



## Efeito da Adubação Verde na Qualidade Nutricional do Milho (*Zea mays* L.) *Effect of Green Fertilization on Corn Nutritional Quality (*Zea mays* L.)*

Angélica Simplício da Silva<sup>1</sup>, Marcos de Oliveira<sup>1</sup>, Mácio Farias de Moura<sup>1</sup>, Suzana Pedroza da Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Garanhuns, Pernambuco, Brasil  
Todos autores contribuíram de forma igualitária

Contato: [suzpedroza@gmail.com](mailto:suzpedroza@gmail.com)

### Palavras-Chave

composto orgânico  
leguminosa  
propriedades físico-químicas  
milho  
adubação verde

### RESUMO

Foi avaliado o efeito da adubação verde e composto orgânico na qualidade nutricional do milho e suas propriedades físico-químicas. O experimento consistiu na adubação do milho (*Zea mays* L.) com três leguminosas: crotalária, feijão macassar e feijão guandu, com adição de 0, 20, 40 e 60 Mg.ha<sup>-1</sup> de composto orgânico. Foram realizadas análises de composição proximal, atividade de água e cor. Os dados foram submetidos à análise de componentes principais. O tratamento macassar com adição de 40 e 60 Mg.ha<sup>-1</sup> de composto orgânico apresentou composição semelhantes em relação a adubação mineral. Entretanto, macassar com 60 Mg.ha<sup>-1</sup> de composto orgânico promoveu um aumento no teor de proteína, açúcares, atividade de água e luminosidade no milho. Os grãos de milho dos tratamentos com crotalária apresentaram maior umidade. Os tratamentos envolvendo guandu apresentaram valores aproximados de composição para todas as concentrações de composto orgânico. Adubação verde adicionada de composto orgânico apresentou eficiência, podendo ser uma alternativa viável na substituição à adubação mineral para a qualidade do grão de milho, destacando-se o uso do feijão macassar com adição de 40 ou 60 Mg.ha<sup>-1</sup> de composto orgânico.

### Key-word

organic compost  
legume  
physicochemical properties  
corn  
green adubation

### ABSTRACT

*The effect of green adubation and organic compost on corn nutritional quality and its physicochemical properties was evaluated. The experiment consisted of fertilizing corn (*Zea mays* L.) with three legumes: crotalaria, macassar and guandu beans, with the addition of 0, 20, 40 and 60 Mg.ha<sup>-1</sup> of organic compost. Proximal composition, water activity and color analyzes were performed. Data were subjected to principal component analysis. Macassar treatment with addition of 40 and 60 Mg.ha<sup>-1</sup> of organic compost presented similar composition in relation to mineral fertilization. However, macassar and 60 Mg.ha<sup>-1</sup> of organic compost promoted an increase in protein content, sugars, water activity and light in corn. The corn grains of the treatments with crotalaria presented higher humidity. The treatments involving guandu presented approximate composition values for all organic compound concentrations. Green adubation added with organic compost showed efficiency, and may be a viable alternative to substitute mineral fertilizer for corn grain quality, highlighting the use of macassar beans with addition of 40 or 60 Mg.ha<sup>-1</sup> of organic compost.*

### Informações do artigo

Recebido: 09 de outubro, 2019  
Aceito: 26 de fevereiro, 2020  
Publicado: 30 de abril, 2020

## Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie que pertence à família Gramineae/Poaceae, tem origem do teosinto (ancestral do milho), *Zea mays*, subespécie mexicana (*Zea mays* ssp.) mexicana (Schradler) Iltis.

Há mais de 8000 anos o milho é cultivado em muitas regiões do mundo devido a sua adaptabilidade que está representada por vários genótipos.

O milho pode ser encontrado em climas tropicais, subtropicais e temperados. As principais finalidades do milho é a utilização em alimentação humana e animal, devido as suas elevadas qualidades nutricionais (BARROS, CALADO, 2014).

Estima-se que o consumo de milho destinado como componente de rações para os animais seja responsável por 75% do total da produção, e 25% para consumo humano e aplicações nos processos industriais, que transformam os grãos em vários produtos consumidos na dieta humana, como amido de milho, fubá, farinhas, assim como seu alto nível de inclusão nas dietas para atender as exigências energéticas dos animais (GALVÃO, BORÉM, PIMENTEL, 2015; CONAB, 2017).

O Nordeste constitui a quarta região produtora de milho no Brasil, sendo a Bahia e o Maranhão os maiores produtores.

O estado de Pernambuco está na sexta posição no ranking de produção do grão, com uma produção e produtividade de 66,9 mil toneladas e 423 kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente (ASSIS et al. 2006; REBEQUI et al., 2011; CONAB, 2017).

O milho é considerado um alimento energético para dieta humana e animal, devido ao alto teor de carboidratos (amido) e lipídios (óleo) (MITTELMANN et al., 2006). É um cereal rico em lipídios insaturados, especialmente os ácidos graxos poli-insaturados da série ômega-6 e de ácidos graxos insaturados (MITTELMANN et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2016).

Sua composição média em base seca é de 72% de amido, 9,5% de proteínas, 9% de fibra e 4% de lipídios.

O milho apresenta grande variação na sua composição nutricional, que pode ser alterada por vários fatores como a posição do grão na espiga, localização das plantas que gerou a espiga na lavoura, solo, clima, processamento e armazenagem, mistura de lotes entre outros fatores (LIMA, 2004).

As proteínas do milho podem ser divididas em várias classes, sendo essas agrupadas de acordo com sua solubilidade, existem diversas frações que podem ser encontradas, entre elas a  $\alpha$ -zeína é a de maior concentração, representando em torno de 50% e 60% do total de proteína no milho (OLIVEIRA et al., 2016).

A produção de alimentos está direcionada ao uso de práticas de gestão e manejo do solo que levam em conta as condições regionais e a adaptação de sistemas de produção.

Os consumidores na hora da compra tendem a ponderar sobre o valor nutricional de alimentos orgânicos em comparação aos alimentos com uso de defensivos agrícolas, não só em questão de composição destes alimentos e sim da sua segurança alimentar.

Os consumidores atribuem o aspecto “mais saudável” aos alimentos orgânicos na hora da compra, principalmente por ausência de agrotóxicos e uma maior concentração de nutrientes (FLATEN et al., 2010).

As práticas de manejo do solo potencializam as atividades biológicas do solo (SEDIYAMA, SANTOS, LIMA, 2014). Entre estas práticas podemos citar a adubação mineral e orgânica.

De acordo com a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2004) e Recch, Franke, Barros (2006), a adubação mineral é composta de nitrogênio, fósforo, potássio, os quais apresentam diferentes solubilidades no solo. Podem variar bastante com o tipo de tratamento térmico ou químico, tipo do solo, clima, cultura, mas em geral, é uma adubação bastante balanceada, produzida para diversas finalidades no campo. Porém, seu uso intensivo vem sendo cada vez mais questionado, tendo em vista que periodicamente são necessárias avaliações da fertilidade do solo, aplicando correções quando necessário e incluindo adubação adequada sem excessos, para evitar a toxidez de nutrientes e o acúmulo de metais pesados no solo (SEDIYAMA, SANTOS, LIMA, 2014). Sendo uma opção substituir parcialmente ou totalmente pela adubação orgânica.

A adubação orgânica mantém ou melhora a fertilidade do solo utilizando-se de recursos naturais e das atividades biológicas, proporcionando o fornecimento de nutrientes de diversas maneiras como: a ciclagem de nutrientes por meio de restos culturais, compostos e resíduos orgânicos, e adubações verdes com leguminosas ou outros grupos de plantas (SEDIYAMA, SANTOS, LIMA, 2014).

A adubação verde, utilização de plantas na adubação, somada a um composto orgânico vem se estabelecendo como uma boa alternativa para o equilíbrio de nutrientes ao solo. Tem como vantagens, dependendo da escolha da espécie, ser mais adequado ao clima, solo; a produção de biomassa capaz de se associar às bactérias e transformar o nitrogênio do ar em compostos nitrogenados, tornando esse nutriente disponível; no controle de nematoides destacando-se quando anão, *Crotalaria breviflora* e *Crotalaria spectabilis*, pois estes se mostraram mais resistentes a *P. brachyurus* (SEDIYAMA, SANTOS, LIMA, 2014).

Resultados positivos são encontrados em pesquisas tais como a de Alves et al. (2004) que avaliaram a fertilidade do solo após incorporação de biomassa de guandu (*Cajanus cajan*).

Diniz (2011) avaliou diferentes doses de adubo verde em base de massa seca, na produção de brócolis com adição de composto orgânico e comparou com adubação mineral, testemunha absoluta e sem adubação e constatou efeito residual do nitrogênio do adubo verde na produção do milho em sucessão a abobrinha.

A aplicação da adubação verde no solo, além de gerar ganhos na produtividade, pode proporcionar melhoria na qualidade nutricional dos grãos de milho.

Os teores de carboidratos solúveis e proteína aumentam em função do emprego dos adubos verdes, podendo alcançar valores acima de 30 e 70 %, respectivamente (TEJADA et al., 2008).

O rendimento e a qualidade do milho são afetados pelo tipo de solo, disponibilidade de água e nutrição da planta, considerando que os nutrientes da adubação verde são liberados de forma gradual, podendo atender a demanda da cultura durante todo o estágio, sendo possível obter melhor qualidade biológica do grão (CHAUHAUN, 2013). Este tipo de adubação é mais indicado, pois não afeta a qualidade dos grãos, em questão de saúde e sanidade como a incorporação de algumas substâncias químicas que são utilizadas em fertilizantes. Outra vantagem é a diminuição de custos para o produtor, porque os adubos verdes são produzidos no próprio local de semeadura e não precisa ser obtido de terceiros.

Diante deste cenário, foi avaliado o efeito da adubação verde com diferentes doses de composto orgânico em comparação a adubação mineral na qualidade nutricional do milho e nas propriedades físico-químicas do grão.

## Material e Métodos

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Alimentos, no Laboratório de Nutrição Animal e na Central de Laboratórios de Apoio à Pesquisa da Unidade Acadêmica de Garanhuns (CENLAG) da Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE/UAG).

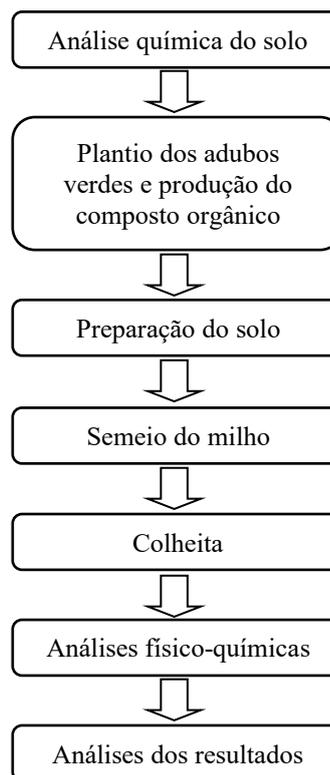
As amostras foram obtidas de um experimento desenvolvido na Fazenda Experimental da Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE/UAG), conduzido em condições de campo no ano agrícola de 2016/2017, no município de Garanhuns-PE, situado a 838 m de altitude, 08°54'29" de latitude Sul e 36°29'45" de longitude Oeste de Greenwich. O clima da região, segundo classificação de Köppen é do tipo As', que é caracterizado como um clima tropical chuvoso com estação de verão seca, com médias anuais de temperatura e precipitação de 20 °C e 1.038 mm respectivamente. A Figura 1 apresenta o fluxograma de execução do experimento.

Foi empregado o esquema de subparcelas [(3 x 4) +2], composta por três leguminosas que constituíram a parcela, incluindo a crotalaria (*Crotalaria juncea* L.), feijão macassar (*Vigna unguiculata* L. Walp) e feijão guandu anão (*Cajanus cajan* L. Mill), e quatro doses de composto orgânico, 0, 20, 40 e 60 Mg.ha<sup>-1</sup> que formaram a subparcela, com duas referências (testemunhas adicionais: controle e adubação mineral) (Tabela 1).

A adubação do cultivo de milho foi realizada após a análise química do solo (Tabela 2).

Após a obtenção dos grãos de milhos, as amostras foram moídas em moinho de facas e armazenadas a temperatura de 20 °C em sacos de polietileno até a realização das análises físico-químicas. Todas as análises foram realizadas em duplicata.

Figura 1. Fluxograma geral dos experimentos da amostra do milho (*Zea mays* L.)



Fonte: Autor (2019)

As amostras de milho foram analisadas quanto à: umidade por estufa de secagem; material mineral fixo ou material inorgânico (cinzas) em mufla; lipídios via extração soxhlet; proteínas a partir do método Kjeldahl; conforme a metodologia de Detmann et al. (2012); carboidratos totais incluindo fibras realizado por medida indireta a partir de análise proximal, subtraindo-se de 100% o somatório dos teores de proteína, lipídios e cinzas, valor energético calculado multiplicando-se o valor exato de cada um dos nutrientes principais pelo seu equivalente calórico correspondente, e somando os valores obtidos, de acordo com os fatores de conversão relativos (hidratos de carbono 4 kcal/g, para as proteínas 4 kcal/g e para os lipídios 9 kcal/g).

Açúcares redutores foram determinados através do método espectrofotométrico com DNS, segundo a metodologia Maldonado, Carvalho e Ferreira (2013). Atividade de água determinada pelo analisador de atividade de água digital (AqualabPre) e cor utilizando um colorímetro Konica MINOLTA CR-10 e a escala CIELab para determinação dos parâmetros de cor, L\*(luminosidade), a\*(vermelho-verde) e b\*(amarelo-azul).

Os resultados das análises físico-químicas foram submetidos à análise de componentes principais (ACP) utilizando a matriz de correlação de Pearson gerada utilizando o software XLSTAT® 2014.

Tabela 1. Tratamentos empregados no cultivo do milho

Identificação das amostras	Tipo de adubação Verde	Dose do composto orgânico (Mg.ha <sup>-1</sup> )
CRO0	CROTALÁRIA	0
CRO20	CROTALÁRIA	20
CRO40	CROTALÁRIA	40
CRO60	CROTALÁRIA	60
GUA0	GUANDU	0
GUA20	GUANDU	20
GUA40	GUANDU	40
GUA60	GUANDU	60
MAC0	FEIJÃO MACASSAR	0
MAC20	FEIJÃO MACASSAR	20
MAC40	FEIJÃO MACASSAR	40
MAC60	FEIJÃO MACASSAR	60

Fonte: Autor (2019)

## Resultados e Discussões

A leguminosa macassar com adição de 40 Mg.ha<sup>-1</sup> de composto orgânico apresentou um aumento no teor de resíduo mineral fixo (cinzas) de 2,75 % do material mineral. A leguminosa macassar fornece mais N, P, K, Ca, Mg, Fe e Mn que são incorporados aos grãos de milho. Estes nutrientes estão relacionados aos maiores valores de cinzas (SILVA et al., 2002). Consideramos positiva a substituição de compostos sintéticos por adubação orgânica, com valores de cinzas próximos ao menor valor encontrado na amostra de milho que foi adubada com composto mineral (MIN) 2,24% (Tabela 3).

Segundo a Instrução Normativa N° 60, de 22 de dezembro de 2011 (MAPA, 2011), para efeito deste Regulamento Técnico a quantidade máxima de material inorgânico permitido em cereais é de 2,5% em base seca.

Sugere-se que o aumento do teor de cinzas nos tratamentos se deve as amostras terem sido moídas com o gérmen onde representa cerca de 78,4% em base seca de minerais. Esses minerais não estão na casca como a maioria dos grãos.

O teor de umidade variou de 6,66% (CRO 60) até 15,64% (GUA 20) (Tabela 3). As amostras que foram submetidas a adubação com crotalária apresentaram maiores teores de umidade em relação a amostra controle (Tabela 3).

O teor de umidade dos grãos representa a quantidade de água por unidade de massa do grão seco ou úmido. Para a secagem, armazenagem e o processamento, o teor de umidade tem sido considerado uma das características mais importantes, pois previne a deterioração do produto e o desenvolvimento de microrganismos (RASCHEN et al., 2014).

Segundo a Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos - Resolução - CNNPA n° 12, de 1978 estabelece que os cereais e os produtos derivados de cereais, não podem ter mais de 15% de umidade. Ainda define umidade como o percentual de água encontrada na amostra do produto isenta de matérias estranhas e impurezas, determinado por um método oficial ou aparelho que dê resultado equivalente. A amostra de milho que foi adubada com CRO 60 apresentou 15,64% de umidade ficou levemente acima do limite máximo permitido (15%).

Esses resultados também podem ser vistos na análise de componentes principais (ACP) (Figura 3).

Os dois primeiros componentes principais explicaram 72,65% da variação total dos dados (Figura 2 e 3), em que o F1 explica 52,73% e o F2 explica 19,92% das variações dos dados.

Tabela 2. Análise química de solo antes da instalação do experimento

Tratamentos	Análises químicas											
	pH	N g kg <sup>-1</sup>	P mg/k	K cmole/kg	Ca cmole/kg	Mg cmole/kg	Na cmole/kg	H+Al cmole/kg	Al cmole/kg	CTC cmole/kg	V %	M %
CONT	5,53	0,80	1,81	0,19	2,25	0,75	0,15	2,14	0,15	5,48	60,9	4,3
MIN	5,55	0,81	1,88	0,19	2,21	0,76	0,15	2,15	0,15	5,46	60,6	4,3
CRO0	5,55	0,80	1,83	0,19	2,19	0,75	0,16	2,15	0,15	5,44	60,5	4,4
CRO20	5,60	0,79	1,85	0,19	2,23	0,77	0,15	2,14	0,15	5,48	60,9	4,3
CRO40	5,61	0,81	1,84	0,18	2,31	0,74	0,17	2,16	0,13	5,56	61,2	3,7
CRO60	5,58	0,80	1,91	0,19	2,25	0,75	0,15	2,15	0,14	5,49	60,8	4,0
GUA0	5,55	0,81	1,89	0,18	2,19	0,75	0,16	2,17	0,14	5,45	60,2	4,1
GUA20	5,59	0,81	1,81	0,18	2,30	0,76	0,16	2,15	0,14	5,55	61,3	4,0
GUA40	5,50	0,81	1,81	0,18	2,19	0,75	0,15	2,15	0,15	5,42	60,3	4,4
GUA60	5,63	0,81	1,85	0,19	2,19	0,73	0,14	2,21	0,13	5,46	59,5	3,8
MAC0	5,52	0,80	1,83	0,18	2,21	0,74	0,15	2,20	0,15	5,48	59,9	4,4
MAC20	5,57	0,81	1,85	0,18	2,20	0,74	0,16	2,19	0,15	5,47	60,0	4,4
MAC40	5,60	0,81	1,87	0,19	2,20	0,75	0,15	2,19	0,14	5,48	60,0	4,1
MAC60	5,55	0,80	1,84	0,19	2,24	0,76	0,15	2,15	0,15	5,49	60,8	4,3

CONT - sem adubação, controle; MIN – adubação mineral, referência. Código de identificação dos tratamentos: 3 letras iniciais correspondem ao tipo de adubação verde utilizando; CRO = Crotalária, GUA = Guandu e MAC = Feijão macassar. Numeração corresponde à dose do composto orgânico utilizado: 0, 20, 40 e 60 em Megagrama por hectare (Mg ha<sup>-1</sup>).

Fonte: Autor (2019)

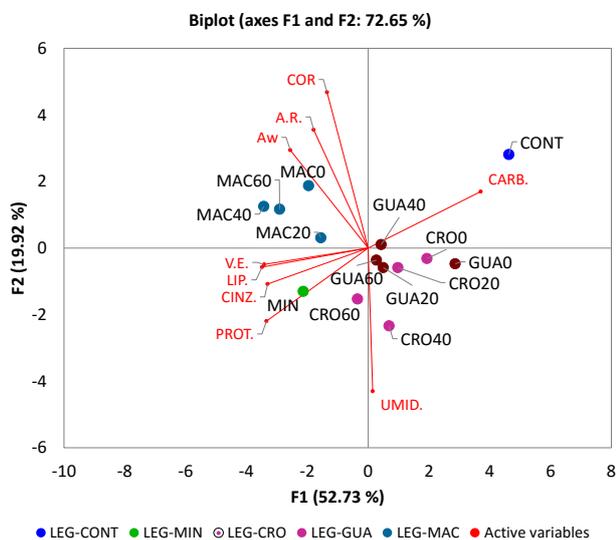
Tabela 3. Resultados das análises físico-químicas do milho (*Zea Mays* L.)

Tratamentos	Proteína (%)	Lipídios (%)	Carboidratos totais (%)	Valor energético (Kcal/kg)	Cinzas (%)	Umidade (%)	Atividade de água	Cor L*	Cor ΔE	Açúcar Redutor (%)
CRO0	9,61	7,80	80,14	4291,44	2,46	13,17	0,52	33,73	16,50	0,41
CRO20	11,05	7,69	78,74	4283,63	2,52	13,55	0,54	33,30	20,30	0,55
CRO40	12,32	7,90	77,29	4294,73	2,50	12,80	0,54	31,78	21,10	0,40
CRO60	12,17	8,34	76,96	4315,36	2,54	15,64	0,53	29,37	25,43	0,60
GUA0	9,24	7,61	80,77	4285,88	2,37	10,59	0,51	21,02	19,77	0,43
GUA20	9,86	9,04	78,42	4344,79	2,52	6,66	0,51	28,26	14,47	0,34
GUA40	11,19	7,96	78,23	4293,21	2,62	8,62	0,51	25,92	10,00	0,58
GUA60	11,23	8,22	77,90	4304,72	2,65	7,70	0,50	26,95	15,90	0,49
MAC0	11,02	9,04	77,27	4351,04	2,61	8,19	0,61	30,54	24,37	0,58
MAC20	11,22	9,42	76,86	4370,82	2,46	8,35	0,61	29,64	12,63	0,47
MAC40	12,82	9,21	75,22	4350,64	2,75	8,73	0,60	38,19	13,80	0,80
MAC60	13,02	8,92	75,41	4339,49	2,65	8,36	0,60	29,43	22,80	0,89
MIN	7,59	6,53	83,53	4232,54	2,24	6,95	0,53	35,52	18,80	0,61
CONT	12,34	9,26	75,66	4353,29	2,75	12,89	0,53	31,39	15,50	0,44

L\*- luminosidade;  $\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$  onde:  $\Delta L^* = L^* - L_0^*$ ;  $\Delta a^* = a^* - a_0^*$ ;  $\Delta b^* = b^* - b_0^*$ . Código de identificação dos tratamentos: 3 letras iniciais correspondem ao tipo de adubação verde utilizando; CRO = Crotalária, GUA = Guandu e MAC = Feijão macassar. Numeração corresponde a dose do composto orgânico utilizado: 0, 20, 40 e 60 em Megagrama por hectare (Mg ha<sup>-1</sup>).

Fonte: Autor (2019)

Figura 2. Análises dos componentes principais (ACP) dos tratamentos em relação às análises físico-químicas dos grãos de milho para cada tratamento. Código de identificação dos tratamentos: Leg = leguminoso. 3 letras iniciais correspondem ao tipo de adubação verde utilizando; CRO = Crotalária, GUA = Guandu e MAC = Feijão macassar. Numeração corresponde a dose do composto orgânico utilizado: 0, 20, 40 e 60 em Megagrama por hectare (Mg ha<sup>-1</sup>).

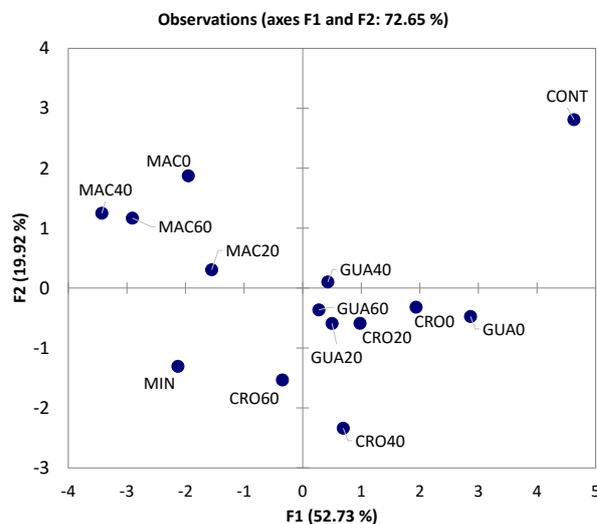


Fonte: Autor (2019)

Na ACP observa-se que os valores de umidade aumentam quando os grãos de milho foram obtidos do adubo verde com a leguminosa crotalária, e ficando mais distantes dos tratamentos que tinham a leguminosa guandu e macassar (Figura 2).

A amostra que teve maior atividade de água foi MAC 0 com 0,61, a amostra GUA 60 ficou com uma atividade de água de 0,50 (Tabela 3).

Figura 3. Análises dos componentes principais (ACP) em relação aos tratamentos. Código de identificação dos tratamentos: 3 letras iniciais correspondem ao tipo de adubação verde utilizando; CRO = Crotalária, GUA = Guandu e MAC = Feijão macassar. Numeração corresponde a dose do composto orgânico utilizado: 0, 20, 40 e 60 em Megagrama por hectare (Mg ha<sup>-1</sup>).



Fonte: Autor (2019)

Na ACP, a atividade de água (Aw) foi bem significativa para o tratamento com a adubação verde macassar e doses de 20, 40 e 60 de composto orgânico (Figura 2). Com o valor de umidade apenas, não se pode prever a atividade microbiana e reações físico-químicas. Quando a atividade de água for maior de 0,70, o grão se encontra em condições inapropriadas para armazenagem segura, porém neste trabalho, todos os resultado foram inferiores a 0,62, o que é desejado para melhor conservação do milho.

Pode ocorrer a proliferação de microrganismos ou a oxidação dos grãos por ativação das lipases que estão naturalmente presentes nos grãos. Todas as amostras analisadas ficaram abaixo de uma atividade de água de 0,70.

Os valores de lipídios foram maiores em relação ao uso da leguminosa macassar, próximas ao controle e ao guandu com 20 Mg.ha<sup>-1</sup> (Tabela 3). A amostra MAC 20 apresentou teor de lipídio de 9,42%, valor superior em relação às outras amostras. O tratamento MIN teve um menor valor de 6,53% em relação ao controle que ficou com 9,26% evidenciando que mesmo sem o adubo mineral os grãos de milho têm um incremento de lipídios expressivo.

Foi verificado também que, a medida que se aumenta a dose do composto orgânico, aumenta os teores de lipídios nas amostras, o que pode estar relacionado a síntese lipídica vegetal que é realizada a partir de precursores não lipídicos como aminoácidos e carboidratos (OLIVEIRA et al., 2016).

Independente da dose de composto orgânico, a leguminosa macassar mais uma vez se destacou promovendo um aumento no teor de proteína bruta no grão de milho (Tabela 3). O milho com tratamento MAC 60 apresentou 13,02% de proteína em relação ao MIN que ficou com um valor bem inferior na ordem de 7,59%. Provavelmente, esse aumento de proteína se deve ao uso de adubação verde e composto orgânico, que tem um maior fornecimento de N, principal elemento para síntese dos compostos nitrogenados.

Quando a planta absorve o nitrogênio do solo, ele é combinado com esqueletos carbônicos oriundos do metabolismo para a produção de aminoácidos, os quais resultam em proteínas que permanecem armazenadas nos tecidos vegetais. Assim, por ocasião da fase de enchimento de grãos, tais reservas são quebradas, translocadas e armazenadas nestes órgãos, na forma de proteínas e aminoácidos (SOUZA, 2010).

A concentração de carboidratos totais nas amostras de milho analisados foi bastante expressiva. O tratamento mineral ainda foi o de maior valor com 83,53% (Tabela 3) e o MAC40 com um valor inferior aos outros tratamentos com 75,22%. Esses resultados são coerentes, porque os teores de carboidratos e proteínas apresentam-se inversamente relacionados, isto é, quando aumenta o teor de proteína, reduz o teor de carboidrato (Figura 3). O amido é um carboidrato de reserva energética nos vegetais e sua conversão em açúcares solúveis tem efeito no produto final da matéria-prima, também após a colheita ocorre um aumento dos açúcares solúveis. É conhecido também o efeito “protetor” dos carboidratos em relação ao metabolismo das proteínas, o que os tornam um “economizador da proteína” para suas funções vitais (SILVA, 2013). Por isso o tratamento CONT teve um aumento de carboidratos com seu decréscimo no teor de proteínas.

O maior valor energético foi encontrado no tratamento MAC20 com 4370,82 Kcal/kg, em contrapartida do menor valor encontrado que foi de 4232,54 Kcal/kg no tratamento MIN (Tabela 3).

O quantitativo de açúcares redutores foi maior para o tratamento MAC60, chegando a 0,89%, enquanto que o tratamento GUA20 apresentou o menor valor com 0,34% (Tabela 3). O avanço da maturação promove a conversão de maior parte do amido em açúcares livres, indicando que o amido é precursor do açúcares. Assim sendo, a composição em amido, polissacarídeos solúveis em água, açúcares redutores e sacarose no milho está intimamente relacionada com seu estágio de maturação.

A cor é um dos atributos mais impactantes na avaliação do consumidor sobre um produto, pois se espera que estes tenham uma coloração característica. A variável cor L\* para as amostras de milho foram bem homogêneas, não havendo diferenças entre os tratamentos no resultado final da cor dos grãos de milho. Porém, o tratamento GUA0 ficou com um menor valor de luminosidade com 21,02 (Tabela 3).

A ACP (Figura 2) mostra que a coordenada cor foi maior quando se usa a leguminosa macassar, independente da dose de composto utilizada. A diferença de cor mostrou resultados bem similares com relação aos outros tratamentos porém, o que teve maior diferença de cor foi o CRO 60.

Na Figura 3, é possível verificar que o tratamento GUA 40 está mais perto do controle, o uso de adubos verdes faz uma diferença para o plantio, pois estes trazem características nutricionais importantes para o milho. Os tratamentos com a leguminosa macassar tiveram comportamento semelhante mostrando que não existe diferença significativa nas doses do composto. Sendo o tratamento CRO60 que apresentou comportamento semelhante ao adubo mineral evidenciando possível substituição com seu uso na prática agrícola.

## Conclusão

O milho (*Zea mays* L.) cultivado com adubação verde e composto orgânico apresentou melhoria na sua qualidade nutricional. O adubo verde produzido a partir de feijão macassar apresentou os melhores resultados em relação a qualidade nutricional do milho, seguido pelos adubos verdes com as leguminosas guandu e crotalária, os quais apresentaram valores nutricionais semelhantes. Diferentes doses adicionadas de composto orgânico ao adubo de feijão macassar, não levaram a diferenças marcantes no cultivo do milho. O milho cultivado com adubo de feijão macassar apresentou mais açúcares redutores e cor mais próxima do amarelo, porém com atividade de água mais elevada, o que poderá tornar este milho mais susceptível a ação de microrganismos.

O cultivo de milho com o adubo verde de crotalária com dose de 60 Mg.ha<sup>-1</sup> de composto orgânico, foi o que mais se aproximou do cultivo com adubação mineral, o qual é referência de máxima eficiência. Este cultivo produziu um milho com uma concentração maior de proteína, lipídios, valor energético e material mineral inorgânico. O cultivo de milho com a leguminosa crotalária com dose de 40 Mg.ha<sup>-1</sup> de composto orgânico, também apresentou bons resultados, apenas maior percentual de umidade em sua composição centesimal.

O cultivo de milho com a adubação verde, com guandu, apresentou resultados semelhantes ao do crotalária com dose de 20 Mg.ha<sup>-1</sup> de composto orgânico, bem como ao do crotalária sem a presença do composto orgânico, os quais se aproximaram do tratamento controle.

## Agradecimentos

A UFRPE/UAG, a Capes e a todos discentes e técnicos colaboradores desde o cultivo aos resultados finais.

## Referências

- ALVES, S.M.C.; ABOUD, A.C.S.; RIBEIRO, R.L.D.; ALMEIDA D.L. Balanço do nitrogênio e fósforo em solo com cultivo orgânico de hortaliças após a incorporação de biomassa de guandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.11, p.1111-1117, Nov, 2004.
- ASSIS, J. P. de; DOURADO NETO, D.; NASS, L. L.; MANFRON, P. A.; BONNECARRÈRE, 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**, 2006.
- BARROS, J.F.C.; CALADO, J.G. **A Cultura do Milho**. Universidade de Évora. Évora. 2014.
- CANIATO, F.F.; GALVAO, J.C.C.; FINGER, F.L.; RIBEIRO, R.A.; MIRANDA, G.V.; PUIATTI, M. Composição de Açúcares Solúveis Totais, Açúcares Redutores e Amido nos Grãos Verdes de Cultivares de Milho na Colheita. Universidade Federal de Viçosa. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.1, p.38-44, 2004.
- CHAUHAN, Y., SOLOMON, K., RODRIGUEZ, D. Characterization of north-eastern Australian environments using APSIM for increasing rainfed maize production. **Field Crop Research**. 144, 245–255, 2013.
- COMISSÃO NACIONAL DE NORMAS E PADRÕES PARA ALIMENTOS - CNNPA –. NORMAS TÉCNICAS ESPECIAIS. RESOLUÇÃO - CNNPA nº 12, de 1978 D.O. de 24/07/1978.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Safra 2017/ 2018. Disponível em: www.conab.gov.br. Acesso em 30 de jun de 2018.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para Análise de Alimentos - INCT - Ciência Animal**. 1.ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.
- DINIZ, E.R. **Efeito de doses de adubo verde em cultivos sucessivos de brócolis, abobrinha e milho**. 92p. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2011.
- FLATEN, O.; LIEN, G.; KOESLING, M.; LOES, A. K. Norwegian farmer seasing certified organic production: characteristics and reasons. **Journal of Environmental Management**, v.91, n. 12, p. 2717-2726, 2010.
- GALVÃO, J. C. C.; BORÉM, A.; PIMENTEL, M. A. **Milho: do plantio à colheita**. Ed UFV, 351 p. 2015.
- LIMA, G.J.M.M. **Qualidade nutricional do milho: situação atual e perspectivas**. EMBRAPA. CAMPINAS. 2004.
- MALDONADE, I.R.; CARVALHO, P.G.B.; FERREIRA, N.A. Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método de DNS. **Comunicado Técnico Embrapa**, n.85, março, 2013.
- MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 60, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2011. REGULAMENTO TÉCNICO DO MILHO. 2011.
- MITTELMANN, A.; MIRANDA FILHO, J.B.; LIMA, G. J. M. M.; HARA-KLEIN, C.; SILVA, R.M.; TANAKA, R.T. Análise dialética do teor de óleo em milho. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n. 2, p. 139-143, 2006.
- OLIVEIRA, E.P.; SANTOS, W.F.S.; SANTOS, L.F.S.; MACIEL, L.C.; SILVA, R.M.; VIEIRA, L.S. Teores de lipídeo e proteína em grãos de milho visando aplicação industrial. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica Aplicada**. Araraquara, v.37 Supl. 1, agosto, 2016.
- RASCHEN, M.R.; BORTOLUZZI LUCION, F.; CICHOSKI, A.J.; RAGAGNIN DEMENEZES, C.; WAGNER, R.; LOPES, E.J.; QUEIROZ ZEPKA, L.; SMANIOTO BARIN, J. Determinação do teor de umidade em grãos empregando radiação micro-ondas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.5, p.925-930, maio, 2014.
- REBEQUI, A. M.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, A. A.; NUNES, J. C.; BREHM, M. A. da S.; OLIVEIRA, F. A. Crescimento e produção de maracujazeiro amarelo sob diferentes níveis e combinações de adubações nitrogenada e potássica no solo e foliar nas plantas. **Magistra**, v.23, n.1-2, p.45-52, 2011.
- RECCH, E.G., FRANKE, L.B., BARROS, I.B.I. Adubação Orgânica e Mineral na Produção de Sementes de Abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.2, p.110-116, 2006.
- SEDIYAMA, M.A.N., SANTOS, I.C., LIMA, P.C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, Viçosa, v.61, Suplemento, p. 829-837, nov/dez, 2014.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do RioGrandedo Sul e de Santa Catarina**. 400 p. 10. ed.– Porto Alegre, 2004.
- SILVA, G. S. P. **Concentração de amido e estimativa de rendimento de álcool em batata doce cultivada com diferentes fontes e doses de potássio**. Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Bioenergia Guarapuava, 2013.
- SILVA, J. A. A.; VITTI, G. C.; STUCHI, E. S.; SEMPIONATO, O. R. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja-'Pêra'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, p. 225-230, 2002.
- SOUZA, E. F. C. **Adubação nitrogenada e inoculação de rizóbio no feijoeiro em sucessão ao milho consorciado com braquiárias no sistema plantio direto**. 2010. 50 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.
- TEJADA, M.; GONZALEZ, J. L.; GARCÍA-MARTÍNEZ, A. M.; PARRADO, J. Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. **Bioresource Technology**. v.99, n. 6, 2008. p. 1758-1767.