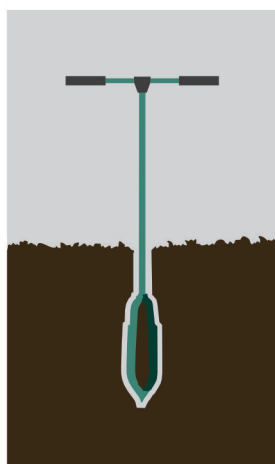
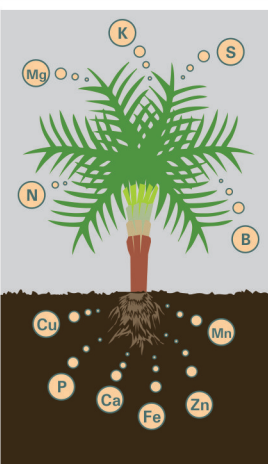
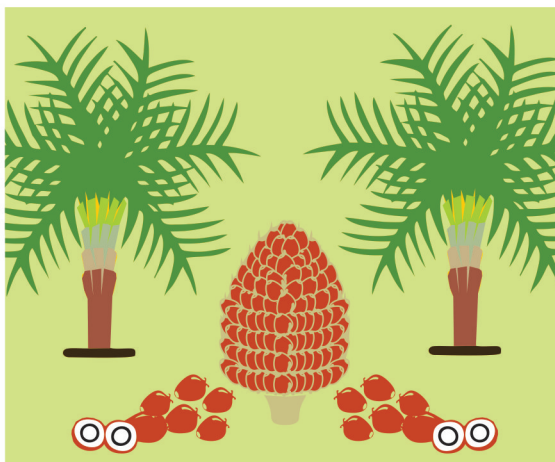
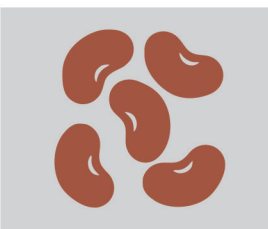


## Fertilidade do Solo, Nutrição e Desenvolvimento Vegetativo da Palma de Óleo Consorciada com Culturas Alimentares



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Amazônia Oriental  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 119***

## **Fertilidade do Solo, Nutrição e Desenvolvimento Vegetativo da Palma de Óleo Consorciada com Culturas Alimentares**

Vinícius Ide Franzini  
Mazillene Borges de Souza  
Rui Alberto Gomes Junior  
Alysson Roberto Baizi e Silva  
Ercilene de Cássia Ferreira Rodrigues

Embrapa Amazônia Oriental  
Belém, PA  
2017

**Disponível no endereço eletrônico:**

<https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>

**Embrapa Amazônia Oriental**

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.

CEP 66095-903 – Belém, PA.

Fone: (91) 3204-1000

Fax: (91) 3276-9845

[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)

[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

**Comitê Local de Publicação**

Presidente: *Silvio Brienza Júnior*

Secretário-Executivo: *Moacyr B. Dias-Filho*

Membros: *Orlando dos Santos Watrin*

*Eniel David Cruz*

*Sheila de Souza Correa de Melo*

*Regina Alves Rodrigues*

Supervisão editorial e revisão de texto: *Narjara de F. G. da Silva Pastana*

Normalização bibliográfica: *Regina Alves Rodrigues*

Editoração eletrônica: *Euclides Pereira dos Santos Filho*

Ilustração da capa: *Vitor Trindade Lôbo*

**1ª edição**

Publicação digitalizada (2017)

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

**Embrapa Amazônia Oriental**

---

Fertilidade do solo, nutrição e desenvolvimento vegetativo da palma de óleo consorciada com culturas alimentares / por Vinícius Ide Franzini... [et al.]. — Belém, PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2017.

29 p. 15 cm x 21 cm. — (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amazônia Oriental; ISSN 1983-0483; 119).

1. Dendê. 2. Fertilidade do solo. 3. Palma de óleo.  
4. Consorciação de cultura. 5. Adubação. 6. Culturas alimentares - consórcio – palma de óleo. I. Franzini, Vinícius Ide. II. Série.

CDD (21. ed.) 631.582

# Sumário

<b>Resumo.....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>7</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>8</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>9</b>
<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>16</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>25</b>
<b>Agradecimentos .....</b>	<b>25</b>
<b>Referências .....</b>	<b>26</b>



# Fertilidade do Solo, Nutrição e Desenvolvimento Vegetativo da Palma de Óleo Consorciada com Culturas Alimentares

---

*Vinícius Ide Franzini<sup>1</sup>*

*Mazillene Borges de Souza<sup>2</sup>*

*Rui Alberto Gomes Junior<sup>3</sup>*

*Alysson Roberto Baizi e Silva<sup>4</sup>*

*Ercilene de Cássia Ferreira Rodrigues<sup>5</sup>*

## Resumo

A fase juvenil da palma de óleo (*Elaeis guineensis* Jacq.) tem duração de 3 anos. Nesse período, consorciar outras culturas nas entrelinhas da palma de óleo pode ser uma alternativa interessante para os produtores. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do consórcio com culturas alimentares na fertilidade do solo, nutrição e desenvolvimento vegetativo da palma de óleo na fase juvenil desta cultura. Foram avaliados três sistemas de cultivo de palma de óleo: (i) monocultura; (ii) consórcio A [palma de óleo com milho (2013) – macaxeira (2013/2014) – macaxeira (2014/2015) – milho (2015)]; consórcio B [palma de óleo com arroz (2013) – feijão-caupi + mandioca (2013/2014) – feijão-caupi + mandioca (2014/2015) – arroz (2015)]. As culturas alimentares, nos dois consórcios, foram cultivadas com base no Sistema Bragantino e conduzidas em Tailândia,

---

<sup>1</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

<sup>2</sup>Engenheira-agrônoma, especialista em Economia Solidária na Amazônia, analista da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

<sup>3</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

<sup>4</sup>Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

<sup>5</sup>Engenheira-agrônoma, especialista em Ciências Agrárias, bolsista da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

Pará. O teor de fósforo no solo e o teor foliar de potássio no consórcio B foram superiores ao da monocultura. Os teores foliares de nitrogênio nos dois consórcios foram superiores ao da monocultura. O consórcio de culturas alimentares anuais nas entrelinhas da palma de óleo durante a fase vegetativa não prejudicou a fertilidade do solo, a nutrição e o desenvolvimento vegetativo da palma de óleo.

Termos para indexação: *Elaeis guineenses*, dendê, estado nutricional, adubação, consórcio.

# Soil Fertility, Plant Nutrition and Oil Palm Growth Intercropped with Food Crops

---

## Abstract

The juvenile phase of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) lasts 3 years. In this phase, the intercropping of other crops in the rows of oil palm can be an interesting practice for farmers. The objective of this study was to evaluate the effect of the intercropping with food crops on soil fertility, plant nutrition and oil palm growth in the vegetative phase of this crop. The following three treatments were tested: (i) oil palm monoculture; (ii) intercropping A [oil palm intercropped with maize (2013) – cassava (2013/2014) – cassava (2014/2015) – maize (2015)]; intercropping B [oil palm intercropped with rice (2013) – cowpea + cassava (2013/2014) – cowpea + cassava (2014/2015) – rice (2015)]. In both intercropping systems, the food crops management was performed according to Sistema Bragantino. The field study was conducted in Tailândia, Pará. The phosphorus concentration in the soil and the leaf potassium concentration in oil palm in the intercropping B were higher in relation to the monoculture. The leaf nitrogen concentration in oil palm in both intercropping systems was higher in relation to the monoculture. The intercropping of food crops in the rows of oil palm, during vegetative phase of this crop, did not influence negatively soil fertility, plant nutrition and oil palm growth.

Index terms: *Elaeis guineenses*, oil palm, nutritional status, fertilization, intercropping.

## Introdução

O consumo mundial de óleo vegetal mais que dobrou nos últimos 20 anos e estima-se que, até 2050, essa demanda deverá dobrar novamente, pois serão necessárias 240 milhões de toneladas para suprir as necessidades alimentares da população (FAO, 1995; CORLEY, 2009; ESTADOS UNIDOS, 2016). O óleo de palma é o óleo vegetal mais produzido e comercializado no mundo e apresenta múltiplos usos na indústria alimentícia, farmacêutica, química e siderúrgica (PINA, 2010; FAO, 2016). Além disso, é uma fonte potencial de bioenergia na região amazônica, pelo seu potencial de fixação de carbono e balanço energético positivo (LOPES et al., 2008) aliado à alta produtividade.

Os principais produtores mundiais de palma de óleo são Indonésia e Malásia (FAO, 2016). O Brasil possui a maior área com aptidão agrícola do mundo para essa cultura, com mais de 30 milhões de hectares zoneados em áreas desflorestadas aptas (RAMALHO FILHO et al., 2010). Atualmente, o maior produtor brasileiro de palma de óleo é o Estado do Pará (AGRIANUAL, 2015).

Recentemente, Souza et al. (2016) relataram a importância de pesquisas que avaliem a consorciação de culturas alimentares com a palma de óleo, visando à geração de renda durante a fase pré-produtiva dessa cultura, especialmente para a agricultura familiar. Na Malásia, verificou-se a viabilidade do consórcio de algumas culturas, como soja, abacaxi e amendoim, com a palma de óleo em função de mudança no arranjo espacial de plantas dessa cultura (ISMAIL et al., 2009).

A palma de óleo é cultivada, predominantemente, em solos de baixa fertilidade no Estado do Pará, e é altamente exigente em nutrientes, sendo necessária a aplicação de altas doses de fertilizantes para assegurar o desenvolvimento vegetativo adequado das plantas e produtividade elevada (MACÊDO; RODRIGUES, 2000; VIÉGAS; BOTELHO, 2000; GOH; HÄRDTER, 2003). Alguns fatores devem ser considerados para a consorciação de culturas nas entrelinhas da

palma de óleo, como, por exemplo, o sistema radicular das culturas intercalares, que não pode competir por água e nutrientes com o da palma de óleo (SOUZA et al., 2016), a ponto de prejudicar o crescimento e desenvolvimento dessa cultura. Nesse sentido, esses autores relataram que é fundamental o estudo da dinâmica de nutrientes no sistema solo-planta em sistemas de consórcio de palma de óleo com culturas alimentares.

Uma alternativa de cultivo na Amazônia é o Sistema Bragantino, que é fundamentado no cultivo contínuo de diversas culturas, em rotação e consórcio, usando a prática de plantio direto, e na correção da fertilidade do solo por meio de calagem, fosfatagem e aplicação de micronutrientes, com base em resultados de análise do solo (CRAVO et al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do consórcio com culturas alimentares anuais, em Sistema Bragantino, na fertilidade do solo, nutrição e desenvolvimento vegetativo da palma de óleo na fase de formação dessa cultura, no Estado do Pará.

## Material e Métodos

O estudo foi conduzido em campo, em uma propriedade rural no Município de Tailândia, Pará, Brasil (049°02'34,6"W, 02°49'45,2"S). O clima é do tipo Am, conforme a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013), sendo esse local classificado como regular para o cultivo da palma de óleo, de acordo com o zoneamento agroecológico (RAMALHO FILHO et al., 2010).

Os atributos químicos na camada de 0 m a 0,20 m de profundidade do solo, antes da instalação do estudo, foram: pH ( $H_2O$ ) 5,1; 16 g  $kg^{-1}$  de matéria orgânica (MO); 2 mg  $dm^{-3}$  de fósforo (P) (Mehlich-1); 0,07  $cmol_c dm^{-3}$  de potássio (K); 1,2  $cmol_c dm^{-3}$  de cálcio (Ca); 0,4  $cmol_c dm^{-3}$  de magnésio (Mg); 0,4  $cmol_c dm^{-3}$  de alumínio (Al); 3,1  $cmol_c dm^{-3}$  de acidez total a pH 7,0 ( $H + Al^{3+}$ ); 1,7  $cmol_c dm^{-3}$  de soma de bases (SB); 4,8  $cmol_c dm^{-3}$  de capacidade de troca de cátions

(CTC) e 35% de saturação por bases (V). A análise granulométrica mostrou 726 g kg<sup>-1</sup> de areia, 86 g kg<sup>-1</sup> de silte e 188 g kg<sup>-1</sup> de argila. As análises químicas e granulométrica foram realizadas de acordo com métodos descritos em Silva (2009) e Donagema et al. (2011).

Os tratamentos foram constituídos de três sistemas de cultivo de palma de óleo: (i) monocultura; (ii) consórcio A [palma de óleo consorciada com milho (*Zea mays*) em 2013, com macaxeira (*Manihot esculenta*) em 2013/2014, com macaxeira em 2014/2015 e com milho em 2015]; (iii) consórcio B [palma de óleo consorciada com arroz (*Oryza sativa*) em 2013, com mandioca (*Manihot esculenta*) e feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) em 2013/2014, com mandioca e feijão-caupi em 2014/2015 e com arroz em 2015].

Foram avaliadas quatro linhas adjacentes de palma de óleo nos tratamentos monocultura e consórcio A e três no consórcio B. O estudo foi realizado em uma Unidade de Observação, em que não foi possível realizar a casualização dos tratamentos na área de estudo, portanto cada uma das linhas com palma de óleo representou uma pseudorrepetição. Cada linha de plantio de palma de óleo apresentou 12 plantas e foram avaliadas as 10 centrais para fertilidade do solo, nutrição e desenvolvimento vegetativo (emissão foliar, diâmetro do coleto, comprimento da ráquis e total da folha, secção do pecíolo e área foliar).

Nos três sistemas de cultivo, a palma de óleo foi plantada em fevereiro de 2013, em espaçamento de 9 m entre plantas, em triângulo equilátero, e 7,8 m entre linhas de plantio e densidade de 143 plantas ha<sup>-1</sup>. Foram utilizadas mudas de material genético do tipo Tenera, origem Deli x La Mé, produzidas conforme descrito por Barcelos et al. (2001), sendo 3 meses de pré-viveiro e 7 meses de viveiro. Nos dois sistemas consorciados, as culturas intercalares foram dispostas nas entrelinhas da palma de óleo, mantendo-se a distância de 1,5 m das linhas de plantio da palma de óleo no primeiro ano e 2,0 m no segundo e no terceiro ano. Todas as culturas alimentares foram manejadas conforme as técnicas do Sistema Bragantino (CRAVO et al., 2005).

No consórcio A, em 2013, nas entrelinhas da palma de óleo foram cultivadas sete linhas de milho, em espaçamento de 0,80 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, e densidade de plantio equivalente a 62,5 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Após a colheita do milho, em 2013, foram plantadas seis linhas de macaxeira em rotação, em três fileiras duplas, em espaçamento de 0,6 m x 0,6 m x 1,5 m e densidade de plantio equivalente a 9.070 plantas ha<sup>-1</sup>. Em 2014, cultivou-se novamente a macaxeira em sucessão, em quatro linhas, em espaçamento 1,0 m x 1,0 m, e densidade de plantio equivalente a 10 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Por fim, em 2015, cultivaram-se cinco linhas de milho em rotação, em espaçamento de 0,8 m entre linhas e 0,20 m entre plantas e densidade de plantio equivalente a 62,5 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

No consórcio B, em 2013, nas entrelinhas da palma de óleo, foram cultivadas 25 linhas de arroz, em espaçamento de 0,20 m entre linhas e 0,10 m entre plantas. Em rotação ao arroz, em 2013/2014, foram cultivadas duas linhas de feijão-caupi (espaçamento de 0,50 m entre linhas e 0,25 m entre plantas), em consórcio com duas linhas de mandioca (espaçamento de 0,60 m x 0,60 m, em fileira dupla), quatro linhas de feijão-caupi (0,50 m entre linhas e 0,25 m entre plantas), duas linhas de mandioca (0,60 m x 0,60 m, em fileira dupla) e, finalmente, duas linhas de feijão-caupi (0,50 m entre linhas e 0,25 m entre plantas), sempre espaçadas por 0,2 m entre as faixas alternadas dessas culturas. Em 2014, foram cultivadas duas linhas de mandioca (espaçamento de 0,60 m x 0,60 m, em fileira dupla), espaçadas de 0,25 m de quatro linhas de feijão-caupi (espaçamento de 0,50 m entre linhas e 0,25 m entre plantas), que também foram espaçadas de 0,25 m de duas linhas de mandioca (espaçamento de 0,60 m x 0,60 m, em fileira dupla). Por fim, em 2015, cultivou-se 19 linhas de arroz em rotação, em espaçamento de 0,20 m entre as linhas e 0,10 m entre plantas.

Nos consórcios A e B, antes do plantio da palma de óleo e da semeadura das culturas do milho e arroz, respectivamente, em 2013, aplicou-se calcário (PRNT = 90% e MgO = 15%) na dose de 360 kg ha<sup>-1</sup> e 30 kg de FTE BR 12 (1,8% de B, 0,8% de Cu, 3% de Fe, 2% Mn, 0,1% de Mo e 9% de Zn), ambos em área total e incorporados

ao solo com grade aradora. No consórcio A, em 2015, também se aplicou calcário (PRNT = 90% e MgO = 15%), em dose equivalente a 625 kg ha<sup>-1</sup>, superficialmente e sem incorporação, na entrelinha da palma de óleo, para a cultura do milho, seguindo-se recomendação do Sistema Bragantino (CRAVO et al., 2005).

Os históricos das adubações realizadas para a palma de óleo e culturas alimentares, durante os anos de 2013 a 2015, nos tratamentos monocultura e consórcios A e B, são apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente. As doses de nitrogênio (N), P e K apresentadas nessas tabelas para as culturas alimentares consideram a área efetivamente ocupada por elas na entrelinha da palma de óleo. Por exemplo, em 2013, no primeiro ano de cultivo, foi possível cultivar 61,5% da área com as culturas intercalares nos consórcios, enquanto no segundo e no terceiro ano utilizou-se 48,7% da área. As doses de N, P e K aplicadas para as culturas alimentares seguiram as recomendações do Sistema Bragantino (CRAVO et al., 2005).

**Tabela 1.** Histórico de adubações para a palma de óleo em monocultura, no período de 2013 a 2015, em Tailândia, Estado do Pará.

Cultura	Ano	Fonte	Local de aplicação	Dose		
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
				kg ha <sup>-1</sup>		
Palma de óleo	2013	Fosfato natural reativo (33% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total)	Cova		23	
		Fórmula 11-07-23 + 2,5% Mg + 0,5% B	Coroa da planta	33	21	69
		Fosfato natural reativo (33% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total)	Coroa da planta		38	
	2014	Fórmula 10-07-22	Coroa da planta	43	30	95
		Fosfato natural reativo (33% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total)	Coroa da planta		76	
	2015	Fórmula 10-07-22	Coroa da planta	40	28	88
<b>Acumulado</b>				<b>116</b>	<b>216</b>	<b>252</b>

**Tabela 2.** Histórico de adubações para a palma de óleo e culturas intercalares no Consórcio A (milho – macaxeira – macaxeira – milho), no período de 2013 a 2015, em Tailândia, Estado do Pará.

Ano	Cultura	Fonte	Local e/ou época de aplicação	Dose		
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
				kg ha <sup>-1</sup>		
2013	Milho	Fosfato natural reativo (33% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total)	Pré-plantio, área total e incorporado ao solo com grade aradora		116	
		Superfosfato triplo (46% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total)			69	
	Palma de óleo	Fosfato natural reativo (33% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total)	Cova		23	
		Fórmula 11-07-23 + 2,5% Mg + 0,5% B	Coroa da planta	33	21	69
		Fosfato natural reativo (33% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total)	Coroa da planta		38	
	Milho	Ureia (45% N)	Cobertura aos 15 dias após a emergência (DAE)	28		
		KCl (60% K <sub>2</sub> O)				18
		Ureia (45% N)	Cobertura (40 DAE)	9		
	Macaxeira	Fórmula 10-28-20	Cova	15	43	31
2014	Palma de óleo	Fórmula 10-07-22	Coroa da planta	43	30	95
		Fosfato natural reativo (33% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total)	Coroa da planta		76	
	Macaxeira	Fórmula 10-28-20	Cova	16	44	31
2015	Palma de óleo	Fórmula 10-07-22	Coroa da planta	40	28	88
	Milho	Fórmula 10-28-20	Semeadura	17	47	34
		Ureia (45% N)	Cobertura (20 DAE)	11		
		Sulfato de amônio (21% N)		5		
		Ureia (45% N)	Cobertura (45 DAE)	11		
		Sulfato de amônio (21% N)		5		
Acumulado				233	534	366

**Tabela 3.** Histórico de adubações para a palma de óleo e culturas intercalares no Consórcio B (arroz – feijão-caupi + mandioca – feijão-caupi + mandioca – arroz), no período de 2013 a 2015, em Tailândia, Estado do Pará.

Ano	Cultura	Fonte	Local e/ou época de aplicação	Dose		
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
				kg ha <sup>-1</sup>		
2013	Arroz	Fosfato natural reativo (33% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total)	Pré-plantio, área total e incorporado ao solo com grade aradora		116	
		Superfosfato triplo (46% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total)			69	
	Palma de óleo	Fosfato natural reativo (33% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total)	Cova		23	
		Fórmula 11-07-23 + 2,5% Mg + 0,5% B	Coroa da planta	33	21	69
		Fosfato natural reativo (33% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total)	Coroa da planta		38	
	Arroz	Ureia (45% N)	Cobertura aos 21 dias após a emergência (DAE)	18		
		KCl (60% K <sub>2</sub> O)				18
		Ureia (45% N)	Cobertura (45 DAE)	6		
	Feijão-caupi	Superfosfato triplo (46% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total)	Semeadura		58	
		KCl (60% K <sub>2</sub> O)				50
	Mandioca	Fórmula 10-28-20	Cova	6	16	11
2014	Palma de óleo	Fórmula 10-07-22	Coroa da planta	43	30	95
		Fosfato natural reativo (33% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total)	Coroa da planta		76	
	Feijão-caupi	Superfosfato triplo (46% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total)	Semeadura		22	
		KCl (60% K <sub>2</sub> O)				19
	Mandioca	Fórmula 10-28-20	Cova	5	15	11
	Palma de óleo	Fórmula 10-07-22	Coroa da planta	40	28	88
2015	Arroz	Sulfato de amônio (21% N)	Semeadura	15		
		Superfosfato triplo (46% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total)			41	
		KCl (60% K <sub>2</sub> O)				29
		Sulfato de amônio (21% N)	Cobertura (30 DAE)	5		
Acumulado				171	552	390

As amostragens de solo e folha da palma de óleo foram realizadas em 2015, após a colheita das últimas culturas alimentares consorciadas nas entrelinhas. O solo foi amostrado no terço exterior da projeção da copa, a aproximadamente 1,5 m de distância do estipe, região onde se concentrava a aplicação de fertilizantes para a palma de óleo, na profundidade de 0 m a 0,2 m. As amostras compostas foram obtidas pela mistura de amostras simples, correspondentes às dez plantas centrais de cada linha de palma de óleo.

Os folíolos foram amostrados na parte central da folha número 9 (três pares de folíolos de cada folha), de cada uma das dez plantas centrais de uma linha de plantio. As amostras foram preparadas para análises conforme procedimentos descritos por Rodrigues et al. (2002).

As análises em amostras de solo (pH, MO, P Mehlich-1, K, Ca, Mg, Al, H + Al, SB, CTC e V) e de planta [N, P, K, Ca, Mg, enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e Al] foram realizadas de acordo com métodos descritos em Silva (2009) e Donagema et al. (2011).

As avaliações biométricas não destrutivas de emissão foliar, diâmetro do coleto, comprimento da ráquis e total da folha, secção do pecíolo (obtida pelo produto de espessura x largura do pecíolo) e área foliar foram realizadas aos 30 meses após o plantio no campo, nas dez plantas centrais de cada linha de palma de óleo, utilizando-se a folha número 9 como referência, conforme descrito em Breure e Verdooren (1995).

Os atributos químicos do solo, teores foliares de macro e micronutrientes e Al e os parâmetros de desenvolvimento vegetativo da palma de óleo foram submetidos à análise de estatística descritiva, teste de normalidade de Shapiro & Wilk a 5% de probabilidade, e os tratamentos foram comparados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis e as médias pelo teste de Bonferroni, também a 5% de probabilidade.

## Resultados e Discussão

### Fertilidade do Solo

A estatística descritiva dos atributos de fertilidade do solo avaliados em três sistemas de cultivo de palma de óleo é apresentada na Tabela 4. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (monocultura, consórcio A e consórcio B) para os seguintes atributos químicos, na camada de 0 m a 0,20 m, do solo: pH ( $H_2O$ ), pH ( $CaCl_2$ ), MO,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ , S, H+Al, SB, CTC e V.

Os maiores coeficientes de variação (CV variando de 40% a 60%) foram encontrados para os teores de P no solo. Resultados semelhantes foram observados por Machado et al. (2007) e Amado et al. (2009), indicando ser relativamente comum a alta variabilidade dos teores de P no solo em áreas cultivadas continuamente e com aplicações sucessivas de fertilizantes fosfatados. No presente estudo, os fertilizantes fosfatados foram aplicados manualmente, o que pode ter resultado em baixa uniformidade de aplicação e, consequentemente, em grande variabilidade dos teores de P no solo.

Foram observados índices muito baixos de pH e de V (média geral de 15%) na camada arável do solo em todos os sistemas de cultivo (Tabela 4). Resultados semelhantes foram verificados por Frazão et al. (2012) em plantações de palma de óleo com diferentes idades no Município de Tailândia, Pará. Tais resultados podem ser explicados pelo fato de a palma de óleo ser cultivada, predominantemente, em solos ácidos e pela calagem ainda não ser prática adotada para essa cultura no Estado do Pará (FRANZINI et al., 2012). No presente estudo, embora a calagem tenha sido realizada nos consórcios A e B, as doses baixas de calcário aplicadas não foram suficientes para aumentar índices de V do solo.

Adicionalmente, tanto em monocultura como nos consórcios, verificou-se baixa disponibilidade de K, Ca e Mg no solo, de acordo com as classes de interpretação para o Pará (BRASIL; CRAVO, 2010). Na Amazônia, a palma de óleo é cultivada principalmente em solos com baixos teores de bases trocáveis (RODRIGUES et al., 2010).

**Tabela 4.** Atributos de fertilidade do solo, na camada de 0 m a 0,2 m, cultivado com palma de óleo em monocultura e em consórcios com culturas alimentares, em Sistema Bragantino, avaliados ao final do estudo.

Atributo	Sistema de cultivo da palma de óleo <sup>(1)</sup>	Média	Desvio padrão	CV (%)	Teste de normalidade de Shapiro & Wilk	Teste de Kruskal-Wallis	Teste de Bonferroni <sup>(2)</sup>
pH (H <sub>2</sub> O)	Monocultura	5,3	0,1	2,2	ns	ns	5,3 a
	Consórcio A	5,3	0,3	4,8	ns		5,3 a
	Consórcio B	5,1	0,1	2,0	*		5,1 a
pH (CaCl <sub>2</sub> )	Monocultura	4,1	0,1	2,3	ns	ns	4,1 a
	Consórcio A	4,2	0,1	3,1	*		4,2 a
	Consórcio B	4,1	0,01	0,2	*		4,1 a
MO (g dm <sup>-3</sup> )	Monocultura	19	1,7	9,4	ns	ns	19 a
	Consórcio A	20	1,0	5,1	ns		20 a
	Consórcio B	21	4,0	18,9	ns		21 a
P Mehlich-1 (mg dm <sup>-3</sup> )	Monocultura	5	1,9	42,6	ns	*	5 b
	Consórcio A	6	3,5	60,9	ns		6 b
	Consórcio B	21	11,4	54,1	ns		21 a
K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Monocultura	0,08	0,03	31,9	ns	ns	0,08 a
	Consórcio A	0,07	0,01	7,4	ns		0,07 a
	Consórcio B	0,07	0,01	17,3	ns		0,07 a
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Monocultura	0,5	0,1	9,5	ns	ns	0,5 a
	Consórcio A	0,7	0,2	26,1	ns		0,7 a
	Consórcio B	0,7	0,2	31,2	ns		0,7 a
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Monocultura	0,1	0,01	4,9	ns	ns	0,1 a
	Consórcio A	0,2	0,06	38,5	ns		0,2 a
	Consórcio B	0,1	0,01	5,6	ns		0,1 a
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Monocultura	0,2	0,1	22,2	ns	ns	0,2 a
	Consórcio A	0,3	0,05	15,4	ns		0,3 a
	Consórcio B	0,3	0,1	17,3	ns		0,3 a
S (mg dm <sup>-3</sup> )	Monocultura	13	6	47,8	*	ns	13 a
	Consórcio A	8	1	13,3	ns		8 a
	Consórcio B	15	1	7,5	ns		15 a
H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Monocultura	4,0	0,5	13,6	*	ns	4,0 a
	Consórcio A	4,7	0,6	12,1	ns		4,7 a
	Consórcio B	5,1	0,6	12,6	ns		5,1 a
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Monocultura	0,7	0,03	3,9	ns	ns	0,7 a
	Consórcio A	0,9	0,2	26,2	ns		0,9 a
	Consórcio B	0,8	0,2	26,3	ns		0,8 a
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	Monocultura	4,7	0,5	11,6	*	ns	4,7 a
	Consórcio A	5,6	0,7	11,9	ns		5,6 a
	Consórcio B	5,9	0,9	14,4	ns		5,9 a

Continua...

**Tabela 4.** Continuação.

Atributo	Sistema de cultivo da palma de óleo <sup>(1)</sup>	Média	Desvio padrão	CV (%)	Teste de normalidade de Shapiro & Wilk	Teste de Kruskal-Wallis	Teste de Bonferroni <sup>(2)</sup>
V (%)	Monocultura	15	1,5	10,2	ns	ns	15 a
	Consórcio A	16	3,3	20,3	ns		16 a
	Consórcio B	14	2,0	14,3	*		14 a
B (mg dm <sup>-3</sup> )	Monocultura	0,3	0,02	6,1	ns	ns	0,3 a
	Consórcio A	0,3	0,03	8,1	ns		0,3 a
	Consórcio B	0,3	0,03	9,2	ns		0,3 a
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	Monocultura	0,3	0,1	27,2	ns	ns	0,3 a
	Consórcio A	0,2	0,1	42,6	ns		0,2 a
	Consórcio B	0,2	0,1	24,7	ns		0,2 a
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	Monocultura	373	31	8,4	ns	*	373 a
	Consórcio A	277	43	15,7	ns		277 b
	Consórcio B	251	33	13,3	ns		251 b
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	Monocultura	6,3	1,3	20,1	ns	ns	6,3 a
	Consórcio A	6,8	3,0	44,2	ns		6,8 a
	Consórcio B	6,0	1,0	16,7	*		6,0 a
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	Monocultura	0,5	0,2	32,5	ns	ns	0,5 a
	Consórcio A	0,8	0,2	23,1	ns		0,8 a
	Consórcio B	0,8	0,2	25,0	ns		0,8 a

<sup>(1)</sup> Consórcio A: palma de óleo com milho – macaxeira – macaxeira – milho. Consórcio B: palma de óleo com arroz – feijão-caupi + mandioca – feijão-caupi + mandioca – arroz.

<sup>(2)</sup> Letras distintas na coluna, dentro de cada atributo do solo, diferem entre si pelo teste de Bonferroni a 5% de probabilidade.

\* e ns: significativo a 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

O teor de P (Mehlich-1) no solo foi superior no consórcio B comparado à monocultura e ao consórcio A (Tabela 4), provavelmente em razão da maior dose de P acumulada no consórcio B pelas sucessivas adubações fosfatadas para a palma de óleo e as culturas alimentares (Tabelas 1, 2 e 3). Conforme classes de disponibilidade de P no solo para o Estado do Pará (BRASIL; CRAVO, 2010), no consórcio B, o teor de P se enquadrava na classe de disponibilidade muito alta, enquanto em monocultura e consórcio A como baixa. Aumentos nos teores de P do solo também foram observados em estudos realizados em sistemas consorciados de palma de óleo com outras culturas em comparação à monocultura nos estados do Amazonas (ROCHA, 2007) e Roraima (LOPES et al., 2015).

Em relação aos teores de micronutrientes no solo, somente observou-se diferença significativa para Fe. O teor desse micronutriente no solo foi superior ( $373 \text{ mg dm}^{-3}$ ) em monocultura em comparação aos consórcios A ( $277 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e B ( $251 \text{ mg dm}^{-3}$ ) (Tabela 4), possivelmente em razão da aplicação de calcário, que pode ter reduzido a disponibilidade de Fe no solo.

De modo geral, os resultados dos atributos químicos apresentados na Tabela 4 evidenciaram a acidez elevada e a baixa fertilidade do solo em que comumente se cultiva a palma de óleo, e reiteraram a necessidade de se reavaliar a importância de algumas práticas de correção do solo que não são adotadas para essa cultura, principalmente a calagem, e de direcionar as pesquisas para a correção da acidez do solo.

## Nutrição da Palma de Óleo

Os teores foliares de N foram influenciados pelos sistemas de cultivo da palma de óleo. Verificaram-se teores superiores de N na folha diagnóstico da palma de óleo nos dois consórcios em comparação à monocultura (Tabela 5), evidenciando que a introdução das culturas alimentares favoreceu a nutrição nitrogenada da palma de óleo, possivelmente em razão do maior aporte de N nos sistemas consorciados via aplicação de fertilizante mineral para as culturas alimentares (Tabelas 1, 2 e 3). Adicionalmente, no consórcio B pode ter ocorrido adição de N no sistema solo-planta via fixação biológica de  $\text{N}_2$  pela simbiose entre as bactérias fixadoras de N e o feijão-caupi. O teor foliar de N na palma de óleo em monocultura foi inferior ao nível crítico  $27 \text{ g kg}^{-1}$ , de acordo com Rodrigues et al. (2010), indicando, portanto, que a adubação nitrogenada realizada para essa cultura não foi suficiente para atender à demanda em N da planta.

Os sistemas de cultivo não afetaram os teores de P na folha diagnóstico e, em todos os tratamentos, foram observados valores próximos do nível crítico de  $1,6 \text{ g kg}^{-1}$ , de acordo com Rodrigues et al. (2010).

**Tabela 5.** Teores foliares de macro e micronutrientes e de alumínio na folha 9 da palma de óleo, em monocultura e em consórcios com culturas alimentares, em Sistema Bragantino, avaliados ao final do estudo.

Elemento	Sistema de cultivo da palma de óleo <sup>(1)</sup>	Média	Desvio padrão	CV (%)	Teste de normalidade de Shapiro & Wilk	Teste de Kruskal-Wallis	Teste de Bonferroni <sup>(2)</sup>
N (g kg <sup>-1</sup> )	Monocultura	22,2	1,0	4,4	ns	*	22,2 b
	Consórcio A	25,4	0,5	2,1	ns		25,4 a
	Consórcio B	26,0	0,1	0,4	ns		26,0 a
P (g kg <sup>-1</sup> )	Monocultura	1,5	0,1	4,0	ns	ns	1,5 a
	Consórcio A	1,6	0,1	3,7	ns		1,6 a
	Consórcio B	1,6	0,1	3,7	ns		1,6 a
K (g kg <sup>-1</sup> )	Monocultura	7,5	0,5	6,3	ns	*	7,5 b
	Consórcio A	8,2	0,3	3,3	ns		8,2 ab
	Consórcio B	8,9	0,5	5,1	ns		8,9 a
Ca (g kg <sup>-1</sup> )	Monocultura	9,0	0,4	4,0	ns	*	9,0 a
	Consórcio A	8,1	0,2	2,2	ns		8,1 b
	Consórcio B	8,4	0,3	3,8	ns		8,4 ab
Mg (g kg <sup>-1</sup> )	Monocultura	3,5	0,1	3,6	ns	*	3,5 a
	Consórcio A	3,2	0,1	4,1	ns		3,0 b
	Consórcio B	3,0	0,2	5,1	ns		3,2 b
S (g kg <sup>-1</sup> )	Monocultura	1,4	0,1	5,8	ns	*	1,4 b
	Consórcio A	1,5	0,1	3,3	ns		1,5 ab
	Consórcio B	1,6	0,1	3,7	ns		1,6 a
B (mg kg <sup>-1</sup> )	Monocultura	9,3	1,0	11,1	ns	ns	9,3 a
	Consórcio A	8,9	0,4	3,9	ns		8,9 a
	Consórcio B	9,4	0,3	3,4	ns		9,4 a
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	Monocultura	3,2	0,2	6,9	ns	ns	3,2 a
	Consórcio A	3,2	0,1	3,2	ns		3,2 a
	Consórcio B	3,2	0,1	1,8	ns		3,2 a
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	Monocultura	54	8	15,3	ns	ns	54 a
	Consórcio A	52	3	5,7	ns		52 a
	Consórcio B	51	2	4,5	ns		51 a
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	Monocultura	176	30	16,8	ns	*	176 a
	Consórcio A	148	13	9,0	ns		148 ab
	Consórcio B	129	2	1,3	ns		129 b
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	Monocultura	9,5	0,3	3,5	ns	ns	9,5 a
	Consórcio A	9,3	0,5	4,9	ns		9,3 a
	Consórcio B	9,3	0,4	3,8	ns		9,3 a
Al (mg kg <sup>-1</sup> )	Monocultura	95	16	17,0	ns	ns	95 a
	Consórcio A	96	3	3,2	ns		96 a
	Consórcio B	104	4	3,6	ns		104 a

<sup>(1)</sup> Consórcio A: palma de óleo com milho – macaxeira – macaxeira – milho. Consórcio B: palma de óleo com arroz – feijão-caupi + mandioca – feijão-caupi + mandioca – arroz.

<sup>(2)</sup> Letras distintas na coluna, dentro de cada elemento (macro e micronutrientes e Al), diferem entre si pelo teste de Bonferroni a 5% de probabilidade.

\* e ns: significativo a 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Observaram-se diferenças significativas nos teores de K na folha número 9 em função do sistema de cultivo, sendo o teor foliar desse nutriente maior no consórcio B em relação à monocultura (Tabela 5). No entanto, em todos os tratamentos os teores foliares de K foram muito inferiores a  $12,5 \text{ g kg}^{-1}$ , que é considerado adequado por Rodrigues et al. (2010) para a palma de óleo na fase vegetativa.

Os teores foliares de Ca na monocultura foram significativamente maiores que os obtidos no consórcio A (Tabela 5), porém em todos os sistemas de cultivo foram observados teores de Ca na folha diagnóstico acima do nível crítico de  $5,0 \text{ g kg}^{-1}$ , de acordo com Rodrigues et al. (2010), indicando uma nutrição em Ca adequada das plantas.

A palma de óleo em monocultura apresentou teor foliar de Mg superior aos encontrados nos dois consórcios (Tabela 5). Similarmente ao Ca, em todos os sistemas de cultivo foram observados teores de Mg na folha diagnóstico acima do nível crítico de  $2,3 \text{ g kg}^{-1}$ , de acordo com Rodrigues et al. (2010), indicando que a nutrição magnésiana das plantas estava adequada em todos os tratamentos.

O teor de S na folha diagnóstico da palma de óleo foi maior no consórcio B em comparação à monocultura (Tabela 5), porém todos os teores de S estavam abaixo do limite inferior adequado de  $2,5 \text{ g kg}^{-1}$  para palmeiras jovens ( $\leq 6$  anos), de acordo com Fairhurst e Härdter (2003).

Com exceção do Mn, os teores foliares de micronutrientes não foram influenciados pelos sistemas de cultivo (Tabela 5). O teor de Mn na folha diagnóstico da palma de óleo foi superior na monocultura em comparação ao consórcio B. Os teores foliares de Al não foram afetados pelo sistema de cultivo. Os teores foliares dos micronutrientes B, Cu, Fe, Mn e Zn, em todos os tratamentos, foram inferiores aos das faixas de suficiência geradas a partir do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) para plantas jovens de palma de óleo, de acordo com Matos et al. (2016).

Os teores de alguns nutrientes, como K, Ca e Mg, na planta, apresentaram diferença significativa entre os sistemas de cultivo (Tabela 5), mas não no solo (Tabela 4). Os teores de nutrientes em folhas, frequentemente, não apresentam correlação estreita com aqueles disponíveis no solo, em função de limites de absorção pelas plantas e de outros fatores que afetam a absorção, como umidade do solo, aeração, compactação, acidez e moléstias (RAIJ, 2011). A diagnose foliar é uma técnica de avaliação do estado nutricional das plantas, mas não diretamente da fertilidade do solo, e deve ser usada em conjunto com a análise de solo. A análise de solo é insubstituível para determinar, de forma quantitativa, práticas corretivas e de adubação (RAIJ, 2011).

A ordem decrescente das concentrações foliares de macronutrientes foi:  $N > K = Ca > Mg > P = S$ . A ordem decrescente da concentração de micronutrientes e elemento tóxico na folha diagnóstico da palma de óleo foi:  $Mn > Al > Fe > B = Zn > Cu$ .

## **Desenvolvimento Vegetativo da Palma de Óleo**

Os parâmetros de desenvolvimento vegetativo das plantas de palma de óleo avaliados nesse estudo são apresentados na Tabela 6.

O diâmetro do coleto não foi influenciado pelo sistema de cultivo e variou, em média, de 45 cm a 51 cm entre os tratamentos (Tabela 6). O estipe da palma de óleo possui a função de armazenamento de carboidratos e nutrientes para a planta, especialmente o K, que é o nutriente exigido em maiores quantidades para a produção dessa cultura (CORLEY; TINKER, 2003; KEE et al., 2003). Corley e Tinker (2003) relataram que o diâmetro do estipe da palma de óleo, excluída as bases peciolares aderidas ao estipe, varia de 20 cm a 75 cm.

Adicionalmente, também não se observou efeito do sistema de cultivo na área foliar da folha número 9, com média geral de todos os tratamentos de  $3,3 \text{ m}^2$  (Tabela 6). A área foliar é um dos fatores que afetam a fotossíntese, o desenvolvimento da planta e a produtividade da palma de óleo (CORLEY; TINKER, 2003; FAIRHURST; HÄRDTER, 2003).

**Tabela 6.** Parâmetros de desenvolvimento vegetativo da palma de óleo em monocultura e em consórcio com culturas alimentares em Sistema Bragantino, avaliados ao final do estudo.

Parâmetro de desenvolvimento vegetativo	Sistema de cultivo da palma de óleo <sup>(1)</sup>	Média	Desvio padrão	CV (%)	Teste de normalidade de Shapiro & Wilk	Teste de Kruskal-Wallis	Teste de Bonferroni <sup>(2)</sup>
Emissão foliar (folhas ano <sup>-1</sup> )	Monocultura	22,9	1,1	5,0	ns	*	22,9 b
	Consórcio A	25,0	0,5	2,1	ns		25,0 ab
	Consórcio B	27,7	1,2	4,3	ns		27,7 a
Diâmetro do coleto (cm)	Monocultura	45	2,6	5,8	ns	ns	45 a
	Consórcio A	51	3,1	6,2	ns		51 a
	Consórcio B	47	0,6	1,2	ns		47 a
Comprimento da ráquis – folha 9 (cm)	Monocultura	260	15,5	6,0	ns	*	260 b
	Consórcio A	301	8,7	2,9	ns		301 a
	Consórcio B	280	7,8	2,8	ns		280 ab
Comprimento total – folha 9 (cm)	Monocultura	301	20,4	6,8	ns	*	301 b
	Consórcio A	350	9,6	2,7	ns		350 a
	Consórcio B	329	9,1	2,8	ns		329 ab
Secção do pecíolo (cm <sup>2</sup> )	Monocultura	21,3	2,6	12,1	ns	*	21,3 b
	Consórcio A	25,5	1,2	4,6	ns		25,5 a
	Consórcio B	22,8	1,5	6,7	ns		22,8 ab
Área foliar - folha 9 (m <sup>2</sup> )	Monocultura	3,0	0,4	12,8	ns	ns	3,0 a
	Consórcio A	3,6	0,2	6,3	ns		3,6 a
	Consórcio B	3,3	0,2	5,8	ns		3,3 a

<sup>(1)</sup> Consórcio A: palma de óleo com milho – macaxeira – macaxeira – milho. Consórcio B: palma de óleo com arroz – feijão-caupi + mandioca – feijão-caupi + mandioca – arroz.

<sup>(2)</sup> Letras distintas na coluna, dentro de cada parâmetro de desenvolvimento vegetativo, diferem entre si pelo teste de Bonferroni a 5% de probabilidade.

\* e ns: significativo a 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

As plantas de palma de óleo apresentaram maior emissão foliar no consórcio B comparado à monocultura, sendo observados, em média, valores variando de 22,9 folhas ano<sup>-1</sup> a 27,7 folhas ano<sup>-1</sup> entre os diferentes sistemas de cultivo (Tabela 6). Geralmente, a emissão foliar é baixa no primeiro ano após o plantio da palma de óleo no campo, aumenta a partir do segundo ano, podendo emitir até 40 folhas ano<sup>-1</sup> durante a fase de formação da cultura, e estabiliza aos 8-12 anos de idade, com emissão aproximada de 20 folhas ano<sup>-1</sup> a 24 folhas ano<sup>-1</sup> (CORLEY; TINKER, 2003; KEE et al., 2003).

No consórcio A foram observados valores superiores de comprimento da ráquis e da folha número 9 (Tabela 6). Os sistemas de cultivo proporcionaram faixas de variação nos comprimentos da ráquis e total da folha de aproximadamente 260 cm a 300 cm e de 300 cm a 350 cm, respectivamente. O comprimento da folha geralmente aumenta com a idade da planta, alcançando, em média, 700 cm a 800 cm na fase produtiva da cultura (CORLEY; TINKER, 2003; KEE et al., 2003).

No consórcio A também se observou maior secção do pecíolo em relação à monocultura. A secção do pecíolo é altamente relacionada com a matéria seca da folha e da planta, sendo uma importante informação para estimar o desenvolvimento vegetativo das plantas (CORLEY; TINKER, 2003; FAIRHURST; HÄRDTER, 2003).

Nenhum dos parâmetros de desenvolvimento vegetativo da palma de óleo nos dois consórcios avaliados foi menor que na monocultura, indicando que o consórcio da palma de óleo com culturas alimentares anuais nas entrelinhas não prejudicou o desenvolvimento das plantas durante a fase vegetativa da cultura. Similarmente ao observado neste estudo, no Estado do Amazonas verificou-se que o cultivo de outras culturas (mandioca e abacaxi) nas entrelinhas não prejudicou o desenvolvimento vegetativo da palma de óleo, sendo ainda constatados efeitos positivos nos sistemas integrados quando comparados à monocultura (ROCHA, 2007). Adicionalmente, em Roraima, os sistemas consorciados de palma de óleo com feijão-caupi + milho, amendoim e mandioca também favoreceram o crescimento vegetativo da palma de óleo (LOPES et al., 2015).

Os valores superiores de alguns parâmetros de desenvolvimento vegetativo da palma de óleo nos consórcios em comparação à monocultura ocorreram, provavelmente, em razão do aproveitamento de nutrientes por essa cultura aplicados via fertilizante mineral para as culturas alimentares, principalmente N, P e K, pois se verificou efeito positivo dos consórcios no estado nutricional da palma de óleo (N e K) e na fertilidade do solo (P).

A ciclagem de nutrientes dos resíduos culturais proveniente das culturas intercalares que foram mantidos sobre o solo também contribuiu para a palma de óleo em consórcio. Nos estados do Amazonas (ROCHA, 2007) e de Roraima (LOPES et al., 2015), o maior desenvolvimento vegetativo da palma de óleo em sistemas consorciados também foi atribuído ao melhor aproveitamento dos nutrientes provenientes de fertilizantes minerais aplicados para as culturas intercalares e dos resíduos culturais dessas culturas.

## **Conclusões**

O consórcio das culturas alimentares anuais milho, macaxeira, arroz e feijão-caupi, em Sistema Bragantino, nas entrelinhas da palma de óleo, durante a fase vegetativa dessa cultura, não prejudicou e ainda melhorou alguns parâmetros de fertilidade do solo, nutrição e desenvolvimento vegetativo da palma de óleo. Entretanto, são necessários outros estudos em campo com delineamento experimental e repetições verdadeiras para se avançar no conhecimento sobre o consórcio entre a palma de óleo e outras culturas nas entrelinhas durante a fase jovem.

## **Agradecimentos**

Ao agricultor Sr. Oziel Lima e sua família, e à empresa Belém Bioenergia Brasil pelo apoio técnico, financeiro e operacional no desenvolvimento do estudo. Ao Ministério do Desenvolvimento Agrário pelo apoio financeiro e à Embrapa (Projeto 04.14.00.024.00.02.005).

## Referências

AGRIANUAL 2015: ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. São Paulo: FNP Consultoria & Comercio, 2015. 472 p.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013.

AMADO, T. J. C.; PES, L. Z.; LEMAINSKI, C. L.; SCHENATO, R. B. Atributos químicos e físicos de latossolos e sua relação com os rendimentos de milho e feijão irrigados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 831-843, 2009.

BARCELOS, E.; RODRIGUES, M. R. L.; SANTOS, J. A.; CUNHA, R. N. V. **Produção de mudas de dendê na Amazônia**. Manaus, Embrapa Amazônia Ocidental, 2001, 11 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular técnica, 8).

BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S. Interpretação dos resultados de análise de solo. In: CRAVO, M. S.; VIEGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. p. 43-48.

BREURE, C. J.; VERDOOREN, L. R. Guidelines for testing and selecting parent palms in oil palm: practical aspects and statistical methods. **ASD Oil Palm Papers**, v. 9, p. 1-68, 1995.

CORLEY, R. H. V. How much palm oil do we need? **Environmental Science & Policy**, v. 12, n. 2, p. 134-139, 2009.

CORLEY, R. H. V.; TINKER, P. B. **The Oil Palm**. 4th ed. Oxford: Blackwell Science, 2003. 562 p.

CRAVO, M. S.; CORTELETTI, J.; NOGUEIRA, O. L.; SMYTH, T. J.; SOUZA, B. D. L. **Sistema Bragantino: agricultura sustentável para a Amazônia**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 93 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 218).

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B. TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M (Org.). **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Embrapa Solos. Documentos, 132).

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Foreign Agriculture Service. . **Production, supply and distribution online**. 2016. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline>> . Acesso em: 26 maio 2016.

FAIRHURST, T.; HARDTER, R. (Ed.) **Oil Palm: management for large and sustainable yields**. Singapore: Potash & Phosphate Institute and International Potash Institute, 2003. 382 p.

FAO. **Faostat: crops1995**. 2016. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>> . Acesso em: 27 out. 2016.

FAO. **Faostat: production crops 2014**. 2016. Disponível em <<http://faostat.fao.org>> . Acesso em: 27 out. 2016.

FRANZINI, V. I.; SILVA, A. R. B.; GOMES JUNIOR, R. A. **Acidez do solo e sua correção em palma de óleo**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2012. 37 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 386).

FRAZÃO, L. A.; PAUSTIAN, K.; CERRI, C. E. P.; CERRI, C. C. Soil carbon stocks and changes after oil palm introduction in the Brazilian Amazon. **Global Change Biology Bioenergy**, v. 5, p. 384-390, 2012.

GOH K. J.; HÄRDTER, R. General oil palm nutrition. In: FAIRHURST, T.; HARDTER, R. (Ed.). **Oil palm: management for large and sustainable yields**. Singapore: Potash & Phosphate Institute: International Potash Institute, 2003. p. 191-230.

ISMAIL, S.; KHASIM, N.; OMAR, R. Z. R. Double-row avenue system for crop integration with oil palm. **MPOB Information Series**, v. 465, n. 424, p. 1-4, 2009.

KEE, S. K.; VON UEXKÜLL, H.; HÄRDTER, R. Botanical aspects of the oil palm relevant to crop management. In: FAIRHURST, T.; HARDTER, R. (Ed.) **Oil Palm: management for large and sustainable yields**. Singapore: Potash & Phosphate Institute and International Potash Institute, 2003. p. 13-26.

LOPES, A. D. O.; CORDEIRO, A. C. C.; CHAGAS, E. A.; LOZANO, R. M. B.; ALVES, A. B.; MACIEL, F. C. S. Viabilidade técnica e avaliação financeira de cultivos intercalares no desenvolvimento inicial da palma-de-óleo em Roraima. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, p. 442-450, 2015.

LOPES, R.; CUNHA, R. N. V.; RODRIGUES, M. R. L.; TEIXEIRA, P. C.; ROCHA, R. N. C.; LIMA, W. A. A. Palmáceas. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. (Ed.) **Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 1337 p.

MACÊDO, J. L. V.; RODRIGUES, M. R. L. Solos da Amazônia e o cultivo do dendzezeiro. In: VIÉGAS, I. de J. M.; MÜLLER, A. A. (Org.). **A cultura do dendzezeiro na Amazônia brasileira**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. v. 1, p. 73-87.

MACHADO, L. O.; LANA, A. M. Q.; LANA, R. M. Q.; GUIMARÃES, E. C.; FERREIRA, C. V. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em áreas sob sistema plantio convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 591-599, 2007.

MATOS, G. S. B.; FERNANDES, A. R.; WADT, P. G. S. Níveis críticos e faixas de suficiência de nutrientes derivados de métodos de avaliação do estado nutricional da palma-de-óleo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 1557-1567, 2016.

PINA, A. J. A. Produção sustentável para a cultura da palma de óleo na Amazônia: experiência da Marborges Agroindústria S.A. em Moju (Estado do Pará). In: RAMALHO FILHO, A.; MOTTA, P. E. F.; FREITAS, P. L.; TEIXEIRA, W. G. **Zoneamento agroecológico, produção e manejo para a cultura da palma de óleo na Amazônia**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. p. 189-204.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI, 2011. 420 p.

ROCHA, R. N. C. **Culturas intercalares para sustentabilidade da produção de dendê na agricultura familiar**. 2007. 63 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SILVA, F.C. da. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p.

SOUZA, M. B.; BOARI, A. J.; CORDEIRO, A. C. C.; MENEZES, A. J.; ARAGÃO, D. V.; ALBUQUERQUE, E. S.; SANTOS, J. C.; SAMPAIO, J. E.; RODRIGUES, M. R. L.; MAUÉS, M. M.; OLIVEIRA, M. E.; CRAVO, M. S.; MODESTO JÚNIOR, M. S.; ALVES, R. N. B.; ROCHA, R. N. C.; FRANZINI, V. I.; GOMES JÚNIOR, R. A. **Cultivo intercalar de culturas alimentares com palma de óleo na fase pré-produtiva**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2016. 30 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 422).

RAMALHO FILHO, A.; MOTTA, P. E. F. da; FREITAS, P. L. de; TEIXEIRA, W. G. T. **Zoneamento agroecológico, produção e manejo para a cultura da palma de óleo na amazônia**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. 216 p.

RODRIGUES, M. R. L.; AMBLARD, P.; SILVA, E. B.; MACEDO, J. L. V.; CUNHA, R. N. V. TAVARES, A. M. **Avaliação do estado nutricional do dendezeiro: análise foliar**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2002. 9 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular técnica, 11).

RODRIGUES, M. do R. L.; TEIXEIRA, P. C.; MACÊDO, J. L. V. de; CUNHA, R. N. V. da; LOPES, R.; ROCHA, R. N. C. da; TEIXEIRA, W. G. **Avaliação do estado nutricional e manejo da fertilidade do solo para a produção sustentável da cultura da palma de óleo na Amazônia**. In: RAMALHO FILHO, A.; MOTTA, P. E. F. da; FREITAS, P. L. de; TEIXEIRA, W. G. T. **Zoneamento agroecológico, produção e manejo para a cultura da palma de óleo na amazônia**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. p. 115-126.

VIÉGAS, I. J. M.; BOTELHO, S. M. **Nutrição e adubação do dendezeiro**. In: VIÉGAS, I. J. M.; MÜLLER, A. A. (Ed.). **A cultura do dendezeiro na Amazônia brasileira**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. p. 229-273.



---

*Amazônia Oriental*

MINISTÉRIO DA  
**AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO**



CGPE 13708