 a 80 cm) e quantidade de frutos, dependendo da cultivar (SAVY FILHO, 1999).

O fruto desta planta é uma cápsula tricoca, globosa ou baga medindo aproximadamente 2,4 cm. Pode apresentar tipos diferentes quanto ao aspecto externo, isto é, muito papiloso, pouco papiloso, inerte liso e inerte rugoso. Quanto à deiscência, as plantas se classificam em: indeiscentes, semideiscentes e deiscentes (WEISS, 1983)

A semente também é muito variável na mamoneira, envolvendo diferentes formas, cores, tamanhos, proporção do tegumento. O peso da semente varia de 0,1 a 1 g. O teor de óleo na semente é o parâmetro produtivo a ser analisado, pode variar de 35% a 55% (SAVY FILHO, 1999; WEISS, 1983; SEVERINO et al., 2006).

A mamoneira é uma planta tropical que apresenta metabolismo fotossintético do tipo C3, com elevada taxa de respiração. Apesar de se adaptar a diferentes comprimentos do dia, a mamoneira é espécie heliófila, precisa de dias longos com fotoperíodo superiores a 12 horas para produzir satisfatoriamente (BELTRÃO et al., 2007; TAIZ; ZIEGER, 2013).

A mamoneira se desenvolve e produz com valor comercial em ambientes com uma faixa de temperatura variando de 20°C a 35°C. Em temperatura superior a 40°C no período de floração pode apresentar senescência e reversão sexual das flores, aumentando a quantidade de flores masculinas (AZEVEDO e BELTRÃO, 2007). Ambientes com temperatura noturna em torno de 30°C aumentam a respiração oxidativa mitocondrial e diminuem a fotossíntese líquida, reduzindo o crescimento e retardando a floração. É uma espécie resistente à seca e não tolera salinidade (BELTRÃO et al., 2007).

A faixa ideal de precipitação situa-se entre 750 mm e 1500 mm durante o desenvolvimento da planta. No entanto, a época de plantio deve ser ajustada para que a planta receba de 400 mm a 500 mm até o início da floração. Sob suprimento hídrico adequado, dentro de certos limites de temperatura, intensidade luminosa e concentração de CO₂ elevada, a taxa fotossintética da mamona eleva-se consideravelmente (BELTRÃO et al., 2007; MOSHKIN, 1986; SAVY FILHO, 1999).

A mamona apesar de apresentar aparato fotossintético do tipo C3, possui uma alta capacidade fotossintética em condições ótimas de umidade do ar, comparável ao milho, e essa elevada capacidade é sustentada pelo alto teor de clorofila, proteínas solúveis e rubisco na folha. No entanto, a taxa assimilatória líquida de CO₂ da mamoneira é baixa, 6,5 a 6,9 g m⁻².dia por conta da intensa respiração das folhas (oxidativa e fotorrespiração) e da baixa eficiência fotossintética (AZEVEDO e BELTRÃO, 2007).

2.7 Sistemas de produção e adubação da mamona

No Brasil a mamona é cultivada em dois tipos de sistema, o tradicional e o mais tecnificado. No tradicional, a colheita é realizada manualmente, com cultivares de porte médio e alto, adotado principalmente por pequenos produtores. Em sistemas de produção com tecnologias mais modernas, a mamona é cultivada em grandes áreas, com colheita mecanizada e difundida entre grandes produtores (MORO, 2008).

Nos últimos anos tem-se observado uma baixa produtividade na cultura da mamona, que não passa de 500 kg ha⁻¹ (CONAB, 2018; IBGE, 2016). Esse fato é atribuído ao uso de sementes de baixa qualidade, possivelmente multiplicadas pelos próprios produtores, além da escassez de tecnologias de produção (SANTOS et al., 2007).

A mamona é exigente quanto às condições de fertilidade do solo e necessita de expressivas quantidades de nutrientes para produção de grão, óleo e das proteínas. O cultivo da mamona é tradicionalmente desenvolvido em pequena propriedade agrícola no Brasil e cultivada sob baixo a médio nível tecnológico com pouco ou nenhum uso de adubos e corretivos. Os solos do Semiárido são, quase sempre, bem supridos de Ca e Mg, já aqueles das regiões de maior pluviosidade ou do Sudeste, Norte e Centro-Oeste são ácidos e pobres em bases trocáveis, necessitando de correção de acidez com calagem (fornece Ca e Mg) e gessagem (fornece Ca e S), mais adubação com NPK. Na média dos últimos 30 anos, São Paulo tem produzido 1314 kg ha⁻¹. Neste caso, além do clima mais propício, o uso de alta tecnologia tem sido comum: variedades de porte anão, correção do solo com calcário e gesso e adubação com NPK (FERNANDES et al., 2009; BELTRÃO et al., 2007; AZEVEDO; BELTRÃO 2007).

Os teores de macro e micronutrientes no limbo da folha recém-expandida do caule principal, no início do florescimento são considerados adequados para fazer o acompanhamento do estado nutricional da cultura (MALAVOLTA, 1997). A partir disso, Severino et al. (2006) avaliando a adubação com macro e micronutrientes na cultura da mamona, verificaram que a adubação promoveu aumento de produtividade da cultivar BRS Nordestina, principalmente quando realizada adubação nitrogenada, e o teor de óleo foi influenciado positivamente pelo aumento das doses de fósforo.

Os solos da região Amazônica apresentam-se em sua maioria como ácidos e com baixa fertilidade (MOREIRA; JÚNIOR; PLÁCIDO, 2005). Os métodos utilizados pelos pequenos agricultores para manutenção de áreas para produção agrícola reduz a fertilidade do solo e ocasiona alterações negativas na disponibilidade de nutrientes a longo prazo (MOLINE; COUTINHO; 2015). Ademais, torna-se importante a utilização de práticas de manejo sustentáveis para enriquecimento das propriedades físico-químicas do solo (COSTA et al., 2014).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos na área experimental do Campus Floresta da Universidade Federal do Acre (UFAC) localizada no município de Cruzeiro do Sul – AC (Figura 1) sob as coordenadas geográficas Longitude 72°42'45.50"O e latitude 7°33'38.40"S e altitude de 182 m. A área estava em pousio por três anos e havia predominância de gramíneas do gênero *Urochloa* (braquiária). Antes da semeadura, procedeu-se a dessecação das plantas presentes na área com utilização do herbicida Glyphosate (5 L ha^{-1}). Os cultivos foram conduzidos em sistema de plantio direto. O período de condução e avaliação dos ensaios com o milho foi de 29 de abril a 23 de agosto de 2018 e a cultura da mamona foi de 14 de maio a 25 de agosto de 2018.

Figura 1 - Vista aérea da área experimental na UFAC - Campus Floresta em Cruzeiro Sul-AC, com os cultivos de mamona e milho.



Fonte: Google Earth

De acordo com a classificação de Köppen o clima da região é do tipo equatorial isotérmico (Af), quente e úmido com a umidade do ar relativamente elevada e temperatura compensada anual em torno de 25°C. Os dados meteorológicos de

temperatura (mínima, média e máxima), precipitação e déficit hídrico, foram coletados decendialmente durante todo o período de condução do experimento no site do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (Figura 2).

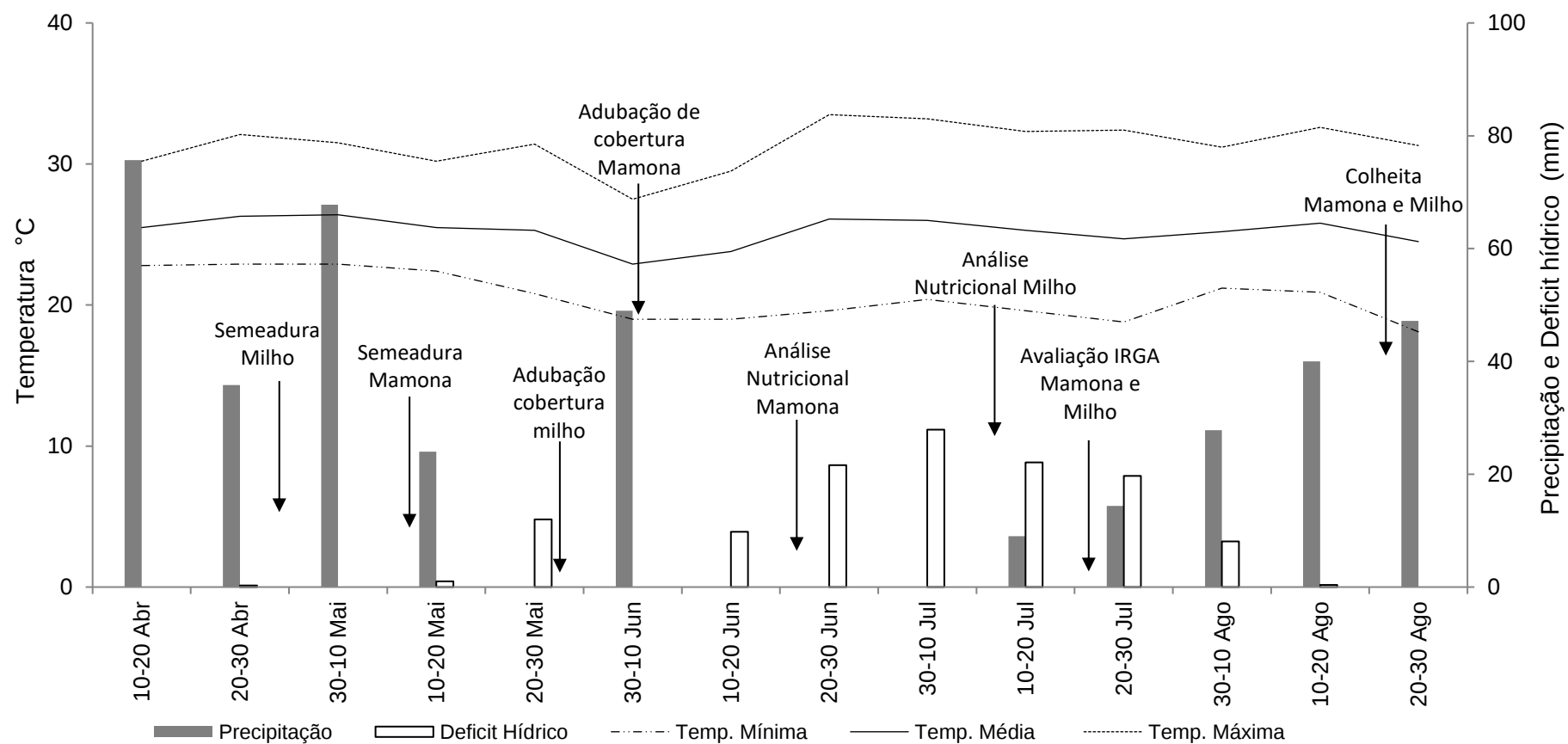
Os experimentos foram conduzidos em solo Argissolo Amarelo Distrófico típico, textura média argilosa, horizonte A moderado, relevo plano (ARAUJO et al., 2019). As propriedades granulométricas do solo foram determinadas de acordo com a metodologia do Manual de Análise de Solos (EMBRAPA, 1997) e na camada amostrada apresenta 780 g kg^{-1} de areia, 131 g kg^{-1} de argila e 89 g kg^{-1} de silte.

Apresenta as características químicas descritas como: pH de 4,9 e 4,0 (pH em H_2O e em CaCl_2 1 mol L^{-1} respectivamente), $2,1 \text{ mg dm}^{-3}$ de P (fósforo extração por Mehlich 1 e determinação por colorimetria), 36 mg dm^{-3} de K (Potássio extração por Mehlich 1 e determinação em espectrofotômetro de emissão atômica), $0,6 \text{ cmolc dm}^{-3}$ de Ca e $0,6 \text{ cmolc dm}^{-3}$ de Mg (Cálcio e Magnésio extração por $\text{KCl } 1\text{mol.L}^{-1}$ e determinação em espectrofotômetro de absorção atômica), $0,6 \text{ cmolc dm}^{-3}$ de Al (alumínio extração por $\text{KCl } 1 \text{ mol L}^{-1}$ e determinação por titulometria), 3,6 de H+Al (Acidez potencial, extração por acetato de cálcio $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$ e determinação por titulometria) de acordo com o Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes (Embrapa, 1999). Matéria orgânica foi determinada por extração por solução de dicromato de dódio em ácido sulfúrico e determinação por colorimetria e apresentou 26 mg dm^{-3} de solo (CANTARELLA et al., 2001). A soma de bases foi de $1,3 \text{ cmolc dm}^{-3}$, a capacidade de troca catiônica $4,9 \text{ cmolc dm}^{-3}$, a saturação de bases foi de 26 % e a saturação por alumínio foi de 31,58 %.

3.1 Avaliação de híbridos de mamona de porte anão sob sistema de produção com adubação mineral ou orgânico

O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema fatorial 4×2 com quatro repetições sendo o primeiro fator referente aos híbridos de mamona AKB02, AKB06, AG IMA 110204 e TAMAR e o segundo as formas de adubação, mineral e orgânica (Figura 3). Cada parcela experimental foi composta por quatro linhas com 5 m de comprimento espaçadas por 0,8 m e as plantas em 0,5 m. As parcelas úteis foram constituídas de 2 linhas centrais descontando-se 0,5 m de cada extremidade avaliando-se 8 plantas (Figura 4).

Figura 2 - Dados climáticos e principais atividades durante período em que foram conduzidos os experimentos de viabilidade agrônômica das culturas de mamona e milho durante os meses de abril a agosto de 2018, Cruzeiro do Sul-AC.



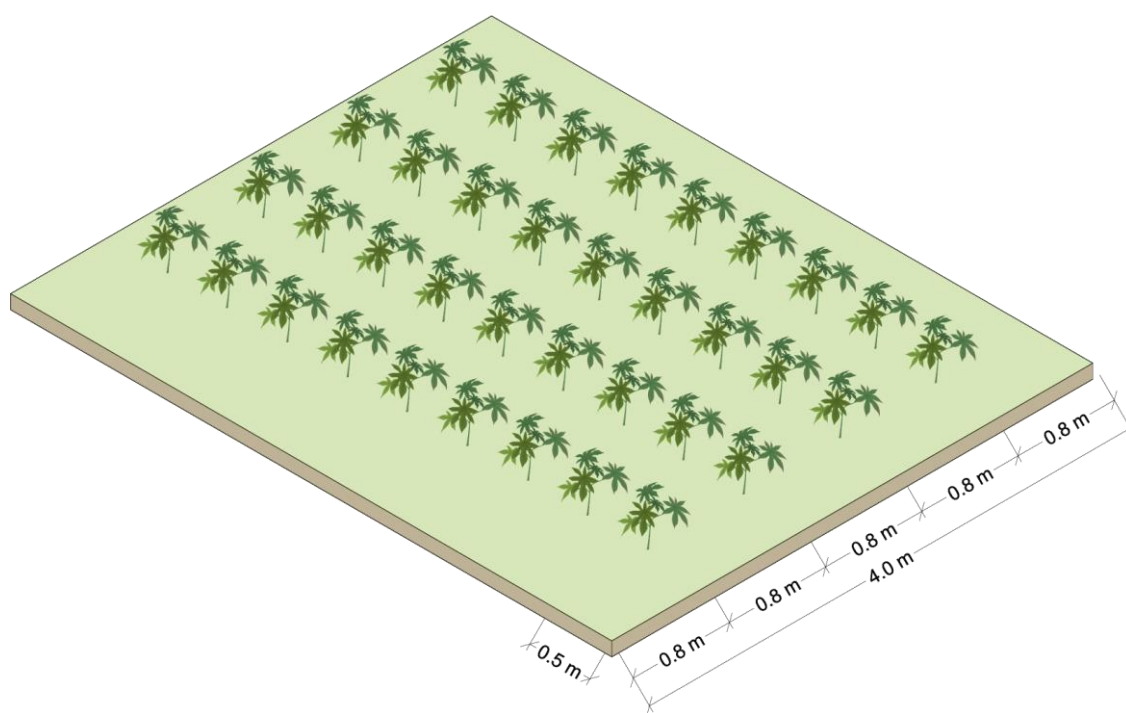
A recomendação seguida para adução mineral foi de acordo com Sá et al. (2015) e foram aplicados 70 kg de N, 80 kg de P_2O_5 e 60 kg de K_2O na forma de ureia, supersimples e cloreto de potássio, respectivamente. O N e K_2O foram fracionados aplicando-se 20% na semeadura e 80% em cobertura aos 32 dias após a semeadura. Nas parcelas com tratamento mineral foi realizado calagem com base na análise do solo para elevar a saturação de bases a 60%. Nos tratamentos com adubação orgânica utilizou-se o esterco bovino curtido com aproximadamente 15 % de umidade. O adubo orgânico foi aplicado na quantidade de 15 toneladas ha^{-1} e posteriormente incorporado na linha de cultivo.

Figura 3 - Experimento com híbridos de mamona de porte anão sob adubação mineral ou orgânico, no Vale do Juruá em Cruzeiro do Sul-AC.



A adubação mineral foi realizada em sulcos de plantio de 10 cm de profundidade. Foram depositadas 2 sementes por metro linear e 5 cm de profundidade. Aos 17 dias após semeadura (DAS), realizou-se o desbaste de uma das plântulas em cada ponto. A população mantida durante o experimento foi de 25.000 plantas ha^{-1} . Para que não houvesse limitação ao crescimento e desenvolvimento da mamona, foi realizado o controle das plantas daninhas por capina manual.

Figura 4 – Esquema representativo da unidade experimental com espaçamentos entre plantas e linhas adotado na implantação e condução dos híbridos de mamona de porte anão sob adubação mineral ou orgânico, no Vale do Juruá em Cruzeiro do Sul-AC.



3.1.1 Avaliação morfofisiológica, nutricional e parâmetros produtivos de híbridos de mamona de porte anão sob sistema de produção com adubação mineral ou orgânica

O desenvolvimento e crescimento da mamona sob as diferentes formas de adubação foram acompanhados semanalmente a partir do 19º dia após semeadura

até a colheita sendo avaliados a altura do caule (medindo-se com régua graduada do solo até a inserção do racemo da planta) e o diâmetro da base do caule (rente ao solo) utilizando um paquímetro (NOBREGA et al., 2007). Adicionalmente foi realizada semanalmente a determinação dos índices de clorofila com utilização de um clorofilômetro portátil ClorofiLOG® 1030 e as leituras realizadas em 60% do limbo foliar da folha do terço médio em 5 plantas na parcela útil.

As trocas gasosas foram determinadas aos 68 dias após a semeadura (DAS) das plantas e foram feitas com um analisador de gases por infravermelho (Li6400, Licor, EUA). As avaliações foram realizadas na região mediana da folha totalmente expandida no terço médio da planta. Os parâmetros avaliados foram: Photo assimilação líquida de CO₂ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); Trmmol taxa de transpiração nas folhas ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); Cond condutância estomática nas folhas ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); Ci concentração de CO₂ nos espaços intercelulares ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); Ci/Ca razão relação entre as concentrações mesofílica e ambiental de CO₂; Vpdl Déficit de pressão de vapor de água da folha; CndCO₂ Condutância de CO₂ e Pressão intercelular de CO₂ (Ci_Pa) (kPa) e EUA eficiência do uso da água ($\mu\text{mol mmol}^{-1}$). A medição ocorreu entre 7 e 11 h. O tempo mínimo pré-estabelecido para a estabilização das leituras foi de 120 s e o máximo para salvar cada leitura de 180 s.

Aos 40 DAS foram coletadas cinco folhas na posição de número 4 contando do ápice para a base em cada unidade experimental para avaliação do estado nutricional. As amostras foram lavadas com água destilada e secas em estufa com circulação de ar forçada a 65°C até peso constante. Ademais, as amostras foram trituradas em moinho do tipo Willye e acondicionadas em sacos de papel para a determinação de N-total, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Para determinação dos parâmetros de produção foram coletadas cinco plantas em cada unidade amostral avaliando: peso de grãos por planta, peso do racemo, casca e caule (g), massa seca total, massa seca da folha, teor de óleo (%) e produtividade de grãos e de óleo (kg ha^{-1}). O índice de colheita foi determinado pela razão entre rendimento de grãos e massa da matéria seca total da parte área da planta. Para a determinação do teor de óleo, amostras dos grãos foram secas em estufa a 70 °C por 24 horas e submetidas à análise pelo método de ressonância magnética nuclear.

3.2 Avaliação de variedades comerciais, crioulas e híbridos de milho sob sistema de produção com alto e baixo nível de adubação

O experimento foi disposto em delineamento de blocos ao acaso em esquema de parcela subdividida 6 x 2, sendo seis cultivares de milho e dois níveis de adubação na subparcela, com cinco repetições (Figura 5).

Figura 5 - Experimento com variedades comerciais, crioulas e híbridos de milho sob sistema de produção com alto e baixo nível de adubação no vale do Juruá em Cruzeiro do Sul-AC.



A recomendação para determinar os níveis de adubação na cultura do milho foi baseada de acordo com Wadt (2005). As cultivares de milho foram submetidas a adubação para sistemas de produção de alto e de baixo nível tecnológico com baixa disponibilidade de nutrientes no solo.

Nos tratamentos sob alto nível de adubação foram aplicados no plantio 30 kg de N (uréia), 100 kg de P_2O_5 (supersimples) e 60 kg de K_2O (cloreto de potássio) e em cobertura de 140 kg de N (uréia) e 110 K_2O (cloreto de potássio). No baixo nível de adubação foram aplicados 5 kg de N (uréia), 10 kg de P_2O_5 (supersimples) e 15 kg de K_2O (cloreto de potássio) e em cobertura de 10 kg de N (uréia) e 10 K_2O (cloreto de potássio).

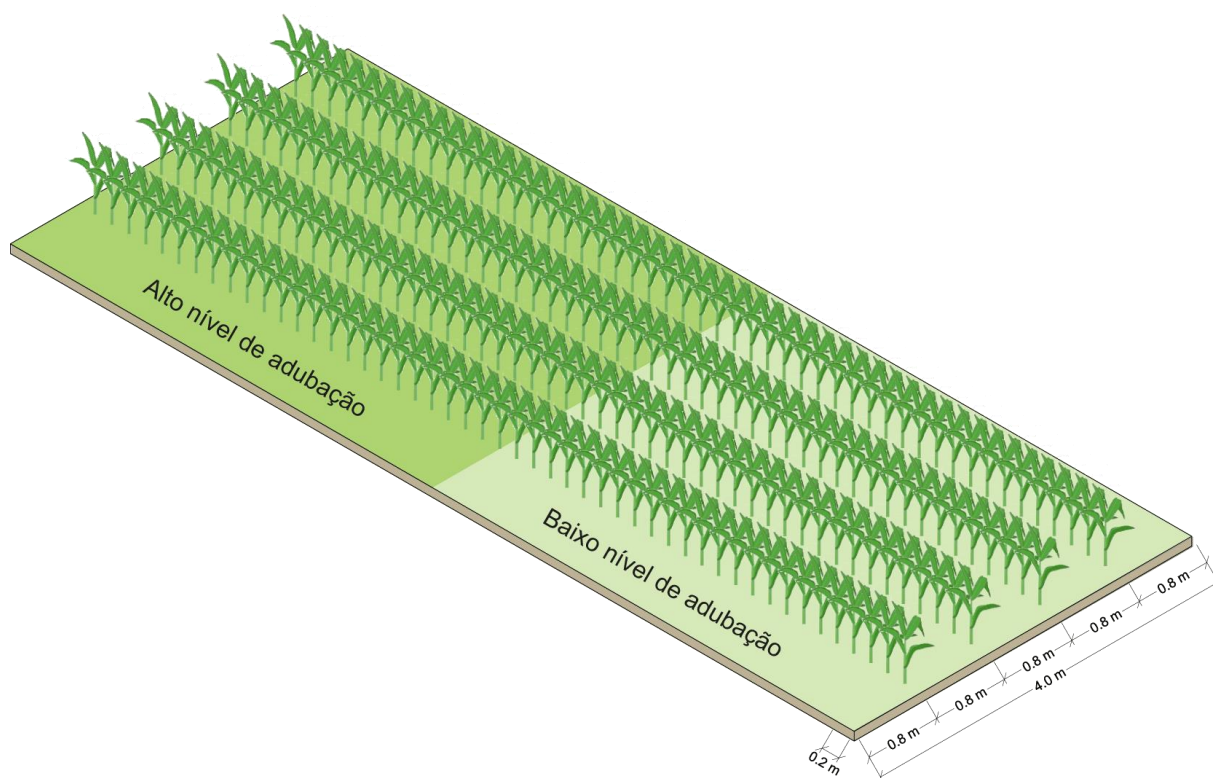
As variedades crioulas utilizadas foram coletadas em comunidades ribeirinhas no Vale do Rio Juruá-AC nos municípios de Cruzeiro do Sul, Porto Walter e Rodrigues Alv. Estas variedades tradicionais foram selecionadas por pequenos produtores durante vários anos em cultivo de praia durante o período de vazante do rio Juruá.

Os cultivares utilizados apresentam como características:

- *Dente de Cavalo*: variedade crioula que apresenta porte alto, grão de coloração amarelada e com formato e tipo dentado. Planta com ciclo tardio.
- *Ferro*: variedade crioula que apresenta porte médio, grão de coloração amarelo/alaranjado, com formato redondo e do tipo duro.
- *Peruano*: variedade crioula que apresenta porte médio, grão avermelhado, do tipo duro com formato pontiagudo.
- *BR 451*: variedade comercial de milho de ciclo precoce, de porte médio, grão de coloração branca do tipo dentado.
- *DKB 290 VTPRO3*: híbrido simples de ciclo precoce, porte médio, grão semiduro/semidentado com coloração alaranjada, possui transgenia para resistência à insetos e herbicida glyphosato.
- *BRS 3046*: híbrido triplo de ciclo superprecoce, grão dentado com coloração amarelada.

Cada parcela foi constituída por quatro fileiras espaçadas de 0,80 m e 10,0 metros de comprimento, com 5 plantas por metro linear de fileira. Na subparcela foram adotadas duas formas de adubação para alto e baixo nível tecnológico de produção com 5 m de comprimento cada (Figura 6). Tanto a semeadura quanto as adubações de plantio e cobertura foram realizadas manualmente em sistema de plantio direto. Após 15 dias da germinação realizou-se o desbaste das plantas nas linhas, ajustando a densidade de 5 plantas por metro linear.

Figura 6 – Esquema representativo da unidade experimental com espaçamentos entre plantas e linhas adotado na implantação e condução dos cultivares de milho sob alto e baixo nível de adubação, no Vale do Juruá em Cruzeiro do Sul-AC.



O manejo fitossanitário foi realizado visando o controle da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) com os inseticidas comerciais Decis 25 EC (Deltametrina 25 g/L) e Karate Zeon 50 CS (Lambda-Cialotrina 50 g/L) seguindo as doses recomendadas para a cultura do milho. O controle de plantas daninhas foi realizado por capina manual.

3.2.1 Avaliação morfofisiológica, nutricional e produtividade de cultivares de milho sob sistema de produção com alto e baixo nível de adubação

O desenvolvimento e crescimento do milho foram acompanhados semanalmente até a emissão do pendão durante o estágio reprodutivo do milho. Durante este período, foram avaliados os seguintes parâmetros: altura de planta

(medindo com régua graduada até o meristema apical) e diâmetro da base do colmo (utilizando o paquímetro).

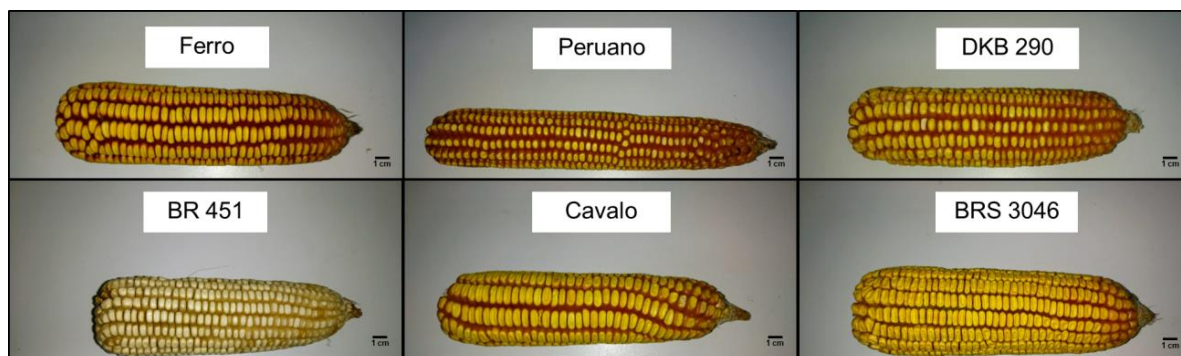
Para determinação dos índices de clorofila foi utilizado o equipamento eletrônico portátil ClorofiLOG® 1030. As leituras foram realizadas no limbo da folha mais recentemente expandida em 5 plantas na parcela útil até o início da senescência das plantas de milho.

As trocas gasosas foram determinadas aos 85 dias após a semeadura (DAS) das plantas e foram feitas com um analisador de gases por infravermelho (Li6400, Licor, EUA). As avaliações foram realizadas na região mediana da folha totalmente expandida no terço médio da planta. Os parâmetros avaliados foram: Photo assimilação líquida de CO₂ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); Trmmol taxa de transpiração nas folhas ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); Cond condutância estomática nas folhas ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); Ci concentração de CO₂ nos espaços intercelulares ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$); Ci/Ca razão relação entre as concentrações interna e ambiente de CO₂; Vpdl Déficit de pressão de vapor de água da folha; CndCO₂ Condutância de CO₂ de Pressão intercelular de CO₂ (Ci_Pa) (kPa); PhiCO₂ rendimento quântico calculado a partir da assimilação de CO₂ e EUA eficiência do uso da água ($\mu\text{mol mmol}^{-1}$). A medição ocorreu entre 7 e 11 h. O tempo mínimo pré-estabelecido para a estabilização das leituras foi de 120 s e o máximo para salvar cada leitura de 180 s.

Para avaliar o estado nutricional do milho aos 65 DAS foram coletadas uma folha oposta e abaixo da espiga, excluída a nervura central, de três plantas por parcela, quando surgiu à inflorescência feminina (embonecamento). As amostras foram lavadas com água destilada e secas em estufa com circulação de ar forçada a 65°C até peso constante. Ademais, as amostras foram trituradas em moinho do tipo Willye e acondicionadas em sacos de papel para a determinação de N-total, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn conforme metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Para determinação da produtividade foram coletadas cinco plantas na subparcela útil em cada unidade amostral quando as plantas estavam completamente senescentes aos 116 dias após a semeadura. Posteriormente, as espigas de cada planta foram retiradas (Figura 7), os grãos beneficiados manualmente e o peso determinado em balança analítica. A umidade foi corrigida para 15%.

Figura 7 - Espigas dos cultivares de milho avaliados sob sistema de produção com alto e baixo nível de adubação cultivadas no Vale do Juruá em Cruzeiro do Sul-AC.



3.3 Análise estatística

Para os dados fisiológicos e nutricionais foi realizada a análise de componentes principais (PCA). Ao selecionar as componentes necessárias para explicar a variabilidade dos dados adotou-se os autovalores superiores a 1 ou variância superior a 70 % (KAISER, 1960; HAIR et al., 2009). As variáveis selecionadas pela PCA foram submetidas as análises univariadas.

Os dados morfofisiológicos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey (5%) para a mamona e Scott-Knott (5%) para o milho. Utilizou-se para as análises o Software SAS (Sas Institute 2009).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Mamona

Aos 19 e 33 dias após a semeadura (DAS) a variável altura não apresentou interação significativa entre os fatores híbrido x adubação. Os híbridos TAMAR e AG IMA foram os que apresentaram altura superior aos demais híbridos, independentemente do tipo de adubação e com relação a adubação a mineral foi a que propiciou maior altura das plantas (Tabela 1).

Tabela 1 - Altura (cm) de híbridos de mamona aos 19 e 33 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral e orgânica durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de maio a agosto de 2018.

HÍBRIDO	ALTURA (cm)	
	19 DAS	33 DAS
AKB02	12,0 B	19,8 BC
AKB06	11,5 B	19,2 C
AG IMA	13,1 A	21,9 AB
TAMAR	13,1 A	22,9 A
<i>p</i> (Híbrido)	0,0001	0,0010
F	29,13	7,95
ADUBAÇÃO	19 DAS	33 DAS
MINERAL	13,8 A	21,8 A
ORGÂNICA	11,0 B	20,1 B
<i>p</i> (Adubação)	0,0001	0,0146
F	327,87	7,08
CV%	3,45	8,25

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p < 0,05$; CV = Coeficiente de variação.

Observa-se que a altura dos híbridos de mamona foi influenciada pela interação entre os fatores tipo de adubação e híbridos nos demais períodos de avaliação: 26, 40, 47 e 54 DAS (Tabela 2). O híbrido TAMAR destacou-se com médias superiores de altura entre os híbridos de mamona independentemente do tipo de adubação utilizada durante o período avaliado (Tabela 2). Porém, aos 47 DAS plantas do híbrido TAMAR sob adubação orgânica obtiveram superioridade em altura em relação as plantas adubadas com fertilizante mineral (Tabela 2).

Os híbridos AKB02 e AKB06 apresentaram medias de altura inferiores aos híbridos nacionais no período avaliado. As plantas estavam de 10 a 15 % menores em relação ao híbrido TAMAR dependendo da forma de adubação utilizada. Aos 54 DAS quando as plantas de mamona estavam no período reprodutivo, os híbridos submetidos a adubação orgânica obtiveram crescimento igual ou superior aos adubados com fertilizante químico (Tabela 2).

Em trabalho realizado por Oliveira (2017) com o híbrido AG IMA sob doses de fósforo (P) no estado de São Paulo a altura da planta variou de 38 cm com 0 kg ha⁻¹ de P a 45,9 cm com a dose recomendada de 60 kg ha⁻¹, valores estes superiores ao encontrado no presente trabalho. Acredita-se que as condições edafoclimáticas e adaptação dos híbridos ao clima da região podem ter interferido negativamente nesta variável.

Com relação ao tipo de adubação a altura da planta foi influenciada durante as avaliações. Inicialmente os híbridos responderam de forma superior a adubação mineral e ao final do crescimento em altura as plantas submetidas a adubação orgânica permaneceram maiores. Este fato pode ser explicado devido déficit hídrico que ocorreu nesse período das avaliações (Figura 2). Assim, o déficit hídrico, pode ter interferido negativamente na absorção de nutrientes pela planta após a adução de cobertura aos 32 DAS (Figura 2).

Os nutrientes são disponibilizados de forma gradual pela matéria orgânica que pode explicar o crescimento inicial inferior com relação á adubação mineral (TIESSEN et al., 1994), o uso de adubos orgânicos pode favorecer a planta a superar estresse hídrico em plantas devido á melhoria das características físico-química do solo (TROEH e THOMPSON, 2005).

As médias de diâmetro dos híbridos de mamona submetidos a adubação mineral ou orgânica apresentaram diferença e interação significativa entre os fatores analisados aos 19, 26, 33, 40 e 47 DAS (Tabela 3). As plantas adubadas quimicamente apresentaram diâmetro inicial superior a adubação agroecológica aos 19 DAS com diferença de 14 até 33 % dependendo do híbrido.

Tabela 2 - Altura (cm) de híbridos de mamona aos 26, 40, 47 e 54 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral e orgânica durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de maio a agosto de 2018.

HÍBRIDO	ALTURA (cm)							
	26 DAS		40 DAS		47 DAS		54 DAS	
	Mineral	Orgânico	Mineral	Orgânico	Mineral	Orgânico	Mineral	Orgânico
AKB02	17,0 BCa	15,0 Cb	22,0 Ba	22,2 Ba	26,2 Ba	27,8 Ba	30,5 Ba	31,25 Ca
AKB06	15,8 Ca	14,5 Cb	23,0 Ba	23,5 Ba	30,8 Aa	29,3 Ba	31,0 Bb	33,5 Ba
AG IMA	18,8 Aa	17,0 Bb	27,3 Aa	25,7 Ab	31,3 Aa	30,0 Ba	34,2 Aa	33,5 Ba
TAMAR	18,3 ABa	18,8 Aa	25,8 Aa	27,0 Ab	30,5 Ab	33,8 Aa	34,0 Ab	36,5 Aa
<i>p</i> (Híbrido)	0,0001		0,0001		0,0001		0,0001	
<i>p</i> (Adubação)	0,0005		0,6562		0,2729		0,0011	
<i>p</i> (Interação)	0,0146		0,0147		0,0026		0,0055	
CV%	4,04		3,18		4,19		2,82	

Médias seguidas pela mesma letra na maiúscula coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p < 0,05$; CV = Coeficiente de variação.

Os híbridos TAMAR e AG IMA apresentaram maior diâmetro nas avaliações morfológicas iniciais. O diâmetro de plantas do AKB06 foi estatisticamente semelhante aos 26, 40 e 47 DAS entre as formas de adubação utilizadas. O híbrido TAMAR aos 47 DAS apresentou plantas adubadas organicamente com diâmetro superior a adubação mineral (Tabela 3).

Aos 54 DAS a forma de adubação não influenciou sobre o diâmetro, somente o fator híbrido foi significativo para a variável diâmetro. O híbrido AG IMA obteve média de 1,2 cm semelhante ao TAMAR e inferior ao AKB06 que se apresentou estatisticamente maior em diâmetro entre os híbridos avaliados aos 54 DAS (Tabela 3).

O híbrido AG IMA cultivado com dose recomendada de fósforo no Estado de São Paulo, apresentou diâmetro do caule similar (1,17 cm) ao do presente estudo (OLIVEIRA, 2017). Pivetta et al., (2015) avaliando 2 híbridos de porte anão do Programa de Melhoramento da FCA UNESP em Botucatu, São Paulo e 2 híbridos comerciais também não observou diferença significativa da interação com doses de NPK sobre o diâmetro das plantas. Porém os híbridos apresentaram maior diâmetro (1,40 cm) e menores (23 cm) em relação ao encontrado no presente trabalho.

A adubação orgânica com esterco bovino curtido não interferiu negativamente na altura e diâmetro dos híbridos de mamona de porte anão cultivados sob sistema de plantio direto na Amazônia Ocidental.

Os híbridos de porte anão devem possuir características como altura de inserção do racemo e diâmetro adequados para facilitar a colheita mecanizada, pois estes cultivares foram melhorados para atender esta demanda. Híbridos de porte anão de mamona vem sendo colhidos na região de cerrado brasileiro por colhedoras de grãos com plataformas adaptadas (SÁ et al., 2015).

O Índice de Clorofila (IC) foi determinado semanalmente durante todo o ciclo da cultura, esta variável determina indiretamente o teor de clorofila na folha e estado nutricional, estando correlacionado positivamente com o teor de nitrogênio (FALKER, 2008; ARGENTA et al., 2001). Aos 19, 26, 40, 54, 75 e 96 DAS houve interação significativa entre os fatores Híbrido de mamona e adubação utilizada (Tabela 4).

Tabela 3 - Diâmetro (cm) de híbridos de mamona dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral e orgânica durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de maio a agosto de 2018.

HÍBRIDO	DIÂMETRO (cm)										
	19 DAS		26 DAS		33 DAS		40 DAS		47 DAS		54 DAS
	Mineral	Orgânico	Mineral	Orgânico	Mineral	Orgânico	Mineral	Orgânico	Mineral	Orgânico	-
AKB02	0,66 Ba	0,45 Cb	0,84 Ba	0,70 Bb	1,13 Aa	1,01 ABb	1,13 ABa	1,08 Ab	1,28 Aa	1,20 Bb	1,26 AB
AKB06	0,64 Ba	0,45 Cb	0,80 Ba	0,77 Aa	1,07 Aa	1,03 Aa	1,08 Bb	1,13 Aa	1,22 Ba	1,21 Ba	1,27 A
AG IMA	0,71 Aa	0,55 Bb	0,91 Aa	0,75 ABb	1,17 Aa	0,92 Bb	1,15 Aa	1,10 Ab	1,20 Ba	1,11 Cb	1,20 B
TAMAR	0,74 Aa	0,64 Ab	0,83 Ba	0,78 Ab	1,12 Aa	1,05 Aa	1,10 ABa	1,08 Aa	1,20 Bb	1,26 Aa	1,23 AB
<i>p</i> (Híbrido)	0,0001		0,0077		0,4039		0,2606		0,0001		0,0305
<i>p</i> (Adubação)	0,0005		0,0001		0,0001		0,0969		0,0002		0,1368
<i>p</i> (Interação)	0,0019		0,0006		0,0039		0,0105		0,0001		0,1193
CV%	4,45		4,07		5,08		2,85		1,49		3,95

Médias seguidas pela mesma letra na maiúscula coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p < 0,05$; CV = Coeficiente de variação.

Aos 33 e 47 DAS não houve significância da interação e sim dos fatores isolados com relação ao índice de clorofila (Tabela 5). Aos 61 e 68 DAS somente os híbridos apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 5).

Aos 19 DAS as plantas estavam no estágio de estabelecimento inicial e seus tecidos podem ainda ter influência das reservas de nutrientes das sementes utilizadas para crescimento e desenvolvimento. Os híbridos nacionais AG IMA e TAMAR já apresentam maior teor de clorofila em relação aos híbridos AKB02 e AKB06. O AG IMA e AKB06 com adubação mineral podem ter sido afetados negativamente pela salinidade do adubo por apresentar médias inferiores de IC na fase inicial em relação ao tratamento orgânico (Tabela 4).

O híbrido TAMAR sob adubação orgânica apresentou a maior IC (55) aos 40 DAS. Com relação à adubação mineral aos 40 DAS o IC do híbrido AG IMA foi semelhante ao TAMAR e as plantas de mamona estrangeiras AKB02 e AKB06 foram em média 18 e 20 % menores no acúmulo de clorofila nas folhas sob adubação mineral e orgânica respectivamente. Aos 54 DAS os híbridos AKB02 e AKB06 apresentaram redução de aproximadamente 10 % no IC quando submetidos à adubação orgânica. No entanto, foram semelhantes aos híbridos AG IMA e TAMAR adubados com fertilizantes químicos (Tabela 4).

Os resultados de IC observados foram crescentes ao longo das avaliações independentemente dos híbridos e adubação, estabilizando-se aos 54 DAS. Entretanto nota-se que os Híbridos TAMAR e AG IMA apresentam maiores IC em relação aos demais tratamentos. Com relação ao tipo de adubação, de maneira geral, não influenciou no IC ao longo do período e entre os híbridos.

Aos 75 DAS as plantas de mamona estavam finalizando a fase de enchimento dos grãos e a adubação orgânica diminuiu o IC do AG IMA de 59 para 55 no entanto entre os híbridos apresentou na adubação mineral a maior média semelhante ao TAMAR. Com a secagem dos grãos já iniciada aos 96 DAS observou-se em todos os híbridos as maiores médias sob adubação orgânica (Tabela 4).

Aos 33 DAS o híbrido TAMAR e as plantas com adubação mineral apresentaram as maiores médias de IC, AKB02 e AKB06 obtiveram menor teor relativo de clorofila nesta data (Tabela 5). Já aos 47 DAS observa-se que a adubação

orgânica aumentou o IC de plantas de mamona em relação á adubação mineral (Tabela 5). Entre os híbridos TAMAR e AKB02 houve diferença significativa com aumento de 14 % no IC quando adota-se o híbrido nacional.

Aos 61 e 68 dias na fase de enchimento de grãos de mamona não houve interferência significativa do fator adubação sob o IC. Os híbridos AKB06, AG IMA e TAMAR apresentaram IC 55 e o híbrido AKB02 foi 17 % inferior aos demais híbridos aos 61 DAS. Na próxima avaliação aos 68 DAS houve uma tendência de equiparação entre os valores de IC dos híbridos de mamona (Tabela 5). Os híbridos estavam no estágio de florescimento e início de frutificação e concomitantemente no período de déficit hídrico fatos que podem ter influenciado sobre os efeitos da interação entre os tratamentos.

Capuani et al. (2011) analisando o IC durante o crescimento da mamona (BRS ENERGIA) sob diferentes doses de nitrogênio (0, 50,100 e 150 kg ha⁻¹) observou comportamento diferenciado ao longo do tempo, com valores máximos entre 37 e 44 após emergência com decréscimo após este período. As doses de nitrogênio também influenciaram no IC.

Tabela 4 - Índice de clorofila de híbridos de mamona avaliado semanalmente a partir dos 19 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral e orgânica durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de maio a agosto de 2018.

HÍBRIDO	ÍNDICE DE CLOROFILA (IC)											
	19 DAS		26 DAS		40 DAS		54 DAS		75 DAS		96 DAS	
	Mineral	Orgânico	Mineral	Orgânico	Mineral	Orgânico	Mineral	Orgânico	Mineral	Orgânico	Mineral	Orgânico
AKB02	32 Ba	31 Ca	36 Aa	35 Ba	46 Ba	46 Ca	60 Aba	55 Bb	54 Ba	51 Ba	60 Aa	60 Aa
AKB06	30 Bb	33 Ba	34 Ba	35 Ba	45 Ba	45 Ca	59 Ba	54 Bb	55 Ba	55 ABa	55 Bb	59 Aa
AG IMA	35 Ab	37 Aa	37 Aa	38 Aa	53 Aa	53 Ba	60 ABb	62 Aa	59 Aa	55 ABb	59 Aa	60 Aa
TAMAR	36 Aa	36 Aa	36 Ab	38 Aa	52 Aa	55 Ab	61 Aa	61 Aa	57 ABa	59 Aa	60 Aa	60 Aa
<i>p</i> (Híbrido)	0,0001		0,0001		0,0001		0,0001		0,0006		0,0081	
<i>p</i> (Adubação)	0,0118		0,1793		0,0952		0,0001		0,1251		0,2200	
<i>p</i> (Interação)	0,0058		0,0302		0,0069		0,0001		0,0489		0,0418	
CV%	2,82		2,46		2,04		1,25		3,98		3,06	

Médias seguidas pela mesma letra na maiúscula coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p < 0,05$; CV = Coeficiente de variação.

Tabela 5 - Índice de Clorofila (IC) de híbridos de mamona aos 33, 47, 61 e 68 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral e orgânica durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul-AC, cultivado de maio a agosto de 2018.

HÍBRIDO	ÍNDICE DE CLOROFILA (IC)			
	33 DAS	47 DAS	61 DAS	68 DAS
AKB02	39 C	48 C	47 B	54 B
AKB06	40 C	52 B	54 A	55 AB
AG IMA	44 B	54 AB	55 A	57 A
TAMAR	46 A	55 A	55 A	57 A
<i>p</i> (Híbrido)	0,0001	0,0001	0,0095	0,0001
F	128,25	65,30	82,19	82,19
ADUBAÇÃO	ÍNDICE DE CLOROFILA (IC)			
	33 DAS	47 DAS	-	-
MINERAL	43 A	52 B	-	-
ORGÂNICA	41 B	53 A	-	-
<i>p</i> (Adubação)	0,0064	0,0035	-	-
F	9,19	10,81	-	-
CV (%)	1,90	1,94	3,26	2,47

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p < 0,05$; CV = Coeficiente de variação.

Para avaliar o estado nutricional dos híbridos foi determinado o teor de macro e micronutrientes na folha e realizada a PCA (análise de componentes principais) para também categorizar as variáveis de acordo com a metodologia citada anteriormente. Adicionalmente foi realizada a análise de variância e teste de media com os nutrientes que apresentaram significância (Tabela 6 e Figuras 8A e 8B).

Foram selecionadas as componentes 1, 2 e 3 (responsáveis por 85,6% da variabilidade total dos dados) com 47,5, 27,9 e 10,3%, respectivamente (Tabela 6). A componente 1 apresentou a maior variabilidade acumulada e correlação negativa entre o N, P e Fe com os micronutrientes B, Mn, Zn e o Enxofre (macronutriente) (Tabela 6).

Ao analisar o eixo horizontal referente a primeira componente verifica-se a formação de dois grupos. À esquerda da linha vertical que passa pelo zero, encontram-se as observações dos híbridos de mamona que receberam adubação mineral e do lado direito as plantas com adubação orgânica (Figuras 8A e 8B).

O P e o Ca apresentaram alta correlação negativa e segregaram os tratamentos pelo eixo da componente 2 entre os quadrantes inferiores e superiores (Tabela 6 e Figuras 8B). Os híbridos TAMAR, AG IMA (independente da forma de adubação) e AKB06 com adubação orgânica apresentaram maior variabilidade relacionada ao Cálcio. Já os híbridos de mamona AKB02 e AKB06 adubação mineral e AKB02 adubação orgânica foram influenciados pelo K. Na componente 3, apresenta apenas 10,3% da variabilidade total, observou-se alta correlação negativa entre o macronutrientes Mg e os micronutrientes Fe e Cu.

Os teores de P, K, Ca, Fe, Cu e magnésio foram submetidos a análise de variância por apresentar escore acima de 0,4 e o N foi incluído na análise por ter sido utilizado nos tratamentos com adubação química (Tabela 6 e 7).

Os de híbridos de mamona apresentaram comportamento semelhante quanto ao teor de N e P nas folhas e não apresentaram diferença significativa para efeito da interação híbrido x adubação. Entretanto, o fator adubação foi significativo. Ao utilizar adubação mineral houve maior concentração de N e P em folhas de híbridos de porte anão de mamona (Tabela 7).

Tabela 6 - Componentes principais do teor de macro e micronutrientes de híbridos de mamona com adubação mineral e orgânica. Cruzeiro do Sul-AC, cultivado de maio a agosto de 2018.

VARIÁVEL	PC1	PC2	PC3
Nitrogênio (N)	0.388	-0.043	-0.086
Fosforo (P)	0.423	0.000	0.049
Potássio (K)	0.018	-0.566	-0.025
Cálcio (Ca)	-0.013	0.527	-0.054
Magnésio (Mg)	0.099	0.344	-0.668*
Enxofre (S)	-0.333	-0.201	-0.131
Boro (B)	-0.348	0.228	0.324
Cobre (Cu)	0.204	0.370	0.449
Ferro (Fe)	0.378	-0.138	0.400
Manganês (Mn)	-0.363	0.140	0.236
Zinco (Zn)	-0.335	-0.118	0.027
Variância	47,5 %	27,9%	10,3 %
Variância acumulada	47,5 %	75,4%	85,6 %
Autovalor	5.2235	3.0663	1.1294

A mesma situação ocorreu com o teor de Fe que foi 17% superior nas plantas que receberam adubação mineral. O Ca e o K não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos utilizados (Tabela 7).

Já o Magnésio apresentou interação significativa entre os fatores híbridos de mamona e forma de adubação (Tabela 8). O teor de Mg na folha do híbrido AG IMA reduziu 21% ao adotar adubação orgânica como fertilizante. O híbrido TAMAR apresentou maior teor de Mg nas folhas independente da fonte de nutrientes utilizada. Entre os híbridos com adubação mineral o AKB02 apresentou o menor teor de Mg 1,63 g kg⁻¹.

Figura 8 - Gráfico demonstrando a projeção das variáveis nutricionais nos componentes principais com a descrição dos híbridos de mamona sob adubação mineral ou orgânica.

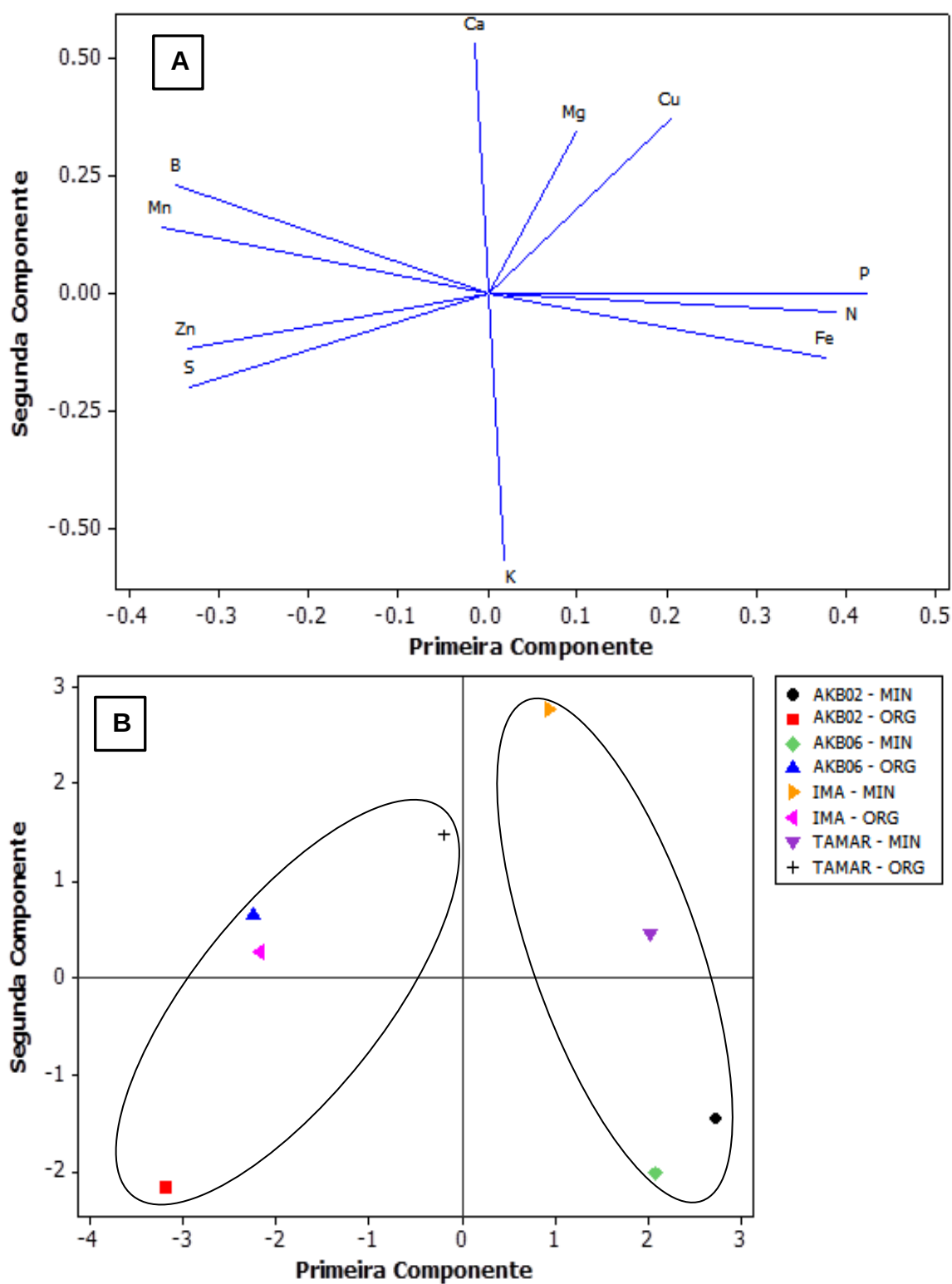


Tabela 7 – Teor de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Ferro (Fe) de híbridos de mamona aos 40 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral e orgânica e após a colheita. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de maio a agosto de 2018.

ADUBAÇÃO	N	P	K ^{ns}	Ca ^{ns}	Fe	Cu ^{ns}
	g/kg				mg/kg	
MINERAL	49,4 A	2,53 A	14	8,66	40,3 A	1,92
ORGÂNICA	41,3 B	2,04 B	13,9	8,58	33,8 B	1,67
p (Adubação)	0,001	0,0001	0,89	0,86	0,0331	0,52
F	17,31	7,08	0,02	0,03	5,59	0,43
CV (%)	10,61	7,17	10,8	14,17	18,41	52

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p < 0,05$; CV- Coeficiente de variação. ^{ns} não significativo

Tabela 8 - Teor de Magnésio (Mg) de híbridos de mamona aos 40 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral e orgânica. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de maio a agosto de 2018.

HÍBRIDOS	Mg (g/kg)	
	Mineral	Orgânico
AKB02	1,63 Ba	1,80 Aa
AKB06	1,80 ABa	1,83 Aa
AG IMA	2,06 Aa	1,63 Ab
TAMAR	2,06 Aa	1,90 Aa
p (Híbrido)	0,1033	
p (Adubação)	0,1743	
p (Interação)	0,0445	
CV (%)	9,29	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p < 0,05$; CV = Coeficiente de variação.

Segundo Oliveira, (2004) a faixa de teores adequados de N, P, K, Ca, Mg (g kg^{-1}) e Cu, Fe (mg kg^{-1}), são respectivamente, 40-50; 3-4, 30-40; 15-25; 2,5-3,5; 4-10 e 25-100. Assim, somente teores de N e Fe apresentaram-se dentro da faixa adequada para cultura da mamona (Tabela 7 e 8). Porém, não foram observadas deficiências nutricionais nas folhas da parte aérea dos híbridos de mamona no presente trabalho tanto na adubação mineral quanto na orgânica. Plantas de mamona sob adubação orgânica estabeleceram médias estatisticamente inferiores á adubação mineral no entanto estão dentro da faixa adequada de N e Fe para cultura da mamona.

Há uma variação no teor de nutrientes adequados nas folhas de mamoneira pode ser explicada pela época de coleta, fertilidade do solo e principalmente em função da cultivar adotada (LANGE, 2005).

Nas últimas duas décadas no Brasil a caracterização nutricional de variedades e híbridos de mamona tem sido amplamente estudada (SOUZA et al., 2015, CAPUANI et al., 2014; LANGE et al., 2005; CRUSCIOL et al., 2012 CHIARADIA et al., 2009) porém informações sobre híbridos de porte anão e ciclo precoce para colheita mecanizada como os utilizados neste trabalho ainda são incipientes.

Aos 70 DAS foram determinadas as características fisiológicas dos híbridos de mamona e o método de Análise de componentes principais (PCA) também foi utilizado com os mesmos critérios de seleção da avaliação nutricional para categorizar os dados (Tabela 9). A análise das componentes principais permitiu reduzir a dimensionalidade dos dados, com a formação de 2 componentes principais explicando 96,8% da variância total dos dados originais (Tabela 9)

Após a seleção das variáveis foi realizado teste de variância e estas não apresentaram diferença significativa. Porém, ao analisar o comportamento fisiológico dos híbridos de mamona pode-se agrupá-los de acordo com os escores.

Tabela 9 - Componentes principais das variáveis fisiológicas de híbridos de mamona com adubação mineral e orgânica. Cruzeiro do Sul-AC, cultivado de maio a agosto de 2018.

VARIÁVEL	PC1	PC2
Photo ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	0,164	-0,582*
Cond ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	0,346	-0,152
Ci ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ mol}^{-1}$)	0,340	0,246
Trmmol ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	0,350	-0,140
Vpdl (kPa)	-0,359*	0,045
CndCO ₂	0,363*	-0,063
Ci_Pa (kPa)	0,339	0,245
Ci/Ca	0,355*	0,170
EUA ($\mu\text{mol mmol}^{-1}$)	-0,295	-0,352*
Variância	73,1%	23,6 %
Variância acumulada	73,1%	96,8 %

A componente principal 1 representa 73,1% da variabilidade total dos dados e os escores das variáveis apresentaram valores semelhantes em modulo na faixa de 0.339 e 0,363 (exceto para Photo, 0,164 e EUA, -0,295). Nesta componente observou-se formação de um grupo de variáveis Photo, Cond, Ci, Trmmol, CndCO₂ e Ci_Pa Ci/Ca que correlacionaram-se negativamente com a variável Vpdl. Este fato corrobora que o aumento do déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar favorece o fechamento estomático (STRECK, 2003) e consequentemente diminui a transpiração foliar (Trmmol), a concentração (Ci) e pressão intercelular (Ci_Pa) de CO₂, a condutância (CndCO₂) e a razão entre as concentrações interna e externa (Ci/Ca) de CO₂. A Vpdl aumenta com períodos de déficit hídrico, fato que ocorreu nas semanas anteriores e no dia da avaliação das trocas gasosas (Figura 2).

Pela separação promovida pelo eixo da componente 1 (Figura 9B) podemos observar a formação de um grupo a esquerda do eixo formado pelos híbridos de mamona AKB02 e AKB06 (mineral e orgânico), AG IMA orgânico e TAMAR mineral. Estes tratamentos podem ser classificados como mais sensíveis ao déficit hídrico. A

mamona é classificada como planta C_3 (com baixa eficiência fotossintética) e apesar da relativa tolerância ao déficit hídrico quando submetida á este estresse ocorre redução da taxa fotossintética (BELTRÃO et al., 2003). A direita outro grupo formado apenas pelo TAMAR orgânico e AG IMA mineral, estes tratamentos apresentaram maior produção de óleo por hectare (Tabela 12).

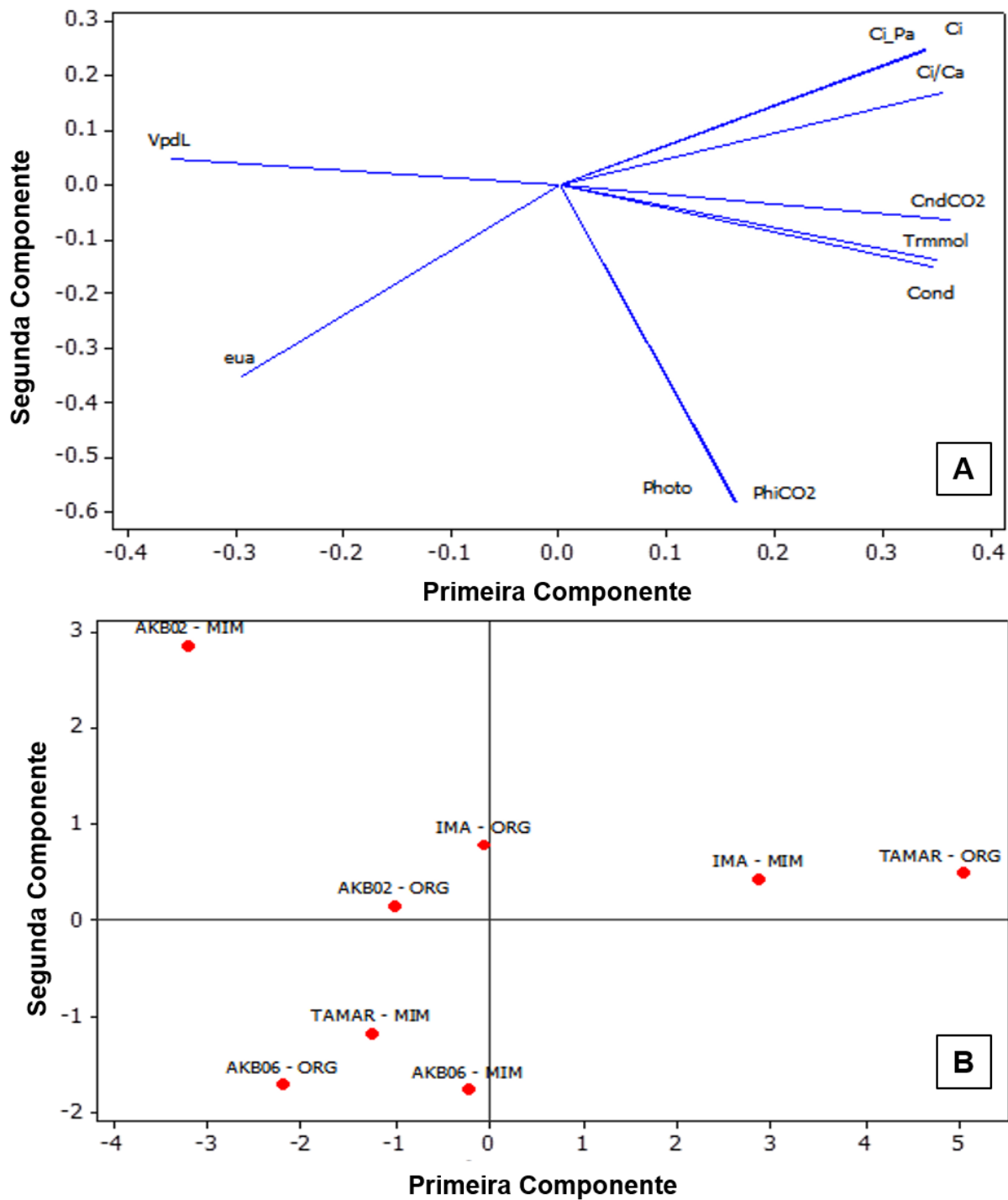
Na componente 2 somente as variáveis Photo e EUA obtiveram valor de importância para seleção das variáveis e foram positivamente correlacionadas. A EUA é a razão entre Photo e $Trmmol$ (LARCHER, 2006) e se a planta diminui a perda de água com fechamento estomático proporcionalmente diminui a entrada de CO_2 e a taxa fotossintética será realizada com a assimilação do C_i da folha, assim a planta pode aumentar a eficiência no uso da água, porém o estresse prolongado prejudica o crescimento e desenvolvimento da planta (TAIZ; ZIEGER, 2013).

Os híbridos TAMAR com adubação orgânica e o AG IMA com adubação mineral que se agruparam no quadrante superior direito do gráfico de dispersão que tem como características alta condutância estomática e transpiração e posição intermediária entre a concentração interna de CO_2 (C_i) e a taxa de assimilação de CO_2 (Photo) (Figura 9).

Os híbridos AKB06, TAMAR (adubação mineral) e AKB06 e AG IMA (orgânico) situaram-se respectivamente nos quadrantes inferior e superior esquerdo sendo influenciados pela baixa eficiência no uso da água (EUA) e pelo déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar (V_{pdl}) (Figura 9).

Os híbridos de mamona foram colhidos aos 103 DAS e determinados os parâmetros morfológicos como peso de grãos, racemo, casca, caule (Tabela 10) e produtivos como produtividade de grãos (PROG), produtividade de óleo (PROL) e Índice de Colheita (IC) (Tabela 12) apresentaram influência da interação entre os híbridos cultivados e adubação. Já as variáveis Massa Seca do Limbo Foliar + Pecíolo (MSLP), Massa seca total da parte aérea da planta (MST) e Teor de Óleo dos grãos (TEOL) não apresentaram interação entre os fatores híbridos e adubação apresentando, porém, influência dos fatores isolados (Tabela 11).

Figura 9 - Gráfico demonstrando a projeção das variáveis fisiológicas nos componentes principais com a descrição dos híbridos de mamona sob adubação mineral ou orgânica



Os híbridos AKB02 e AKB06 para as características peso de racemo, casca e caule obtiveram médias semelhantes entre a adubação mineral e orgânica. O AG IMA adubado com fertilizante mineral e AKB06 orgânico apresentaram racemos com maiores médias de peso seco 3,59 e 3.69 g respectivamente. O híbrido AG IMA e TAMAR no sistema de adubação orgânica e AG IMA mineral também produziram mais casca em relação aos demais híbridos e formas de adubação com até 48 % de diferença (Tabela 10).

Os caules dos híbridos AG IMA e TAMAR sob adubação mineral acumularam mais biomassa em relação aos submetidos a adubação orgânica e também as maiores medias entre os híbridos. Já para os híbridos importados AKB02 e AKB06 observou-se a manutenção do peso dos caules mesmo sob as diferentes formas de adubação (Tabela 10).

A massa seca do limbo foliar e pecíolo (MSLP) dos híbridos AKB06, AG IMA e TAMAR foi de aproximadamente 25,5 g e apresentou superioridade de 10 g para o AKB02 (Tabela 11). A adubação mineral também promoveu maior acúmulo de biomassa de MSLP em relação aos híbridos com adubação orgânica com 20 % de aumento. O híbrido AKB02 e a adubação orgânica também apresentaram menor média (56,7 e 67,9 g respectivamente) na variável massa seca total (MST). O AKB06 valor intermediário de 69 g e os híbridos nacionais AG IMA e TAMAR obtiveram maior acúmulo de massa seca da parte aérea com média de 80,4 g (Tabela 11).

Tabela 10 - Parâmetros produtivos e morfológicos de híbridos de mamona colhidos aos 103 dias após a semeadura (DAS) com adubação o mineral e orgânica. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de maio a agosto de 2018.

HIBRIDOS	GRÃOS		RACEMO		CASCA		CAULE	
	(g)							
	Mineral	Orgânico	Mineral	Orgânico	Mineral	Orgânico	Mineral	Orgânico
AKB02	27,5 ABa	30,3 Ba	2,85 BCa	2,77 Ba	13,7 Ba	14,4 Ba	24,3 Ca	23,8 Ba
AKB06	24,2 Ba	22,1 Ba	3,26 ABa	3,69 Aa	12,3 Ba	11,7 Ba	32,3 Ba	29,3 Aa
AG IMA	34,1 Aa	30,0 Ba	3,59 Aa	2,77 Bb	18,9 Aa	19,4 Aa	36,8 Aba	26,3 ABb
TAMAR	27,7 ABb	42,6 Aa	2,54 Cb	3,29 ABa	12,3 Bb	19,6 Aa	38,0 Aa	30,5 Ab
<i>p</i> (Híbrido)	0,0001		0,0047		0,0001		0,0001	
<i>p</i> (Adubação)	0,0305		0,5755		0,0047		0,0001	
<i>p</i> (Interação)	0,0001		0,0013		0,0008		0,0050	
CV (%)	11,82		11,33		11,61		8,77	

Médias seguidas pela mesma letra na maiúscula coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p < 0,05$; CV = Coeficiente de variação.

Tabela 11 - Massa Seca do Limbo Foliar + Pecíolo (MSLP), Total (MST) e Teor de Óleo (TEOL) de híbridos de mamona aos 103 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral e orgânica e após a colheita. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de maio a agosto de 2018.

HÍBRIDOS	MSLP	MST	TEOL
	(g)	(g)	(%)
AKB02	15,8 B	56,7 C	49,8 B
AKB06	22,7 A	69,0 B	51,6 A
AG IMA	25,7 A	81,9 A	52,9 A
TAMAR	28,1 A	78,9 A	52,2 A
<i>p</i> (Híbrido)	0,0001	0,0001	0,0047
F	11,02	21,79	5,80
ADUBAÇÃO	MSLP	MST	TEOL
	(g)	(g)	(%)
MINERAL	25,2 A	75,3 A	52,5 A
ORGÂNICA	21,0 B	67,9 B	50,5 B
<i>p</i> (Adubação)	0,020	0,0146	0,0040
F	6,33	7,08	10,38
CV (%)	19,66	8,25	1,98

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p < 0,05$; CV = Coeficiente de variação.

O híbrido TAMAR com adubação orgânica obteve média de 42,6 g de grãos por planta, 35 % acima da adubação mineral. Os híbridos AKB02, AKB06 e AG IMA com adubação mineral ou orgânica foram semelhantes estatisticamente. Assim, o híbrido TAMAR sob adubação orgânica apresentou produtividade média acima de 1000 kg.ha⁻¹ diferenciando-se dos demais híbridos. O AKB06 obteve 564 kg ha⁻¹ a menor média de produtividade entre os híbridos. AKB06 e AG IMA produziram na faixa intermediária com aproximadamente 780 kg ha⁻¹ (Tabela 12).

Tabela 12 – Produtividade de grãos (PROG), óleo (PROL) e índice de colheita (IC) de híbridos de mamona aos 103 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral e orgânica. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de maio á junho de 2018.

HÍBRIDOS	PROGR (kg ha ⁻¹)		PROL (kg ha ⁻¹)		IC (%)	
	Mineral	Orgânico	Mineral	Orgânico	Mineral	Orgânico
AKB02	701 ABa	772 Ba	355 Ba	378 Ba	46 Ab	57 Aa
AKB06	619 Ba	564 Ca	329 Ba	286 Ca	34 Ba	34 Ba
AG IMA	870 Aa	776 Ba	466 Aa	400 Bb	37 ABa	41 Ba
TAMAR	706 ABb	1088 Aa	371 Bb	566 Aa	35 Bb	54 Aa
<i>p</i> (Híbrido)	0,0001		0,0001		0,0001	
<i>p</i> (Adubação)	0,0305		0,0984		0,0002	
<i>p</i> (Interação)	0,0001		0,0001		0,0117	
CV (%)	11,82		11,36		12,55	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a $p < 0,05$; CV- Coeficiente de variação.

Todos os híbridos utilizados e as formas de adubação adotadas apresentaram produtividade próxima ou superior à média nacional de 620 kg ha⁻¹. Em trabalho conduzido no cerrado brasileiro por Sá et al., (2015) em sistema mecanizado e alto nível tecnológico com o híbrido AG IMA e híbridos importados obtiveram produtividade de até 2962 e 1858 kg ha⁻¹, respectivamente, evidenciando o potencial produtivo do híbrido nacional. No estado de São Paulo Oliveira (2017), atingiu produtividade de 710 kg ha⁻¹ com a dose recomendada de P para a cultura, valor próximo ao encontrado neste trabalho. A produtividade foi inferior ao potencial dos híbridos de maneira geral (SÁ et al., 2015) provavelmente devido a fatores como déficit hídrico, temperatura e concomitante ocorrência do mofo cinzento (fungo *AmphiBotrytis ricini*) na área de cultivo.

O teor de óleo nas sementes de mamona é uma variável fundamental para critérios de seleção de variedades e sistemas de manejo na ricinocultura (ATABANI

et al., 2012; BELTRÃO e LIMA, 2007). Esta variável não foi diferenciada estatisticamente pela interação híbridos x adubação. Porém, estes fatores apresentaram significância isoladamente sob o teor de óleo. Os híbridos AKB06, IMA e TAMAR não apresentaram diferença estatística e foram superiores em aproximadamente 5 % no teor de óleo ao híbrido AKB02 que apresentou porcentagem média de 49,8 % de óleo nos grãos. A adubação mineral promoveu incremento no teor de óleo de 2,0 % em relação à adubação orgânica (Tabela 11).

O teor de óleo nos grãos de mamona foi superior ao descrito por Beltrão e Lima (2007) que relataram valores entre 43 e 49 % em pesquisas conduzidas na EMBRAPA com variedades nacionais de porte alto. Na literatura alguns trabalhos evidenciam que o teor de óleo não é influenciado pela quantidade de nitrogênio (SEVERINO et al., 2006; SILVA et al., 2007) e fosforo (OLIVEIRA, 2017).

No presente estudo verificou-se que adubação mineral foi superior à orgânica. Este fato pode ter ocorrido devido à maior disponibilidade de nutrientes que a adubação mineral proporcionou durante a formação e enchimento dos grãos. Apesar do déficit hídrico no período vegetativo ter influenciado negativamente os tratamentos com adubação mineral, no período reprodutivo, o retorno da precipitação pode ter favorecido o acúmulo de óleo nos grãos.

O teor de óleo não pode ser considerado isoladamente para escolha de um híbrido ou sistema de produção, uma vez que deve ser associada a produtividade de grãos. O híbrido TAMAR sob adubação orgânica apresentou maior produtividade de óleo e Índice de colheita. AG IMA adubado quimicamente apresentou produtividade de óleo estatisticamente semelhante ao TAMAR, porém com menor índice de colheita. A mamona caracteriza-se pela baixa produção de biomassa para cobertura do solo em sistema de plantio direto (RAMOS et al., 2008). Assim, híbridos com maior índice de colheita podem ser interessantes para manutenção da cobertura morta e ciclagem de nutrientes em sistema de rotação ou sucessão de cultura.

A mamona apresenta um potencial para produção na região do Vale do Juruá-AC, porém é necessário o controle químico ou uso de cultivares de mamona resistentes ao mofo cinzento que é endêmico ao local. A produção foi reduzida em função da seca e ataque do fungo, porém foi maior que a média de muitos estados produtores da oleaginosa no Brasil. O uso de resíduos orgânicos foi altamente responsivo na situação de menor produtividade sob estresse abiótico.

4.2 Milho

Houve interação entre os fatores nível de adubação e cultivares para altura, diâmetro e clorofila em avaliações durante o período de do crescimento e desenvolvimento do milho (Tabelas 13,15 e 17).

Em todas as avaliações de altura de plantas de milho houve interação significativa entre a cultivar utilizada e o nível de adubação. As variedades crioulas e híbridos utilizados apresentaram altura superior sob alta adubação em relação as plantas com menor disponibilidade de nutrientes. Somente aos 37 DAS o híbrido triplo BRS 3046 e aos 62 DAS o DKB 290 apresentaram medias semelhantes de altura entre os níveis de adubação (Tabela 13). Bianchetto et al. (2017) estudando potencial produtivo de variedades crioulas no com e sem adubação mineral no sul do Brasil não observou variação de altura entre os tratamentos, fato diferente ao encontrado no presente trabalho. Já Paiva (2011) observou aumento em altura de híbridos de milho proporcional as doses de Nitrogênio adotadas.

O Híbrido simples DKB 290 apresentou maiores médias de altura de plantas sob alta ou baixa adubação aos em todas as avaliações morfológicas realizadas exceto aos 37 DAS sob baixa adubação. A variedade crioula Dente de Cavalo que tem como característica o porte alto das plantas alcançou média de altura semelhante ao DKB 290 a partir dos 41 DAS sob baixa adubação (Tabela 13).

Aos 62 DAS o milho Dente de Cavalo e o DKB 290 obtiveram plantas com altura média de 229 e 206 cm sob alta e baixa adubação respectivamente, diferenciando-se estatisticamente do demais tratamentos. Assim, a escolha do cultivar pode promover até 30 % no aumento da altura de plantas (Tabela 13). Plantas de milho com porte alto são susceptíveis ao acamamento e tombamento e alta produção de biomassa (palhada) após a colheita com menor produção de grãos.

Tabela 13 - Altura (cm) de plantas de milho aos 37, 41, 48, 55 e 62 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral em Alto e Baixo nível de adubação, cultivadas de abril a agosto de 2018 no município de Cruzeiro do Sul, Acre.

MILHO	ALTURA (cm)									
	37 DAS		41 DAS		48 DAS		55 DAS		62 DAS	
	Alta	baixa	alta	baixa	alta	baixa	Alta	Baixa	alta	baixa
BR 451	83 Aa	54 Db	115 Ba	89 Bb	157 Aa	111 Bb	191 Ba	152 Ab	197 Ba	171 Bb
BRS 3046	73 Ba	71 Aa	112 Ba	82 Db	131 Ca	107 Bb	170 Ca	122 Bb	188 Ba	164 Bb
ente de Cavalo	74 Aa	65 Bb	122 Aa	97 Ab	139 Ca	123 Ab	184 Ba	159 Ab	233 Aa	200 Ab
DKB 290	85 Aa	58 Cb	125 Aa	95 Ab	158 Aa	116 Ab	210 Aa	159 Ab	226 Aa	212 Aa
FERRO	88 Aa	52 Db	117 Ba	86 Cb	147 Ba	110 Bb	161 Da	122 Bb	211 Ba	147 Bb
PERUANO	86 Aa	50 Db	117 Ba	80 Db	134 Ca	112 Bb	167 Ca	128 Bb	202 Ba	166 Bb
<i>p</i> (Híbrido)	0,0881		0,0001		0,0001		0,0001		0,0001	
<i>p</i> (Adubação)	0,0001		0,0001		0,0001		0,0001		0,0001	
<i>p</i> (Interação)	0,0001		0,0194		0,0001		0,0002		0,0499	
CV%	4,50		3,18		4,19		2,82		8,01	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a $p < 0,05$; CV = Coeficiente de variação.

O diâmetro da base dos colmos de plantas de milho foi influenciado significativamente pelo efeito isolado dos tratamentos cultivar e adubação aos 37 e 62 DAS (Tabela 14). Aos 37 e 62 DAS a interação entre os fatores cultivar e adubação não promoveu efeito significativo no diâmetro de plantas de milho (Tabela 14). Na avaliação inicial com as plantas em estado vegetativo com 37 DAS nota-se formação de três agrupamentos em função da média do diâmetro de plantas. O primeiro grupo formado pela variedade crioula Dente de Cavalo e o BRS 3046 com maiores diâmetros de colmos. De forma intermediária O híbrido DKB 290 e as variedades Ferro e Peruano formam um segundo agrupamento. A variedade comercial BR 451 apresentou também nesta avaliação a menor média do diâmetro do colmo com 1,99 cm (Tabela 14).

Ao final do período de avaliações morfológicas (62 DAS) com as plantas de milho em estágio reprodutivo as variedades crioulas e o híbrido BRS 3046 apresentaram diâmetro de colmos de 2,08 cm. Estes cultivares apresentaram diferença significativa com diâmetro médio 7 % superior às plantas do DKB 290 e BR 451. Adotando a adubação de alto nível tecnológico de produção o diâmetro médio de plantas de milho aumentou aproximadamente 15 e 16 % aos 32 e 62 DAS respectivamente (Tabela 14).

A interação foi significativa entre os cultivares e níveis de adubação nas avaliações aos 41, 48 e 55 DAS (Tabela 15). Neste período o híbrido BRS 3046 manteve a média de diâmetro das plantas sem alterações entre os níveis de adubação e apresentou média superior entre os cultivares comerciais adotados no experimento (Tabela 15).

Ao considerar os híbridos comerciais o BR 451 apresentou as menores médias de diâmetro, aos 55 DAS este híbrido conduzido sob baixa adubação promoveu redução de 38 % no diâmetro de plantas de milho cultivadas sob diferentes níveis de adubação (Tabela 15). A variedade crioula Ferro as plantas estavam com 2,38 cm de diâmetro de colmo também aos 55 DAS valor 7 % superior ao híbrido comercial BRS 3046. Esta variedade tradicional respondeu com incremento de 0,46 cm no diâmetro das plantas adubadas com alto nível tecnológico de produção (Tabela 15).

Tabela 14 - Diâmetro (cm) de cultivares de milho aos 37 e 62 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral em Alto e Baixo nível tecnológico de produção durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de abril a agosto de 2018.

CULTIVAR	DIAMETRO (cm)	
	37 DAS	62 DAS
BR 451	1,99 C	1,93 B
BRS 3046	2,42 A	2,04 A
Dente de Cavalo	2,35 A	2,08 A
DKB 290	2,29 B	1,98 B
FERRO	2,29 B	2,08 A
PERUANO	2,26 B	2,12 A
<i>p</i> (Híbrido)	0,0001	0,0054
F	19,87	4,07

ADUBAÇÃO	DIAMETRO (cm)	
	37 DAS	62 DAS
ALTO	2,42 A	2,19 A
BAIXO	2,10 B	1,89 B
<i>p</i> (Adubação)	0,0001	0,0146
F	138,20	110,19
CV%	4,10	4,93

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a $p < 0,05$; CV = Coeficiente de variação.

Tabela 15 - Diâmetro (cm) de cultivares de milho aos 41, 48 e 55 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral em Alto e Baixo nível tecnológico de produção durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de abril a agosto de 2018.

CULTIVAR	DIAMETRO (cm)					
	41 DAS		48 DAS		55 DAS	
	alta	baixa	alta	baixa	alta	baixa
BR 451	2,10 Da	1,95 Bb	2,13 Ca	1,8 Db	2,05 Ca	1,75 Bb
BRS 3046	2,40 Ba	2,10 Aa	2,43 Aa	2,01 Bb	2,23 Ba	1,96 Aa
Dente de Cavalo	2,33 Ba	2,17 Ab	2,26 Ba	1,93 Cb	2,17 Ba	1,95 Ab
DKB 290	2,22 Ca	1,86 Cb	2,16 Ca	1,71 Eb	2,23 Ba	1,73 Bb
FERRO	2,55 Aa	1,78 Cb	2,31 Ba	2,13 Ab	2,38 Aa	1,92 Ab
PERUANO	2,25 Ca	1,83 Cb	2,28 Ba	1,91 Cb	2,20 Ba	1,91 Ab
<i>p</i> (Híbrido)	0,0001		0,0001		0,0001	
<i>p</i> (Adubação)	0,0001		0,0001		0,0001	
<i>p</i> (Interação)	0,0001		0,0001		0,0011	
CV%	2,63		2,38		3,41	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a $p < 0,05$; CV = Coeficiente de variação.

O Índice de Clorofila é uma medida fisiológica indireta e não destrutiva do teor de clorofila total em folhas. As avaliações iniciais quando o milho estava em estágio vegetativo aos 37 e 41 DAS o cultivar e nível de adubação promoveram diferença significativa sobre as médias de IC de colmo em plantas de milho de forma isolada (Tabela 16). Aos 55, 69 e 85 DAS evidenciaram interação significativa entre fatores adubação e cultivar (Tabela 17).

Aos 37 DAS todas as variedades apresentaram IC acima de 55 exceto a Dente de Cavalo que apresentou a menor média. Porém, aos 41 DAS os valores de IC estabilizaram entre as variedades exceto novamente para a Dente de Cavalo que manteve seu IC em torno de 54. Ao utilizar adubação mineral aos 37 e 41 dia houve um incremento de aproximadamente 13 % no IC de plantas de milho durante estas avaliações (Tabela 16).

Tabela 16 - Índice de Clorofila (IC) de cultivares de milho aos 37 e 41 dias após a semeadura (DAS) com Alto e Baixo nível de adubação durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de abril a agosto de 2018.

MILHO	ÍNDICE DE CLOROFILA	
	37 DAS	41 DAS
BR 451	57,55 B	58,10 A
BRS 3046	60,77 A	59,33 A
Dente de Cavalo	54,48 C	54,55 B
DKB 290	58,02 B	57,50 A
FERRO	59,75 A	58,47 A
PERUANO	57,24 B	56,73 A
<i>p</i> (Híbrido)	0,0001	0,0023
<i>F</i>	19,20	4,74
ADUBAÇÃO	37 DAS	41 DAS
ALTO	61,73	60,93
BAIXO	54,21	53,97
<i>p</i> (Híbrido)	0,0001	0,0001
<i>F</i>	340,76	123,98
CV (%)	2,44	3,76

Médias seguidas pela mesma letra coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a $p < 0,05$; CV = Coeficiente de variação.

Tabela 17 - Índice de Clorofila (IC) de cultivares de milho aos 55, 69 e 85 dias após a semeadura (DAS) com adubação mineral em Alto e Baixo nível tecnológico de produção durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de abril a agosto de 2018.

MILHO	ÍNDICE DE CLOROFILA					
	55 DAS		69 DAS		85 DAS	
	alta	baixa	alta	Baixa	Alta	baixa
BR 451	61,3 Aa	54,4 Ab	40,26 Ba	39,77 Aa	46,00 Aa	42,15 Aa
BRS 3046	58,9 Aa	52,7 Ab	40,92 Ba	32,67 Bb	40,78 Ba	38,95 Aa
Dente de Cavalo	52,8 Ba	42,8 Bb	38,02 Ca	32,44 Bb	31,85 Ca	33,72 Ba
DKB 290	54,7 Ba	54,9 Aa	45,03 Aa	41,96 Aa	48,12 Aa	36,58 Bb
FERRO	54,3 Ba	46,4 Bb	36,41 Ca	37,31 Aa	31,25 Ca	25,25 Cb
PERUANO	55,6 Ba	44,8 Bb	34,57 Ca	30,14 Bb	33,70 Cb	29,68 Ca
<i>p</i> (Híbrido)	0,0881		0,0001		0,0001	
<i>p</i> (Adubação)	0,0001		0,0001		0,0002	
<i>p</i> (Interação)	0,0017		0,0244		0,0001	
CV%	4,75		7,32		9,23	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a $p < 0,05$; CV = Coeficiente de variação.

Nota-se que os cultivares comerciais apresentaram índices de clorofila superior às variedades crioulas no alto nível de adubação em todas as avaliações exceto para o Dente de Cavalo aos 55 DAS. Este agrupamento ocorreu também quando se adotou baixo nível de adubação exceto também para o Dente de Cavalo aos 69 e 85 DAS e o milho variedade Ferro aos 69 DAS (Tabela 17).

A análise do estado nutricional das plantas de milho foi realizada pela determinação dos teores de macro e micronutrientes foliares. Inicialmente realizou análise de componentes principais e verificou-se fracionamento da variância entre os componentes com 35,7 % o componente 1 obteve maior contribuição (Tabela 18). Na análise dos autovetores dos componentes principais mostra distinção entre as variáveis que contribuem para o primeiro e segundo eixo das componentes (Figura 10).

O P e o Mn com autovetores positivo na componente 1 e em contrapartida o Zn e o Mg com autovetores negativos promoveram a discriminação de 2 grupos distintos formados pelo alto e baixo nível de adubação empregados (Figura 10). O antagonismo na absorção do P e Zn pode ter contribuído para esta distinção. Altas doses de adubos fosfatados podem induzir e promover a deficiência de Zn em plantas de milho (SUMMER; FARINA, 1986). O magnésio também possui mecanismo de absorção e bioacumulação dependente de outros cátions principalmente do potássio e cálcio para balanço catiônico da cultura (LOUÉ, 1963).

O nitrogênio, potássio e fosforo aplicados em alto e baixo nível de adubação promoveram também absorção e bioacumulação diferencial de micronutrientes.

A partir da análise de componentes principais foi realizada análise univariada dos teores dos seguintes nutrientes: N, P, K, Mg, B e Mn. Os nutrientes avaliados não apresentaram interação significativa entre os fatores cultivar e nível de adubação. O N e P apresentaram diferença no fator cultivar de milho e nível de adubação de forma isolada. A variedade BR 451 e o híbrido BRS 3046 apresentaram maior teor de nitrogênio e fosforo em relação aos cultivares utilizados (Tabela 19). O alto nível de

adubação promoveu maior acumulação de N e P ao considerar a média dos cultivares em cada sistema (Tabela 19).

O potássio, magnésio, boro e manganês apresentaram diferença significativa somente entre os sistemas de alto e baixo nível tecnológico de adubação. Para estes nutrientes a adição de quantidade elevada dos macronutrientes NPK promoveu maior teor nas folhas de milho (Tabela 20).

Os teores de B e Mn estão acima do nível mínimo de referência para para cultura do milho de 20 mg kg⁻¹ o Mg somente na alta adubação também está dentro da faixa adequada de 2,5-4,0 mg kg⁻¹. Já o K mesmo sob alto nível de adubação ficou abaixo da de referência para o teor na folha de milho de 17,5 a 22,5 mg kg⁻¹ (MARTINEZ et al., 1999).

Tabela 18 - Componentes principais do teor de macro e micronutrientes de cultivares de milho com nível alto e baixo de adubação mineral. Cruzeiro do Sul-AC, cultivado de abril a agosto de 2018.

VARIÁVEL	PC1	PC2	PC3
Nitrogênio (N)	0,285	0,464	0,005
Fosforo (P)	0,459	0,070	0,057
Potássio (K)	0,252	0,260	0,539
Cálcio (Ca)	0,085	0,035	-0,341
Magnésio (Mg)	-0,375	0,260	-0,189
Enxofre (S)	0,099	-0,284	-0,096
Boro (B)	-0,318	0,121	0,502
Cobre (Cu)	-0,174	0,575	-0,144
Ferro (Fe)	0,285	0,276	0,200
Manganês (Mn)	0,378	0,213	-0,456
Zinco (Zn)	-0,384	0,311	-0,156
Variância	35,7%	18,4%	13,5%
Variância acumulada	35,7%	54,1%	67,6%

Figura 10 - Gráfico demonstrando a projeção das variáveis nutricionais nos componentes principais com a descrição das variedades crioulas e cultivares comerciais de milho com adubação mineral em Alto e Baixo nível tecnológico de produção

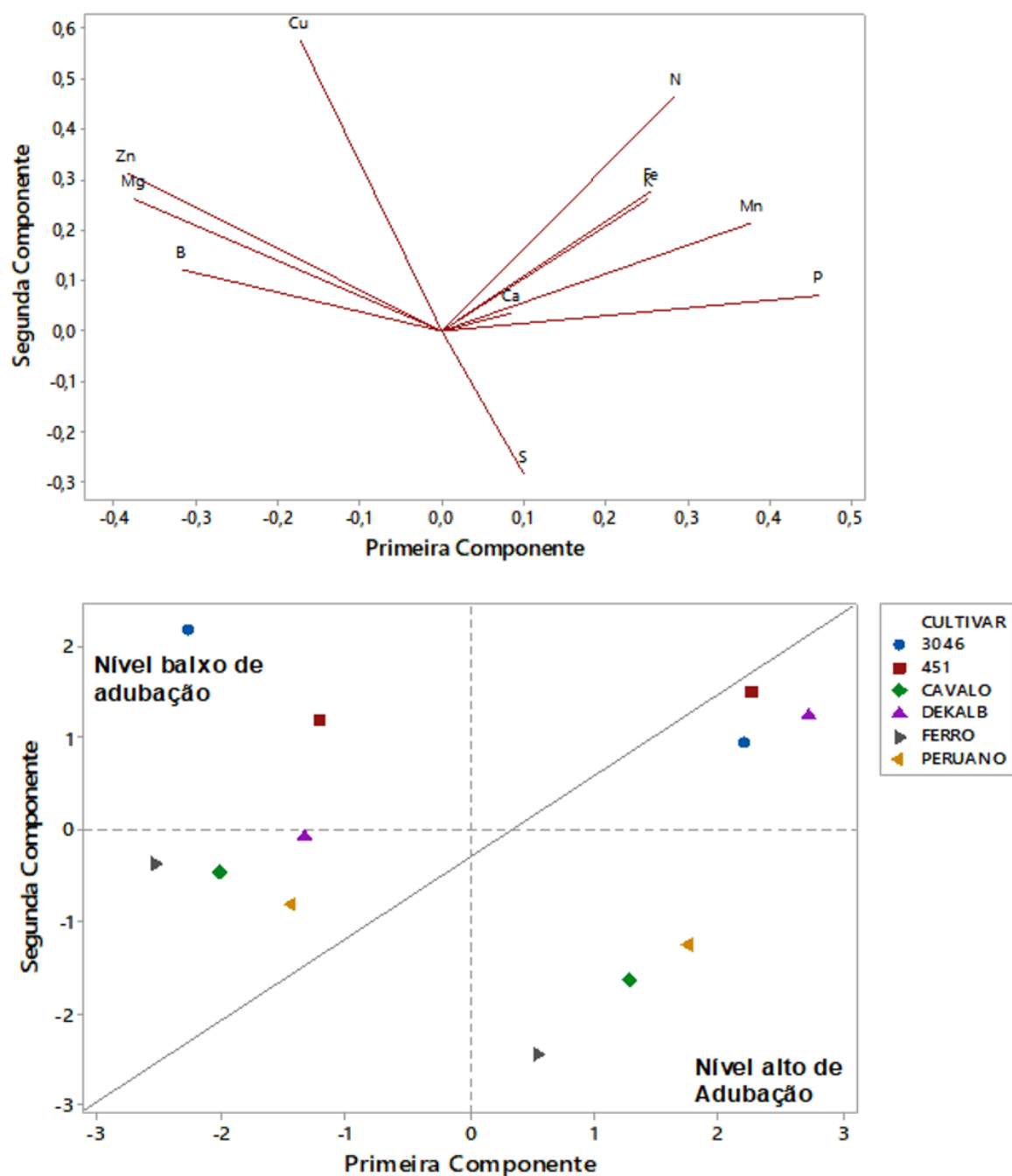


Tabela 19 - Teor de Nitrogênio (N) e Fósforo (P) cultivares de milho aos 65 dias após a semeadura (DAS) adubação mineral em Alto e Baixo nível tecnológico de produção durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de abril a agosto de 2018.

MILHO	N (g/kg)	P (g/kg)
BR 451	29,5 A	2,23 A
BRS 3046	29,5 A	2,17 A
Dente de Cavalo	26,2 B	1,90 B
DKB 290	27,2 B	1,88 B
FERRO	25,6 B	1,89 B
PERUANO	26,7 B	1,94 B
<i>p</i> (Híbrido)	0,0005	0,0466
<i>F</i>	12,35	3,41
ADUBAÇÃO	N (g/kg)	P (g/kg)
ALTO	28,2 A	2,32 A
BAIXO	27,6 B	1,68 B
<i>p</i> (Híbrido)	0,0299	0,0001
<i>F</i>	6,06	109
CV (%)	6,69	2,00

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Skott Knott a $p < 0,05$; CV- Coeficiente de variação.

Tabela 20 - Teor de Potássio (K), Magnésio (Mg), Boro (B) e Manganês (Mn) de cultivares de milho aos 65 dias após a semeadura com adubação mineral em Alto e Baixo nível tecnológico de produção durante o estágio vegetativo e reprodutivo. Cruzeiro do Sul - AC, cultivado de abril a agosto de 2018.

ADUBAÇÃO	K (g/kg)	Mg (g/kg)	B (mg/kg)	Mn (mg/kg)
ALTO	13,8 A	2,92 A	17,2 A	33,0 A
BAIXO	12,7 B	2,25 B	14,2 B	22,1 B
<i>p</i> (Adubação)	0,0115	0,0002	0,0163	0,0040
F	8,88	28,9	7,8	12,6
CV (%)	8,53	14,45	20,2	33,4

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a $p < 0,05$; CV- Coeficiente de variação.

Os cultivares de milho não apresentaram diferença significativa para as variáveis fisiológicas aos 85 DAS. Pela análise de componentes principais observou-se uma dispersão dos dados que não foi possível discriminar em agrupamentos específicos em função dos autovetores (Tabela 21 e Figura 11).

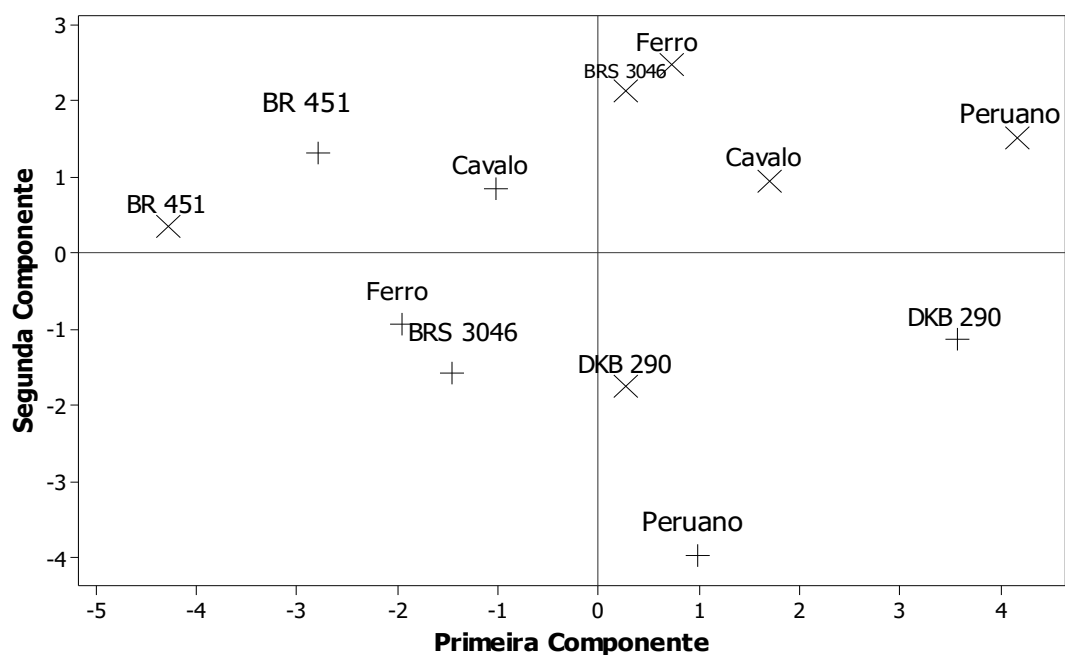
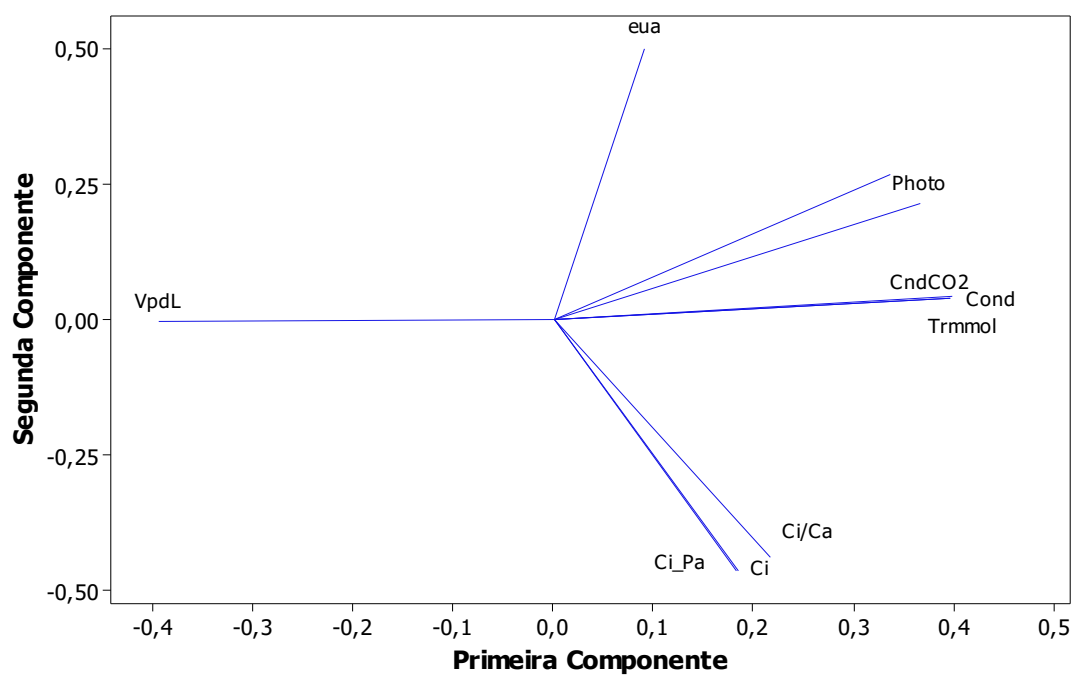
A análise para determinação do status fisiológico deste parâmetro foi realizada tardiamente, as plantas estavam em estágio inicial de senescência o que pode ter influenciado para a semelhança no resultado entre os cultivares e níveis de adubação encontrado neste trabalho. Oliveira Júnior et al., (2007) avaliando a influência de parâmetros fisiológicos de plantas de milho doce e milho comum em diferentes períodos de desenvolvimento, também verificaram nos estádios finais de desenvolvimento (111 dias após o plantio) menores taxas fotossintéticas, em função da senescência das folhas, bem como valores similares de fotossíntese entre os genótipos avaliados.

Diante disso, indica-se a realização da avaliação no pleno estágio de desenvolvimento da cultura em possíveis trabalhos futuros. Neste estágio, que compreende entre o final do período vegetativo e início do reprodutivo, a planta atinge o ápice da sua atividade metabólica (TAIZ e ZIEGER, 2013) e é sensível às variações intrínsecas da cultivar e respostas às modificações do ambiente.

Tabela 21 - Componentes principais das variáveis fisiológicas de cultivares de milho com nível alto e baixo de adubação mineral. Cruzeiro do Sul-AC, cultivado de abril a agosto de 2018.

VARIÁVEL	PC1	PC2
Photo ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	0,366	0,214
Cond ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	0,396*	0,039
Ci ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ mol}^{-1}$)	0,185	-0,464
Trmmol ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	0,399*	0,045
Vpdl (kPa)	-0,394*	-0,004
CndCO ₂	0,396*	0,040
Ci_Pa (kPa)	0,183	-0,465
Ci/Ca	0,216	-0,440
EUA ($\mu\text{mol mmol}^{-1}$)	0,092	0,501*
Variância	61,6 %	36,4 %
Variância acumulada	61,6 %	98,0 %

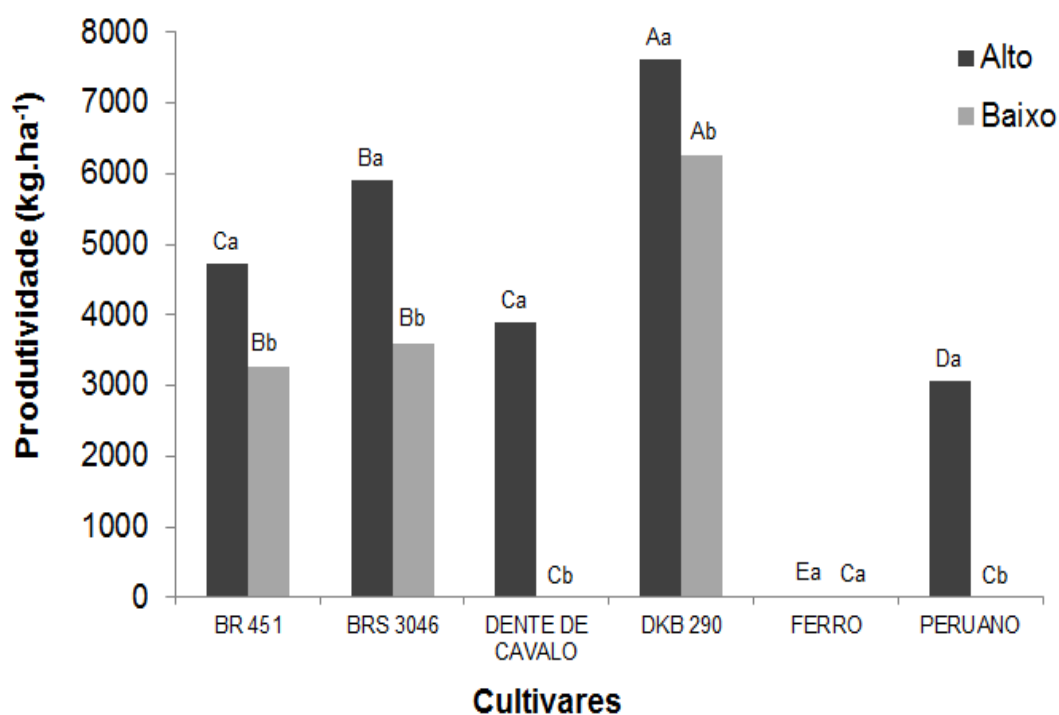
Figura 11 - Gráfico demonstrando a projeção das variáveis fisiológicas nos componentes principais com a descrição das variedades crioulas e cultivares comerciais de milho com adubação mineral em Alto e Baixo nível tecnológico de produção.



X= alto nível de adubação; + = baixo nível de adubação

As variedades de milho crioulas sob baixa adubação não apresentaram produção de grãos e a variedade crioula Ferro também não produziu no alto nível de adubação (Figura 12). O híbrido simples DKB 290 apresentou a maior produtividade entre as cultivares utilizadas sob alta e baixa adubação. A variedade Dente de Cavalo sob alto nível de adubação se destacou entre as variedades crioulas, porém não obteve produção ao utilizar-se baixo nível de adubação. A variedade BR 451 e a variedade Peruano apresentaram menor média produtiva entre os cultivares comerciais e variedades tradicionais, que tiveram produção de grãos, respectivamente (Figura 12).

Figura 12 - Produtividade de variedades crioulas e cultivares comerciais de milho no Vale do Juruá, Cruzeiro do Sul-AC.



Médias seguidas pela mesma letra maiúscula (cultivares no mesmo tipo de adubação) e minúscula (alto e baixo) nas barras não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a $p < 0,05$; p Interação = 0,0001; Coeficiente de variação (%) = 18,48.

Na literatura vários trabalhos descrevem o comportamento produtivo do milho crioulo. Meneguetti et al. (2002) obtiveram produtividade de 3.642 kg ha⁻¹, como média de diversas raças de milho crioulo cultivadas no

Estado do Rio Grande do Sul. Já Araújo e Nass (2002) observaram produtividade média de 5.532 kg ha⁻¹, em experimento com várias raças crioulas no Estado do Paraná. Paulus (1999), em experimentos com variedades de milho crioulo, desenvolvidos em 1994/95, em Três Arroios - RS e Pontão - RS, obteve médias de 6.435 e 5.229 kg ha⁻¹, respectivamente.

A rusticidade e vigor dos milhos crioulos em condições como baixa fertilidade e déficit hídrico, em detrimento às variedades comerciais é descrito na literatura (ABREU et al., 2007; CARPENTIERI-PÍPOLO et al., 2010) principalmente pela exigência em fertilidade e demais fatores abióticos. Esta situação não foi observada durante o desenvolvimento da pesquisa. As cultivares comerciais com destaque para o híbrido simples DKB 290 apresentaram desempenho superior as variedades crioulas cultivadas na região nas condições de menor tecnologia empregada e déficit hídrico no período crítico de desenvolvimento.

Este fato pode ser explicado pela origem das variedades crioulas. As sementes foram coletadas de produtores ribeirinhos que cultivam o cereal em “praias” durante o período de vazante do Rio Juruá. Assim, durante décadas, estas variedades foram selecionadas em ambiente com alta disponibilidade hídrica e pode não ter adaptado no sistema de produção em sequeiro.

5. CONCLUSÕES

A produção de mamona híbrida é viável agronomicamente no estado do Acre. A resposta á adubação orgânica pela mamona indica uso sustentável no sistema produtivo de grãos da mamona.

As variedades crioulas de milho foram inferiores na produtividade de grãos em relação aos híbridos comerciais nos sistemas de alto e baixo nível tecnológico de adubação. O milho crioulo dente de cavalo foi mais eficiente entre as variedades tradicionais.

As variedades crioulas não produziram grãos sob baixo nível de adubação. A variedade tradicional Ferro não produziu mesmo com alto nível de adubação de NPK.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, L.; CANSI, E.; JURIATTI, C. Avaliação do rendimento sócio-econômico de variedades crioulas e híbridos comerciais de milho na microregião de Chapecó. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 1230-1233, 2007.

ADAMS, C. **Caiçaras na Mata Atlântica: pesquisa científica versus planejamento e gestão ambiental**. São Paulo: Annablume, 2000.

ANDRADE, F.H. **Radiación y temperatura determinan los rendimientos máximos de maíz**. Boletín Técnico, 106, Instituto Nacional de tecnologia agropecuária. Balcarce, Argentina. 34p. 1992.

ARAUJO, A. V.; BRANDÃO-JÚNIOR, D. S.; FERREIRA, I. C. P. V.; COSTA, C. A.; PORTO, B. B. A. Desempenho agrônômico de variedades crioulas e híbridos de milho cultivados em diferentes sistemas de manejo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 4, p. 885-892, 2013.

ARAÚJO, E. A.; MOREIRA, W. C. L. ; SILVA, J. F. ; BARDALES, N. G. ; AMARAL, E. F. ; OLIVEIRA, S. R. ; OLIVEIRA, E. ; SOUZA, R. E. ; SILVA, S.S ; MELO, ANTONIO WILLIAN FLORES DE . **Levantamento pedológico, aptidão agrícola e estratificação pedoambiental do Campus Floresta, Cruzeiro do Sul, Acre**.1. ed. Ananindeua: Iatacaiuas, 2019.

ARAÚJO, P. M.; NASS, L. L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 3, p. 589-593, 2002.

ARAUS, J. L.; SÁNCHEZ, C.; EDMÉADES, G. O. Phenotyping maize for adaptation to drought. In: MONNEVEUX, P.; RIBAUT, J. M. (Ed.). **Drought phenotyping in crops: from theory to practice**. Texcoco: CGIAR Generation Challenge Programme, 2011. p. 263-283.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilometro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.13, n.2, p.158-167, 2001.

ASSIS, J. P.; DOURADO NETO, D.; NASS, L. L.; MANFRON, P. A.; BONNECARRERE, R. A. G.; MARTIN, T. N. Simulação estocástica de atributos do clima e da produtividade potencial de milho utilizando-se distribuição triangular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 539-543, 2006.

ATABANI, A. E.; SILITONGA, A.S.; BADRUDDIN, I. A.; MAHLIA, T.M.I.; MASJUKI, H.H. MEKHILEF, S. A comprehensive review on biodiesel as an alternative energy resource and its characteristics. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 4, p. 2070-2093, 2012.

AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. DE M. **O Agronegócio da Mamoneira no Brasil**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Algodão, 2007.

BARROS, J. F.; CALADO, J. G. A. **Cultura do Milho**. Universidade de Évora. 2014.

Disponível:<<https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Seben-ta-milho.pdf>>.Acesso em Fev de 2019.

BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, R. L. S.; QUEIROZ, W. N. QUEIROZ, U. C. Ecofisiologia. In: AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. **O Agronegócio da Mamona no Brasil**. 2ª edição. 2007.

BELTRÃO, N. E. M.; LIMA, R. L. S. Aplicação do óleo de mamona como fonte de energia: biodiesel. In: AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. **O agronegócio da mamona no Brasil**. 2º ed. Brasília, DF: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2007.

BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, J. G. DE; SANTOS, J. W. DOS; JERÔNIMO, J. F.; COSTA, F. X.; LUCENA, A. M. A. DE; QUEIROZ, U. C. de. Fisiologia da mamoneira, cultivar BRS-149 Nordestina na fase inicial de crescimento, submetida a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 7, n. 1, p. 659-664, 2003.

BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H. Ecofisiologia do milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis, SC. Anais... Florianópolis, SC : ABMS/EMBRAPA/EPAGRI, 2002.

BIANCHETTO, R.; FONTANIVE, D. R.; CEZIMBRA, J. C. G.; KRYNSKI, A. M. Desempenho Agronômico de Milho Crioulo em Diferentes Níveis de Adubação no Sul do Brasil. *Revista Eletrônica Científica Da UERGS*, v. 3, n. 3, p. 528-545, 2017.

BRASIL. 2011. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Secretaria de Desenvolvimento Territorial. **Plano territorial de desenvolvimento rural sustentável do Vale do Juruá – Acre**, 2011. 129p.

BRITO, M. F.; TSUJIGUSHI, B. P.; ROCHA, D. P.; SILVA, R. F. Reciclagem de nutrientes de adubos verdes e produtividade de milho cultivado em sucessão em agroecossistema de transição agroecológica. **Acta Iguazu**, v. 6, n. 3, p. 11-21, 2017

BUENO, C. F. D.; VELOSO, A. L. C.; FILHO, D. E. F.; DIAS, A. N.; FERNANDES V.; COUTO, F. A. P.; JÚNIOR, J. B. M.; CARNEIRO, W. A. Torta de mamona destoxificada para alimentação de poedeiras comerciais. **Ciência Rural**, v. 44, n. 3, p. 538-543, 2014.

CALONEGO, J. C.; GIL, F. C.; ROCCO, V. F.; SANTOS, E. A. Persistência e liberação de nutrientes de palha de milho, braquiária e labe. **Bioscience Journal**, v. 28, p. 770-781, 2012.

- CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. van. Determinação da matéria orgânica. In: RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC, 2001. p. 173-180.
- CAPUANI, S.; RIGON, J. P. G.; NETO, J. F. B.; BELTRÃO, N. J. E. M.; ALMEIDA, D. Índice de clorofila durante o desenvolvimento da mamoneira sob adubação nitrogenada e silicatada. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.13, p. 656-662, 2011.
- CARPENTIERE-PÍPOLO, V.; SOUZA, A.; SILVA, D. A.; BARRETO, T. P.; GARBUGLIO, D. D.; FERREIRA, J. M. Avaliação de cultivares de milho crioulo em sistema de baixo nível tecnológico. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 2, p. 229-233, 2010.
- CARVALHO, M. A. C.; SORATTO, R. P.; ATHAYDE, M. L. F.; ARF, O.; SÁ, M. E. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 1, p. 47-53, 2004.
- CARVALHO, E. V.; SÁ, C. H. A. C.; COSTA, J. L.; AFFÉRI, F. S.; SIEBENEICHLER, S. C. Densidade de plantio em duas cultivares de mamona no Sul do Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 387-392, 2010.
- CHIARADIA, J. J.; CHIBA, M. K.; ANDRADE, C. A. DE; OLIVEIRA, C. DE; LAVORENTI, A. Produtividade e nutrição de mamona cultivada em área de reforma de canavial tratada com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.3, p.701-709, 2009.
- CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. M. M.; HOLANDA, H. V.; FURLANI, C. E. A.; GRIGOLLI, P. J.; SILVA, J. O. R.; CESARIN, A. L. Consórcio de Urochloas com milho em sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 42, p.1804-1810, 2012.
- CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. M. M.; HOLANDA, H. V.; FURLANI, C. E. A.; GRIGOLLI, P. J.; SILVA, J. O. R.; CESARIN, A. L. Consórcio de Urochloas com milho em sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 42, p.1804-1810, 2012.
- COELHO, M. E. H.; FREITAS, F. C. L.; CUNHA, J. L. X. L.; SILVA, K. S.; GRANGEIRO, L. C.; OLIVEIRA, J. B. The effect of soil covers on temperature range and yield of sweet pepper. **Planta Daninha**, v. 31, n. 2, p. 369-378, 2013.
- COELHO, A. M.; FRANÇA, G. D. **Seja o Doutor do seu Milho**. Arquivo do agrônomo nº2 Potafos, 1995.
- COELHO, A.M.; RESENDE A.V. de R. Exigências nutricionais e adubação do milho safrinha. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa Milho e Sorgo. **Circular Técnica 111**, 2008. 10 p.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO.
Acompanhamento Da Safra Brasileira Grãos. Monitoramento agrícola- Safra 2017/18, v. 5, n. 7, p. 1–139, 2018.

COSTA, F. S.; FILHO, M. D. C.; SANTIAGO, A. C. C.; MAGALHÃES, I. B.; CORDEIRO, L. S.; LIMA, A. P.; MAIA, G. R.; SILVA, E. P.; KLEIN, M. A.; SILVA, F. A. C.; BARDALES, N.; QUEIROZ, L. R.; BRITO, E. S.
 Agricultura conservacionista na produção familiar de mandioca e milho no Juruá, Estado do Acre: efeitos da adoção nos resultados de safras 2006 a 2014. **Comunicado Técnico 186**, Rio Branco: Embrapa Acre, 2014. 10 p.

CRUSCIOL, C. A. C.; NASCIMENTO, M. S. DO; FERNANDES, A. M.; ZANOTTO, M. D. Extração e exportação de nutrientes pelo híbrido de mamona Savana: I - Macronutrientes. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.2619-2636, 2012.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F. de; SANTANA, D. P.
 Manejo da cultura do Milho. **Circular técnica 87**, Embrapa Milho e Sorgo, 2006.

CRUZ, J. C. Produção de milho na agricultura familiar. **Circular Técnica 159**, Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 42p.

CUNHA, A. S. S.; JESUS, J. M. I.; BUSO, W. H. D. Desempenho de milho crioulo e híbrido sob a aplicação de doses de nitrogênio em cobertura no cerrado. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 11, n. 1, p. 45-51, 2017.

DA ROS, C. O.; AITA, C. Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p. 135-140, 1996.

DAVIDSON, E. A.; MARTINELLI, L. A. Nutrient limitations to secondary forest regrowth. In: KELLER, M.; BUSTAMANTE, M.; GASH, J.; DIAS, P. S. (Ed.). **Amazonia and global change. Columbia: American Geophysical Union**, 2009. p. 229-309.

DUVICK, D. N. The contribution of breeding to yield advances in maize (*Zea mays* L.). **Advances in Agronomy**, v. 86, p. 83-145, 2005.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations.
 Disponível em:< <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso: janeiro de 2019.

FALKER, Automação agrícola. Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG/CFL 1030). Porto Alegre, 2008. 33p.

FERNANDES, J. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS, J. P.; SILVA, J. R. P.
 Adubação orgânica e mineral no desenvolvimento da mamoneira. **Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 358–368, 2009.

FERNANDES, J. D.; CHAVES, L. H. G.; SILVA, J. R. P. Adubação e ordem do racemo no desempenho agrônomo da mamoneira BRS Nordeste. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 48–57, 2015.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576 p.

FRANÇA, S.; BERGAMASCHI, H.; ROSA, L. M. G. Modelagem do crescimento do milho em função da radiação fotossinteticamente ativa e do acúmulo de graus-dia, com e sem irrigação. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v.7, n.1, p.59-66, 1999.

GALINAT, W. C. The origin of corn. In: SPRAGUE, G.F., DUDLEY, J.W. (Eds) **Corn and corn improvement**. Agronomy Monographs. Nº. 18; p. 1-31. American Society of Agronomy: Madison, Wisconsin, 1988.

GOMES, F. H. T.; CÂNDIDO, M. J. D.; CARNEIRO, M. S. S.; FURTADO, R. N.; PEREIRA, E. S. Consumo, comportamento e desempenho em ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 1, p. 182–190, 2017.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa University Press, 1988. 468p.

HAIR, JOSEPH F. BLACK, W. C., BABIN, B. J., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados**. Bookman Editora, 2009.

HITCHCOCK, A. S.; CHASE, A. **Manual of the grasses of the United States** Volume 2. p. 790-796. Dover Publications: N.Y, 1971.

HOFFMANN, I.; GERLING, D.; KYIOGWOM, U. B.; MANÉ-BIELFELDT, A. Farmers' management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 86, n. 3, p. 263–275, 2001.

HORTON, P. Prospects for crops improvement through the genetic manipulation of photosynthesis: morphological and biochemical aspects of light capture. *J. Exp. Bot.*, Oxford, v. 51, p. 475-485, 2000.

IBGE. Sidra – banco de dados agregados. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=839&z=p&o=18>>. Acesso em: 28 abr. 2019.

JÚNIOR, N. N. P., MURRIETA, R. S. SERENI.; ADAMS, C. **A agricultura de corte e queima: um sistema em transformação**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Humanas, v. 3, n. 2, p. 153-174, 2008.

KAISER, H. F. **The application of electronic computers to factor analysis**. *Educational and Psychological Measurement*, Thousand Oaks, v. 20, n. 1, p. 141-151, 1960.

KELLER, M.; BUSTAMANTE, M.; GASH, J.; DIAS, P. S. (Ed.). **Amazonia and global change**. Columbia: American Geophysical Union, 2009. 565 p.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 431 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA Artes e Textos, 2006. 532p.

LANGE, A. MARTINES, A. M., SILVA, M. A. C., SORREANO, M. C. M., CABRAL, C. P., MALAVOLTA, E. Efeito de deficiência de micronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Iris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 1, p. 61-67, 2005.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; ALBUQUERQUE, R.C.; BELTRÃO, N. E. M.; SAMPAIO, L. R. Casca e torta de mamona avaliados em vasos como fertilizantes orgânicos. **Revista Caatinga**, v. 21, p. 102–106, 2008.

LOPES, M. S.; ARAUS, J. L.; VAN HEERDEN, P. D. R.; FOYER, C. H. Enhancing drought tolerance in C4 crops. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, p. 3135–3153, 2011.

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C. Sistema de produção: cultivo do milho. 8º ed. 2011. Disponível
<<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho8ed/ecofisiologia.htm>>. Acesso em: 01 fev. 2019.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Fisiologia da produção. In: CRUZ, J. C. et al. **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 63-87.

MAGALHÃES, P.C.; PAIVA, E. Fisiologia da produção de milho. In: **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA – SPI, 1993. 204 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. London: Academic Press, 1997. 889 p.

MARTINEZ, H.E.P.; CARVALHO, J.G.; SOUZA, R.B. Diagnose foliar. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5a Aproximação)**. Viçosa, MG: CFSEMG/UFV, 1999. p.143-168.

MATOS, A. K. V. **Revolução verde, biotecnologia e tecnologias alternativas**. Cadernos da FUCAMP, Campinas v. 10, n. 12, p.1-17, 2010.

MENDONÇA V. Z.; MELLO L. M. M.; ANDREOTTI M.; PARIZ C. M.; YANO E. H.; PEREIRA F. C. B. L. Nutrient release from forage straw intercropped with maize and followed by soybean. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 183–193, 2015.

MENEGUETTI, G. A.; GIRARDI, J. L.; REGINATTO, J. C. Milho crioulo: tecnologia viável e sustentável (Relato de Experiência – Emater, RS). **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 1, p. 12-17, 2002.

MOLINE, E. F. V.; COUTINHO, E. L. M. Atributos químicos de solos da Amazônia Ocidental após sucessão da mata nativa em áreas de cultivo. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, n. 1, p. 14-20, 2015.

MOREIRA, A.; JÚNIOR, J. R. P. G.; PLÁCIDO, C. G. **Mapas da Distribuição Aproximada da Fertilidade dos Solos do Estado do Amazonas**. Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. 21 p.

MORO, E. **Manejo da adubação nitrogenada em híbridos de mamona de porte baixo cultivados na safra e na safrinha em sistema plantio direto**. 133 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu. 2008.

MOSHKIN, V. A. History and origin of Castor. In: :MOSHKIN, V. A. **Castor**. New Delhi: Armerind, 1986.

NIELSEN, R. L. Kernel set scuttlebutt. Corny News Network, West Lafayette, IN. 2005. Disponível em: .
<http://www.kingcorn.org/news/articles.05/KernelSet-0809.html> Acesso em: 2019.

NÓBREGA, M. B. de M. et al. Germoplasma. In: AZEVEDO D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M. **O agronegócio da mamona no Brasil**. 2. ed. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2007. cap. 9, p.197-222

OLIVEIRA, F. S. **Resposta da mamona de porte baixo à adubação fosfatada em cultivo convencional e adensado**. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu. 2017.

OLIVEIRA JÚNIOR, L. F. G.; SMITH, R. E. B.; REIS, F. O.; CAMPOSTRINI, E.; PEREIRA, M. G. Diferenças fisiológicas entre genótipos de milho doce (su-1) e milho comum durante o desenvolvimento. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 4, p. 351-356, 2007.

OLIVEIRA, S.A. Análise foliar. In: SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.245-256.

PAIVA, C. T. C. **Cultivo de milho em plantio direto e convencional com diferentes doses de adubação nitrogenada em cobertura**. 43 f.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Acre, Rio Branco. 2011.

PAULUS, G. **Do padrão moderno à agricultura alternativa: possibilidade de transição**. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

PEREIRA FILHO, I. A. **Sistemas de Produção: Cultivo do Milho**.

Disponível

em:<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_stat e=normal&p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_96514994_topicid=8671> Acesso em 29 de jan.2019.

PEREIRA, A. P.; SCHOFFEL, A.; KOEFENDER, J.; CAMERA, J. N.; GOLLE, D. P.; HORN, R. C. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura de verão. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, p. 120-129, 2017.

PERIN, A.; TEIXEIRA, M. G.; GUERRA, J. G. M. Desempenho de algumas leguminosas com potencial para utilização com cobertura viva permanente de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 30, n. 1/2, p. 38-43, 2000.

PIVETTA, L. G., ZANOTTO, M. D., TOMAZ, C. DE A., PIVETTA, L. A., FIOREZE, A. C. DA C. L., & ZOZ, T. Avaliação de genótipos de mamona em diferentes níveis de adubação. **Revista de Agricultura Neotropical**, 2(2), 9–18, 2015.

QUEIROZ, L. R.; COSTA, F. S.; OLIVEIRA, T. K.; MARINHO, J. T. S. **Aspectos da Cultura do Milho no Estado do Acre**. Embrapa Acre, Rio Branco-AC, 2015, 30 p. (Documentos 136).

RAMOS N. P.; GALLI, J. A., AMORIM, E. P.; SILVA, M. R. da; MARTINS, A. L. M. Semeadura do híbrido Lyra de mamona (*Ricinus communis* L.) sob plantio direto. **Ciências e Agrotecnologia**. Lavras, v. 32, n. 2, p. 481-486, mar./abr., 2008.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5.ed. Viçosa: UFV, 1999. 142p

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. How a corn plant develops. Special Bulletin, Iowa, n. 48. 1993. Disponível em: <<http://www.biologie.unihamburg.de/bonline/library/maize/www.ag.iastate.edu/departments/agronomy/corngrows.html>>. Acesso em: 2019.

ROMANO, M. R. **Desempenho fisiológico da cultura de milho com plantas de arquitetura contrastante: parâmetros para modelos de crescimento**. Piracicaba, SP: USP, 2005, 100f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2005.

SÁ, R. O.; GALBIERI, R.; BÉLOT, J. L.; ZANOTTO, M. D.; DUTRA, S. D.; SEVERINO, L. S.; SILVA, C. J. **Mamona: opção para rotação de cultura visando a redução de nematoides de galha no cultivo do algodoeiro.** Circular Técnica. Instituto Mato-grossense do Algodão (IMAmt), v. 15, n. 4, p. 12, 2015.

SALIHU, B. Z.; GANA, A. K.; APUYOR, B. O. Castor Oil Plant (*Ricinus communis* L.): Botany , Ecology and Uses. **International Journal of Science and Research**, v. 3, n. 5, p. 1333–1341, 2014.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. da. Densidade e arranjo populacional em milho. 2006. Artigo em Hypertexto.
Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/Densidade/Index.htm>.

SANTOS, R. F.; KOURI, J.; BARROS, M. A. L.; MARQUES, F. M.; FIRMINO, P. T.; REQUIÃO, L. E. G. Aspectos econômicos do agronegócio da mamona. In: BELTRÃO, N. E. M.; AZEVEDO, D. M. P. (eds). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007, p. 119-137.

SAS Institute. **SAS User's Guide: Statistics, Version 8e**. SAS Institute, Cary, NC. 2009.

SAVY FILHO, A. Melhoramento da mamona. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999.

SAVY FILHO, A.; AMORIM, E. P.; RAMOS, N. P.; MARTINS, A. L. M.; CAVICHIOLI, J. C. IAC-2028: nova cultivar de mamona. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 449-452, 2007.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, W. S. A.; CASTRO, D. A.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 4, p. 563–568, 2006.

SILVA, P. N.; LANNA, N. B.; CARDOSO, A. I. Produção de beterraba em função de doses de torta de mamona em cobertura. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 3, p. 416–421, 2016.

SILVA, T. R. B.; LEITE, V. E.; SILVA, A. R. B. VIANA, L. H. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura da mamona em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 9, p.1357-1359, 2007.

SOUZA, A. Relações entre estádios fenológicos de três cultivares de arroz e graus-dia e dias de calendário para a microrregião de Dourados – MS. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 1 n. 1-2, p. 18-24, 1996

STRECK, N. A. Stomatal response to water vapor pressure deficit: an unsolved issue. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 09, n. 04, p. 317-322, 2003.

STREET, H. E.; OPIK, H. **Fisiologia das angiospermas. Crescimento e desenvolvimento**. São Paulo: Polígono, Ed. da Universidade de São Paulo, 1974. 315 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

TIESSEN, H.; CUEVAS, E.; CHACON, Pedro. The role of soil organic matter in sustaining soil fertility. **Nature**, v. 371, n. 6500, p. 783, 1994.

TRACY, B. F.; ZHANG, Y. Soil compaction, corn yield response, and soil nutrient pool dynamics within an integrated crop-livestock system in Illinois. **Crop Science**, v. 48, n. 3, p. 1211-1218, 2008.

TROEH, Frederick R.; THOMPSON, Louis M. **Soils and soil fertility**. Ames: Blackwell, 2005.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica – organografia: quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2006

VON PINHO, R. G.; BORGES, I. D.; PEREIRA, J. L. D. A. R.; REIS, M. C. D. Marcha de absorção de macronutrientes e acúmulo de matéria seca em milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.8, n.2, 2009.

WADT, P. G. S. **Manejo do solo e recomendação de adubação para o Estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2005. 635 p.

WEISS, E. A. Castor. In: WEISS, E. A. **Oilseed crops**. London: Longman, 1983. p. 31-99.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. Piracicaba: Potafos, 2000. 5 p. (Informações Agronômicas, 91).

YUSUF, A. K.; NANGBES, J. G.; NVAU, J. B.; BUBA, W. M.; ZUKDIMMA, A. N. Extraction and Characterization of Castor (*Ricinus Communis*) Seed Oil. **The International Journal Of Engineering And Science**, v. 2, n. 9, p. 105–109, 2013.