

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO  
JEQUITINHONHA E MUCURI - UFVJM**

**RAONI PEREIRA DE CARVALHO**

**CARACTERÍSTICAS DO SOLO E COMPORTAMENTO  
NUTRICIONAL DE OLIVEIRAS PELA FERTILIZAÇÃO  
ORGANOMINERAL**

**DIAMANTINA - MG  
2013**

**RAONI PEREIRA DE CARVALHO**

**CARACTERÍSTICAS DO SOLO E COMPORTAMENTO  
NUTRICIONAL DE OLIVEIRAS PELA FERTILIZAÇÃO  
ORGANOMINERAL**

**Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de “Mestre”.**

**Orientadora: Profa. Dra. Maria do Céu Monteiro Cruz**

**DIAMANTINA - MG  
2013**

**Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM**  
**Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.**

C331c	<p>Carvalho, Raoni Pereira de Características do solo e comportamento nutricional de oliveiras pela fertilização organomineral/ Raoni Pereira de Carvalho. – Diamantina: UFVJM, 2013. 54 p.</p> <p>Orientadora: Maria do Céu Monteiro Cruz</p> <p>Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2013.</p> <p>1. <i>Olea europeae</i>. 2. Teores de nutrientes. 3. Adubação. 4. ‘Barnea’. 5. ‘Grappolo 541’. I. Título. II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p style="text-align: right;"><b>CDD 634.9</b></p>
-------	--

**CARACTERÍSTICAS DO SOLO E COMPORTAMENTO  
NUTRICIONAL DE OLIVEIRAS PELA FERTILIZAÇÃO  
ORGANOMINERAL**

**Raoni Pereira de Carvalho**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, nível de Mestrado, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA EM 28 / 08 / 2013

Pesq. Dr. Adelson Francisco de Oliveira - EPAMIG

Pesq. Dr. Paulo César de Melo - UFLA

Prof. Dr. Rodrigo Amato Moreira – UFVJM

Profa. Dra. Maria do Céu Monteiro Cruz – UFVJM  
Presidente

DIAMANTINA  
2013

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar oportunidades e pessoas maravilhosas, tornando-me forte e capaz de servi-lo.

À minha mãe, Maria Inês, pela lição de vida, pelo amor, incentivo e dedicação incondicional.

Ao meu pai, Roberto Carvalho, pelas palavras de carinho e incentivo, pelo amor e amizade.

Às minhas irmãs e ao meu irmão, por todo amor e amizade.

A toda família que, apesar da distância, sempre me apoiou e incentivou, transmitindo-me alegria.

A Mariana, pelo companheirismo e amizade.

A todos meus amigos e amigas, pelo carinho e conselhos.

A Diamantina e à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), que fizeram parte da minha história e formação profissional.

À professora e orientadora Dra. Maria do Céu Monteiro Cruz, pelos valiosos ensinamentos durante todo o curso e pela dedicação em me orientar neste importante trabalho.

Ao professor Dr. Rodrigo Amato Moreira, por toda a atenção e colaboração na execução deste trabalho.

Aos pesquisadores Adelson Francisco de Oliveira e Dr. Paulo César de Melo, pela disponibilidade e colaboração com este trabalho.

Aos técnicos de laboratório Abraão Viana e Rafael Baracho, por toda a colaboração e dedicação.

A todos os integrantes do Grupo de Fruticultura da UFVJM, pela ajuda durante todo o Mestrado.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UFVJM que tive a oportunidade de conhecer, pelos ensinamentos e conselhos sábios.

A todos os colegas de mestrado com quem tive o prazer de conviver e trocar conhecimentos.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Ceres Tecnologia Agrícola, pela doação do fertilizante organomineral.

A Adriana, secretária do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal e a todos os funcionários da UFVJM.

## RESUMO

Carvalho, R. P. **Características do solo e comportamento nutricional de oliveiras pela fertilização organomineral**. 2013. 54 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2013.

Informações sobre o comportamento nutricional da oliveira (*Olea europaea* L.) são fundamentais para o estabelecimento e o manejo da adubação na cultura em novas regiões de cultivo no Brasil. Nesse sentido, a aplicação de fertilizantes organominerais é uma técnica que vem sendo utilizada para atender à demanda nutricional das plantas, aumentar a produtividade e preservar o meio ambiente, pois essa prática pode reduzir a necessidade de fontes químicas, favorecendo a melhoria da estrutura do solo e a utilização pelas plantas. Diante disso, a pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar as características do solo e o comportamento nutricional de duas variedades de oliveira, com a redução da adubação química pela aplicação de um fertilizante organomineral. A pesquisa foi conduzida no município de Diamantina, MG, Brasil, situado a 18° 14' 56" S e 43° 36' 0" W, à altitude de 1.384 m. Foram utilizadas duas variedades de oliveira, 'Barnea' e 'Grappolo 541', de três anos de idade, implantadas no espaçamento de 5 m entre linhas e 3 m entre plantas, em solo classificado como Neossolo Quartzarênico. Utilizou-se o esquema de parcela subdividida, tendo na parcela o fatorial 4 x 2, sendo quatro adubações e duas variedades e, na subparcela, as épocas de avaliação. As adubações constituíram-se de 100%, 75%, 50% e 0% da adubação mineral recomendada para a oliveira, distribuídas em blocos casualizados, com três blocos e três plantas por parcela. Em todas as plantas foi feita a aplicação do fertilizante organomineral na adubação dos dois anos agrícolas, em novembro de 2011 e outubro de 2012, respectivamente. Para avaliar as características do solo e o comportamento nutricional das variedades de oliveira, as amostras foliares e de solo foram retiradas em quatro épocas, sendo: antes da adubação, em novembro de 2011 e após as adubações, em março de 2012, julho de 2012 e junho de 2013. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial, a 5% de significância. O comportamento nutricional das variedades de oliveira 'Barnea' e 'Grappolo 541' não foi alterado com a redução da adubação química e a aplicação de fertilizante organomineral. A variedade 'Barnea', por seu hábito de crescimento rápido, apresentou menores teores de nutrientes. A redução da adubação química em 64,5%, com aplicação de fertilizante organomineral, não interferiu no crescimento vegetativo da variedade 'Grappolo 541'. As características químicas do solo melhoraram com a aplicação do fertilizante organomineral. A fertilização organomineral se mostrou uma excelente alternativa para solos classificados como Neossolos quartzarênicos.

## ABSTRACT

Carvalho, R .P. **Soil characteristics and nutritional behavior of olive trees by organomineral fertilization**. 2013. 54 p. Dissertation (Masters in Vegetable Production) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2013.

Information on the nutritional behavior of the olive tree (*Olea europaea* L.) is essential for the establishment and management of crop fertilization in new growing regions in Brazil. In this sense, the application of organomineral fertilizers is a technique that has been used to reach the nutrient demand of plants, increase productivity and protect the environment, because this practice can reduce the need for chemical sources, favoring the improvement of soil structure and utilization by plants. Thus, the research was conducted with the aim out to evaluate the soil characteristics and nutritional behavior of two olive varieties with the reduction of chemical fertilization by application of an organomineral fertilizer. The research was conducted in the city of Diamantina, MG, Brazil, located at 18 ° 14' 56" S and 43° 36' 00" W, at an altitude of 1,384 m. Two cultivars of olive (*Olea europaea*) were used, 'Barnea' and 'Grappolo 541', three years old, cultivated at a spacing of 5 m between rows and 3 m between plants in soil classified as Quartzipsamment. The Split-split Plot scheme was used, taking in plot the 4 x 2 factorial being the factors four fertilization and two cultivars and the sub-plot evaluation times. Fertilization consisted of 100%, 75%, 50%, 0% of mineral fertilization recommended for olive tree, distributed in a randomized block design with three blocks and three plants per plot. In all the plants was made the application of the organomineral fertilizer in fertilization of two agricultural years, in November 2011 and October 2012, respectively. To evaluate the characteristics of the soil and the nutritional behavior of olive varieties, soil and leaf samples were taken at four different times: before fertilization in November 2011 and after fertilization in March 2012, July 2012 and June 2013. Data were subjected to analysis of variance and polynomial regression at 5% significance. The nutritional behavior of olive varieties 'Barnea' and 'Grappolo 541' has not changed with the reduction of chemical fertilizer and application of organomineral fertilizer. The variety 'Barnea', for his habit of rapid growth, had lower nutrients levels. Reduction of chemical fertilizer at 64.5% with application of organomineral fertilizer did not affect the vegetative growth of the variety 'Grappolo 541'. Chemical characteristics of the soil improved with the application of organomineral fertilizer. The organomineral fertilization proved to be an excellent alternative to soil classified as Quartzipsamments.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Temperaturas média (T. média), máxima (T. máxima) e mínima (T. mínima) e a precipitação mensal acumulada durante os anos de 2011, 2012 e 2013, na região de Diamantina, Minas Gerais.....	11
Figura 2	Teores de P (A e B), K (C e D), Mg (E e F) e Mn (G e H) no solo cultivado com as variedades de oliveira ‘Barnea’ e ‘Grappolo 541’, antes das adubações (novembro/2011), aos quatro meses (março/2012) e oito meses (julho/2012) no primeiro ano e no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM), UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.....	17
Figura 3	Valores de pH (A e B), saturação por alumínio (C e D) e saturação por bases (E e F) no solo cultivado com as variedades de oliveira ‘Barnea’ e ‘Grappolo 541’, antes das adubações (novembro/2011), aos quatro meses (março/2012), oito meses (julho/2012) no primeiro ano e aos oito meses no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM), UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.....	20
Figura 4	Teores foliares de N (A e B), P (C e D) e K (E e F) nas variedades de oliveira ‘Barnea’ e ‘Grappolo 541’, antes das adubações (novembro/2011), aos quatro meses (março/2012) e oito meses (julho/2012) no primeiro ano e no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM), UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.....	25
Figura 5	Teores foliares de Ca (A e B), Mg (C e D) e S (E e F) nas variedades de oliveira ‘Barnea’ e ‘Grappolo 541’, antes das adubações (novembro/2011), aos quatro meses (março/2012) e oito meses (julho/2012) no primeiro ano e no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM), UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.....	27
Figura 6	Teores foliares de B (A e B), Cu (C e D) e Fe (E e F) nas variedades de oliveira ‘Barnea’ e ‘Grappolo 541’, antes das adubações (novembro/2011), aos quatro meses (março/2012) e oito meses (julho/2012) no primeiro ano e no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM), UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.....	28



- Figura 7 Teores foliares de Mn (A e B) e Zn (C e D) nas variedades de oliveira ‘Barnea’ e ‘Grappolo 541’, antes das adubações (novembro/2011), aos quatro meses (março/2012) e oito meses (julho/2012) no primeiro ano e no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM), UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG..... 30
- Figura 8 Valores de incremento de altura (A e B) e incremento do diâmetro do caule das variedades de oliveira ‘Barnea’ e ‘Grappolo 541’, aos quatro meses (março/2012) e oito meses (julho/2012) no primeiro ano e no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM), UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG..... 33
- Figura 9 Valores de área foliar (A e B) e superfície de produção (C e D) das variedades de oliveira ‘Barnea’ e ‘Grappolo 541’, aos oito meses (julho/2012) no primeiro ano e no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM), UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG..... 35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Recomendação de adubação para o plantio e pós-plantio da oliveira em Minas Gerais.....	13
Tabela 2.	Adubação fornecida às variedades ‘Barnea’ e ‘Grappolo 541’ nos dois anos de cultivo de acordo com os tratamentos em de Diamantina, Minas Gerais.....	14
Tabela 3	Teores de cálcio (Ca), ferro (Fe), zinco (Zn), boro (B), e cobre (Cu) no solo cultivado com as variedades de oliveira ‘Barnea’ e ‘Grapollo 541’ na profundidade de 0-20 cm, antes das adubações (novembro/2011), aos quatro meses (março/2012) e oito meses (julho/2012) no primeiro ano e no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM), UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.....	22
Tabela 4	Valores de soma de bases (SB), CTC efetiva (t), CTC potencial (T), acidez potencial (H + Al) e matéria orgânica (MO) no solo cultivado com as variedades de oliveira ‘Barnea’ e ‘Grapollo 541’ na profundidade de 0-20 cm, antes das adubações (novembro/2011), aos quatro meses (março/2012) e oito meses (julho/2012) no primeiro ano e no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM), UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.....	23

## SUMÁRIO

	pág.
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
LISTA DE FIGURAS.....	iii
LISTA DE TABELAS.....	v
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 A importância dos nutrientes e do pH do solo para as oliveiras.....	3
2.2 Diferença nutricionais entre variedades de oliveira.....	8
2.3 Fertilização organomineral.....	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1 Localização da área experimental.....	10
3.2 Caracterização do solo da área experimental e das variedades.....	11
3.3 Tratamentos e delineamento experimental.....	12
3.4 Avaliações.....	14
3.4.1 Avaliação dos teores de nutrientes foliares.....	14
3.4.2 Avaliação das características do solo.....	15
3.4.3 Determinação do crescimento vegetativo.....	15
3.5 Análise estatística.....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1 Características químicas do solo.....	16
4.2 Comportamento nutricional das oliveiras.....	23
4.3 Comportamento vegetativo das oliveiras.....	32
5 CONCLUSÕES.....	36
6 REFERÊNCIAS.....	37
7 ANEXOS.....	45

## 1 INTRODUÇÃO

A oliveira (*Olea europaea* L.) é uma das mais antigas espécies cultivadas de que se têm registro, nativa do leste da região costeira da Bacia do Mediterrâneo e, recentemente, passou a ser cultivada em diversas partes do mundo, devido ao seu valor social e cultural, pois a azeitona e o azeite são alimentos de grande valor nutricional e comercial (SHEREEN et al., 2011).

No Brasil, o cultivo da oliveira é recente, comparado com o da maioria dos países produtores da Europa, Ásia, América do Norte e Oriente Médio. Entretanto, a adaptação de variedades às condições climáticas de algumas regiões no Brasil tem despertado o interesse de produtores para o seu cultivo. Porém, para que a cultura tenha sucesso nas novas regiões, torna-se necessário estudar os fatores que interferem no seu desenvolvimento e, para isso, o manejo nutricional adequado é fundamental.

Apesar de a oliveira ser considerada uma espécie rústica, os nutrientes devem estar em níveis adequados para a planta, desde o seu estágio inicial de crescimento, pois desempenham funções essenciais no crescimento vegetativo da espécie e no desenvolvimento reprodutivo, desde a emissão de inflorescências até o desenvolvimento e qualidade do fruto, como também na qualidade do azeite (FERNÁNDEZ-ESCOBAR et al, 2006; CHOULIARAS et al., 2009; BOUSSADIA et al., 2010).

A escassez de nutrientes ocasiona o desequilíbrio entre o conteúdo mineral e o incremento de matéria seca, interferindo no desenvolvimento da espécie (VIEIRA NETO et al., 2011). Na fase produtiva, essa escassez é responsável pela abscisão das flores pós-antese e dos frutos, em decorrência da competição por nutrientes entre as flores e os frutinhos (LAVEE et al., 1999). Além disso, potencializa alguns processos, como restrição do crescimento vegetativo, devido ao fato de a floração ocorrer juntamente com o crescimento de novas brotações, principalmente em situações nas quais ocorre floração abundante, podendo a competição por nutrientes interferir em ambas as partes (CASTILLO-LLANQUE et al., 2011) e a formação de flores hermafroditas imperfeitas, flores inaptas à formação de frutos (RAPOPORT et al., 2012).

Devido ao conhecimento do papel da adubação no desenvolvimento e na produtividade do olival, a aplicação excessiva de adubos minerais vem ocorrendo e, muitas vezes, sem se considerar a variabilidade fenológica das plantas e as características relacionadas à área de cultivo, acarretando em aumento dos custos de produção e riscos ambientais (LÓPEZ-GRANADOS et al., 2004; BOUSSADIA et al., 2010).

Para garantir a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, por incentivo de pesquisadores, alguns produtores estão utilizando adubos de menor impacto ambiental e com menor custo, advindos de materiais orgânicos disponíveis no meio, sem comprometer a qualidade da produção. No caso da oliveira, que está em processo de expansão das áreas de cultivo no Brasil, é importante adotar práticas para viabilizar o manejo da cultura.

Diante disso, os fertilizantes organominerais vêm apresentando bom resultados na agricultura, com melhoria na eficiência de utilização pelas plantas e redução do uso de fertilizantes minerais e dos custos para a produção. Isso ocorre porque os fertilizantes organominerais apresentam, em sua constituição, fontes de fertilizantes orgânicos e mineirais, contribuindo para reduzir as perdas de nutrientes, aumentando a proliferação de microrganismos e o aproveitamento do adubo no solo, o que representa redução significativa dos gastos do produtor.

A formulação dos fertilizantes organominerais varia de acordo com a constituição das fontes orgânicas e mineirais que são adicionadas, mas, de maneira geral, eles têm três características importantes: corrigir a acidez do solo, embora com menor potencial químico reativo; fornecer nutrientes com solubilização gradativa, quando a eficiência agrônômica pode se tornar maior e melhorar as propriedades físicas do solo (KIEHL, 1985). Assim, sua aplicação vem sendo utilizada para atender à demanda nutricional das plantas, aumentar a produtividade e preservar o meio ambiente.

Em alguns trabalhos têm sido demonstrados resultados efetivos da aplicação de organominerais na agricultura, entre os quais estão o de Carneiro et al. (2011), no crescimento de porta-enxerto de limão ‘Cravo’; de Alves Filho et al. (2003), com aumento de 10,5% na produção de forragens, além de redução de 10,8% no custo total da forragem produzida (R\$ ha<sup>-1</sup>) e o de Fernandes et al. (2007), na produção de cafeeiro Catuaí Vermelho IAC 144. Entretanto, o efeito do fertilizante está estritamente ligado à sua formulação e à espécie cultivada ou, até mesmo, à variedade com a qual se está trabalhando.

Diante disso, o trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar as características do solo e o comportamento nutricional de duas variedades de oliveira com a redução da adubação química pela aplicação de um fertilizante organomineral.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A oliveira é originária do Mediterrâneo. Embora a cultura tenha se espalhado por todos os continentes, o seu cultivo é concentrado na região mediterrânea, onde são produzidos 74,5% de todo o azeite mundial, com destaque para a Espanha (41,9%), a Itália (18,2%) e a Grécia (12,2%) (INTERNATIONAL OLIVE OIL COUNCIL, 2012).

No mundo, atualmente, há aproximadamente 800 milhões de oliveiras produtivas, ocupando uma área de quase 10 milhões de hectares (VILLA; OLIVEIRA 2012). A produção mundial de azeite, em 2011/2012, foi de 3.408,5 toneladas; já para azeitona de mesa, foram 2.526,0 toneladas, movimentando, aproximadamente, 3,7 bilhões de dólares (INTERNATIONAL OLIVE OIL COUNCIL, 2012).

No Brasil, a oliveira foi introduzida por imigrantes europeus, por volta de 1800; no estado de Minas Gerais se deu por volta de 1940, por imigrantes portugueses que começaram a cultivá-la (VILLA; OLIVEIRA, 2012; ALVES et al., 2012). Atualmente, a cultura conta com uma área de cultivo aproximada de 400 hectares no Rio Grande do Sul e 400 hectares em Minas Gerais, com início de expansão nos estados de São Paulo e Santa Catarina (BERTONCINI et al., 2010). Apesar de ser ainda pouco cultivada em território nacional, a expectativa é de aumento em torno de 50% ao ano (VIEIRA NETO et al., 2011).

Devido ao fato de os plantios comerciais de oliveira serem recentes no Brasil, a produção é baixa, ocorrendo a importação de seus produtos para atender ao mercado. A importação brasileira, em 2011/2012, foi de 68,0 mil toneladas de azeite e 100,0 mil toneladas de azeitona de mesa (INTERNATIONAL OLIVE OIL COUNCIL, 2012). Estes dados evidenciam a demanda do mercado nacional, que pode ser abastecido pela expansão das áreas e com o desenvolvimento de técnicas para viabilizar o seu cultivo.

### 2.1 A importância dos nutrientes e do pH do solo para a oliveira

- **Nitrogênio**

O nitrogênio é o principal elemento requerido pela oliveira e o seu fornecimento é necessário anualmente (BOURANIS et al., 2001; BOUSSADIA et al., 2010). É utilizado em grandes quantidades pelas plantas, exercendo efeitos positivos sobre o crescimento vegetativo, a redução da alternância de produção e o aumento da porcentagem de flores perfeitas e, conseqüentemente, da produtividade (CHOULIARAS et al., 2009).

Os efeitos da deficiência de nitrogênio foram registrados na cultivar Barnea, que teve a sua capacidade reprodutiva cessada, mostrando que a disponibilidade desse nutriente é essencial para o florescimento, por ser responsável pela biossíntese de proteínas, que são requeridas pelas inflorescências (EREL et al., 2008).

Diante disso, muitos produtores fazem uso indiscriminado das fertilizações de nitrogênio, visando obter altos rendimentos de produção. Entretanto, as adubações realizadas em excesso com esse nutriente podem afetar negativamente a produtividade do olival, pois prejudica a qualidade do azeite, por reduzir o conteúdo de polifenol, o principal antioxidante natural, e também a sua estabilidade oxidativa, causando amargor (FERNÁNDEZ-ESCOBAR et al., 2006). Além disso, estimula o aumento no crescimento vegetativo, o que causa o sombreamento dentro da copa das plantas, interferindo no desenvolvimento das gemas florais e na frutificação (EREL et al., 2008).

- **Potássio**

O potássio é um nutriente bastante requerido pela oliveira e tem função importante no uso eficiente da água, devido ao seu papel na regulação estomática. É importante para a produção, favorecendo o aumento do tamanho do fruto (RESTREPO-DIAZ et al., 2008).

A maior parte do potássio absorvido pela planta, em torno de 60%, é distribuída para os frutos. Assim, grande quantidade desse nutriente é utilizada durante a produção. Dessa forma, altos teores de potássio foliares têm sido correlacionados com altas produtividades em oliveira, pois o nutriente exerce efeito positivo sobre a floração por promover a formação de aminoácidos que estimulam a síntese de IAA oxidase, que estimulam a indução floral (EREL et al., 2008).

- **Fósforo**

As informações relacionando as fertilizações de fósforo para o crescimento vegetativo e reprodutivo e sua função nas oliveiras são limitadas. Entretanto, há evidências de que a melhoria na absorção e no acúmulo deste nutriente resulta em maiores níveis de florescimento e frutificação (EREL et al., 2008).

Por outro lado, os conteúdos foliares de fósforo decrescem em anos de maiores produções, evidenciando o seu uso para esse processo (FERNÁNDEZ-ESCOBAR et al. 1999).

Em grande parte dos solos do Brasil, onde o fósforo apresenta baixos teores e forte interação com as partículas, deve-se dar atenção especial à disponibilidade deste nutriente

para as plantas, especialmente no plantio, visando o bom desenvolvimento radicular e, consequentemente, maior absorção de água e outros minerais (FAGERIA et al., 1998).

- **Cálcio**

O cálcio tem papel importante no desenvolvimento de folhas e raízes, sendo constituinte dos pectatos de cálcio da lamela média (PAULUS, 2011). Além disso, esse elemento desempenha um papel positivo na proteção da parede celular e na membrana plasmática, regulando a seletividade de absorção iônica, fato que explica, pelo menos em parte, uma redução na absorção e no transporte de  $\text{Na}^+$  para a parte aérea (MELGAR et al., 2009).

O cálcio, por ser um nutriente imóvel no floema, apresenta o seu mínimo valor nas folhas de oliveira durante o período de máximo crescimento vegetativo (CHATZISTATHIS et al., 2011).

- **Magnésio**

O magnésio participa da síntese de clorofila da maioria das reações envolvendo ADP e ATP, ativação de enzimas para síntese de ácido nucleico, ativação de enzimas chave para a fixação de  $\text{CO}_2$  e tem papel estrutural na membrana celular (KAILIS; HARRIS, 2007).

Os teores desse nutriente evidenciam estar relacionado com a idade da folha, de forma que quanto mais velha, menor será o seu conteúdo (FERNÁNDEZ-ESCOBAR et al., 1999).

- **Enxofre**

O enxofre é essencial para as oliveiras, por participar da síntese de aminoácidos essenciais, como cisteína e metionina, além de ser componente de membranas e cofator de reações bioquímicas. O nutriente é disponível para a oliveira na forma de sulfato solúvel (KAILIS; HARRIS, 2007).

A deficiência de enxofre resulta em folhas pálido-amareladas, particularmente com o novo crescimento vegetativo. Porém, a sua deficiência é incomum porque o nutriente faz parte da constituição de muitos fertilizantes (KAILIS; HARRIS, 2007).

- **Manganês**

Apesar de o manganês ser apontado como um elemento que causa toxicidade, afetando o crescimento e a produtividade de várias espécies de plantas, principalmente em solos ácidos,



solos com materiais de origem rico em manganês e/ou pobres em oxigênio, em oliveiras, altos níveis desse nutriente não têm afetado a integridade funcional do meristema apical dos ramos, ou seja, o seu crescimento. Mas, com o passar do tempo, o excesso resulta em aparecimento de manchas necróticas e enrolamento das folhas totalmente expandidas da parte superior da copa (CHATZISTATHIS et al., 2011).

Por outro lado, a deficiência de manganês, quando os níveis foliares estão abaixo de  $20 \text{ mg kg}^{-1}$  (FERNÁNDEZ-ESCOBAR, 2008), causa redução no crescimento vegetativo, sendo comum em solos orgânicos, calcíferos ou calcáreos, em solos ácidos altamente lixiviados e/ou solos que variam em seu conteúdo de água. No caso das oliveiras, observou-se que elas podem acumular grandes quantidades do nutriente ou nas raízes ou parte aérea, quando cultivadas em solos com seus teores suficientes, evitando, assim, a sua deficiência (CHATZISTATHIS et al., 2011).

- **Boro**

O boro é fundamental para a formação de gemas florais e o desenvolvimento dos frutos da oliveira, sendo bastante mobilizado para estes processos, reduzindo o seu teor foliar no momento da antese (DELGADO et al., 1994; FERNÁNDEZ-ESCOBAR et al., 1999; CARVALHO et al., 2013). Dessa forma, a sua deficiência é comum na oliveira. Os sintomas mais comuns observados são clorose nas folhas e retardamento do crescimento vegetativo. As principais consequências da sua deficiência são observadas com a queda das folhas, o aborto de gemas, a queda de floração e a produção de frutos anormais (KAILIS; HARRIS, 2007).

Como regra geral, o boro é imóvel no floema. Exceções são plantas que produzem polióis (ex. sorbitol, manitol e dulcitol) que complexam o boro, tornando-o móvel no floema, como é o caso da oliveira. Assim, os sintomas de toxidez podem ser observados pela presença de clorose e queima da ponta das folhas basais e apicais e, posteriormente, espalhando-se por toda a superfície da lâmina foliar, do ápice até a base. A toxidez de boro causa redução do crescimento vegetativo e do volume de raiz, acarretando em queda na taxa fotossintética e menor absorção de nutrientes e água pelas raízes. Além disso, o excesso de boro causa redução nas concentrações de nitrogênio, potássio e cálcio em folhas e ramos por competir na superfície das raízes pelo mesmo sítio de absorção (CHATZISSAVVIDIS; THERIOS, 2010).

- **Cobre**

O cobre desempenha papel fundamental nos processos de fotossíntese, respiração, desintoxicação de radicais superóxido e lignificação. Dessa forma, quando ocorre a sua deficiência, a atividade de todas essas enzimas fica prejudicada (KIRKBY; ROMHELD, 2007).

Os sinais de deficiência de cobre na oliveira são retardamento de crescimento e folhas distorcidas com coloração amarelo-pálido. A deficiência pode ser recuperada com aplicação de sulfato de cobre no solo ou pulverização foliar, elevando os seus teores foliares para níveis adequados, maiores que  $4 \text{ mg kg}^{-1}$ , observados nos principais países produtores (KAILIS; HARRIS, 2007).

- **Ferro**

O ferro é fundamental na constituição de enzimas e no processo de transporte de elétrons da fotossíntese. Os sintomas de deficiência incluem clorose de folhas imaturas, com nervuras verdes e a área internerval mais clara ou amarelada. A deficiência pode também atingir o fruto, causando uma coloração amarelo-pálida (KAILIS; HARRIS, 2007). Valores entre  $50\text{-}150 \text{ mg kg}^{-1}$  na massa seca têm sido observados nos principais países que cultivam a oliveira, sendo os teores nessa faixa considerados adequados para a nutrição mineral da oliveira (CHATZISTATHIS et al., 2010).

- **Zinco**

O zinco é importante na ativação de numerosas enzimas, estando envolvido no crescimento reprodutivo (indução ao florescimento, polinização e vingamento do fruto) e na tolerância ao estresse pelas plantas (KIRKBY; ROMHELD, 2007). Os sintomas de deficiência são parecidos com os do ferro, com surgimento de folhas pequenas com clorose e com nervuras verdes e a área internerval mais clara ou amarelada (KAILIS; HARRIS, 2007).

Nos principais países em que o cultivo oliveira já é considerado, os valores considerados críticos para esse nutriente na oliveira estão abaixo de  $10 \text{ mg kg}^{-1}$  na massa seca (CHATZISTATHIS et al., 2010).

- **pH do solo**

O pH do solo exerce influência decisiva sobre as características químicas do solo, sendo responsável por controlar as concentrações na dissolução de solo de muitos nutrientes essenciais para as plantas (NAVARRO; PARRA, 2008).

A acidez do solo é um dos fatores que mais interferem na produtividade agrícola, sendo a aplicação de corretivos uma técnica bastante utilizada. Dessa forma, práticas de manejo com a aplicação de calcário têm sido empregadas para promover a elevação do pH, a neutralização do alumínio tóxico e fornecer cálcio e magnésio, melhorando a eficiência de uso dos nutrientes e da água que estão no solo em decorrência do maior desenvolvimento do sistema radicular das plantas (NATALE et al., 2012).

Pelo que se conhece, o pH ótimo do solo para o cultivo da oliveira, em que as plantas vegetam bem, situa-se entre 5,5 e 8,5, em solos moderadamente ácidos a moderadamente básicos. Os solos mais ácidos são indesejáveis devido ao fato de causarem problemas de toxicidade por alumínio e magnésio. Os solos com pH maior de 8,5 também devem ser evitados, tanto pela sua má condição estrutural quanto pela toxicidade de sódio (NAVARRO; PARRA, 2008). Embora a oliveira se desenvolva em uma ampla faixa de pH, a espécie se beneficia de valores de pH próximos da neutralidade, pois é a faixa em que há maior disponibilidade de nutrientes para a planta (MESQUITA et al., 2012).

## **2.2 Diferenças nutricionais entre variedades de oliveira**

As diferenças entre as variedades relacionadas à influência da temperatura e do fotoperíodo nos estádios fenológicos, as distinguem também na sua habilidade de capturar e utilizar os nutrientes do solo.

Os teores foliares de nutrientes variaram entre as variedades de oliveira ‘Nabali’, ‘Grossa d’ España’, ‘Nabali Mohassan’ e ‘Manzanillo’, que receberam a aplicação de diferentes doses da adubação NPK. Entre estas variedades, a ‘Nabali’ apresentou maiores teores foliares desses nutrientes, quando comparada com as outras (FREIHAT; MASA’DEH, 2006). Esse resultado foi relacionado ao fato de a cultivar Nabali apresentar hábito de crescimento lento, o que está ligado ao aproveitamento de nutrientes no solo pela planta.

A dinâmica dos nutrientes N e P nas variedades ‘Amfissis’, ‘Kalamon’, ‘Manzanillo’ e ‘Chalkidikis’ evidenciaram diferenças nos teores foliares de N de 10-20 mg g<sup>-1</sup> e de P de 0,1-2,5 mg g<sup>-1</sup>, com maiores valores para ‘Chalkidikis’ e ‘Amfissis’, respectivamente (BOURANIS et al., 2001).

O comportamento diferenciado relacionado aos teores foliares de nutrientes entre as variedades de oliveira também foi verificado para os teores de Mn e Fe, nas variedades ‘Kothreiki’ e ‘Koroneiki’, tendo a ‘Koroneiki’ sido a variedade que melhor utilizou estes nutrientes (CHATZISTATHIS et al., 2009).

### **2.3 Fertilização organomineral**

Os fertilizantes minerais representam grande parte dos custos para a produção de várias espécies agrícolas, além de serem advindos de fontes não renováveis. Um dos seus grandes impactos está ligado ao seu uso excessivo, o qual pode ser observado na poluição dos recursos ambientais, seja pela contaminação do solo ou subsolo, das águas do lençol freático e também das localizadas próximas ao local de uso (ALVES FILHO et al., 2003; ERRO et al., 2007; SEGAL et al., 2011). Diante disso, novas fontes de fertilizantes vêm sendo utilizadas para o desenvolvimento da agricultura sustentável, preservando o meio ambiente e sem comprometer a qualidade produtiva das culturas.

O fertilizante organomineral constitui uma importante fonte para os solos brasileiros, que são, em grande parte, ácidos, com baixos valores de CTC e baixos teores de Ca e Mg, devido às suas características de corrigir a acidez do solo e melhorar as propriedades físicas do solo (SOUSA et al., 2007; SOUZA et al., 2007).

Alves Filho et al. (2003), trabalhando com a aplicação de organomineral em pastagem de azevém, observaram aumento de até 10,5% na produção de forragens. Além disso, relataram reduções de 10,8% no custo total da forragem produzida (R\$ ha<sup>-1</sup>) e de 18,9% no custo produtivo da matéria seca, concluindo ser alternativa economicamente viável para os sistemas de produção de bovinos a pasto.

Em limoeiro ‘Cravo’, a aplicação de fertilizante organomineral favoreceu a altura, o número de folhas e a massa seca da parte aérea dos porta-enxertos, sendo constatado aumento linear na altura das plantas com o aumento da dosagem do produto, o que contribuiu para antecipar a repicagem do porta-enxerto (CARNEIRO et al., 2011).

Em cafeeiro ‘Catuaí IAC 144’, a utilização do organomineral proporcionou produtividade e qualidade da bebida semelhante às das plantas adubadas com fertilizantes minerais convencionais, evidenciando que, se o produtor optar por utilizar o fertilizante organomineral, a produção será menos onerosa, porém, sem perder em qualidade (FERNANDES et al., 2007).

As melhorias da aplicação do uso do organomineral podem ser maiores ao longo do tempo, pois, como esse fertilizante é uma mistura de compostos orgânicos com a complementação de fontes minerais, a alta quantidade de matéria orgânica contribui para reduzir as perdas dos nutrientes. Assim, com o maior aproveitamento do adubo no solo devido à utilização do organomineral, torna-se necessário utilizar menos fontes de nutrientes, o que representa redução significativa dos custos de produção.

Isso acontece porque o fertilizante organomineral, além dos componentes orgânicos, pode ser constituído por algas calcárias do gênero *Lithothamnium*, que têm a capacidade de corrigir o pH do solo, melhorando a assimilação dos fertilizantes e a atividade biológica. Além disso, melhora a disponibilidade de fósforo e ativa o desenvolvimento de bactérias autotróficas responsáveis pela nitrificação (DIAS, 2000).

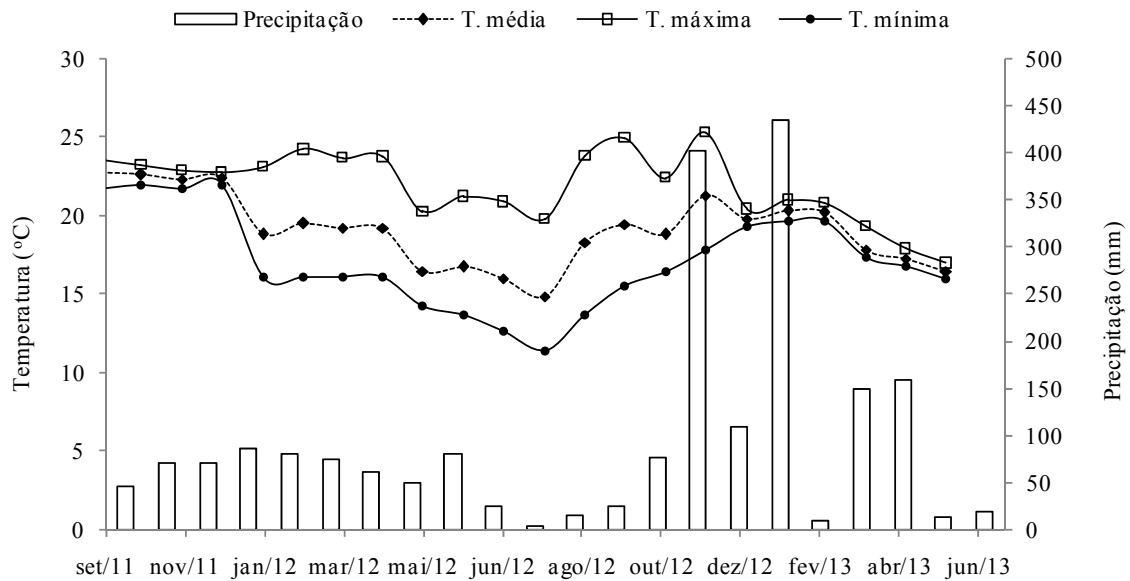
Resultados satisfatórios obtidos com o uso da alga já foram relatados no crescimento e na produção do feijoeiro (MELO; FURTINI NETO, 2003), no incremento do crescimento de mudas de maracujazeiro doce e na qualidade de mudas de maracujazeiro-amarelo (SOUZA et al., 2007; 2009), no incremento da altura da parte aérea de mudas de mamoeiro (HAFLE et al., 2009) e na melhoria da qualidade de frutos de pitaia-vermelha, devido à maior quantidade de sólidos solúveis (MOREIRA et al., 2011).

Assim, devido aos diversos materiais constituintes dos fertilizantes organominerais, amplamente citados na literatura, os seus efeitos são inerentes à espécie cultivada e à sua formulação.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização da área experimental**

A pesquisa foi conduzida no município de Diamantina, Minas Gerais, situado a 18° 14' 56" S e 43° 36' 0" W, à altitude de 1.384 m. O clima é classificado como temperado úmido, com inverno seco e chuvas no verão, temperatura média anual de 18 °C e precipitação em torno de 1.400 mm (VIEIRA et al., 2010). As baixas temperaturas ocorrem nos meses de maio a agosto, e o maior volume de chuvas, de novembro a janeiro. Durante o período experimental, as variações de temperatura e precipitação da região foram registradas (Figura 1).



**Figura 1.** Temperaturas média (T. média), máxima (T. máxima) e mínima (T. mínima) e precipitação mensal acumulada, durante os anos de 2011, 2012 e 2013, na região de Diamantina, Minas Gerais (Fonte: INMET – Boletim Agroclimatológico).

### 3.2 Caracterização do solo da área experimental e das variedades

Antes do plantio, foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm de profundidade, para a caracterização física e química e prever a necessidade de calagem e adubação. O solo da área experimental foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico Típico (EMBRAPA, 2006), com 83% de areia, 10% de argila e 7% de silte e as características químicas apresentadas na Tabela 1A.

Foram realizados o preparo do solo, a aração e a gradagem, procedendo-se à análise de solo para a realização da calagem, elevando-se a saturação por bases para 70%. Após a abertura das covas nas dimensões de 50 x 50 x 50 cm, foi realizada a correção, aplicando-se calcário dolomítico e a adubação com supersimples e cloreto de potássio, de acordo com a análise de solo e a recomendação para a cultura proposta por Mesquita et al. (2006).

O plantio das oliveiras na área experimental ocorreu em junho de 2010, no espaçamento de 5 m entre linhas e 3 m entre plantas. As mudas foram obtidas a partir de estacas provenientes da Fazenda Experimental da EPAMIG de Maria da Fé, MG e estavam com dois anos de idade, na ocasião do plantio.

O experimento teve início em outubro de 2011, sendo o planejamento da adubação baseado nas características químicas do solo aos oito meses após o plantio (Tabela 2A).

As variedades de oliveira utilizadas foram a ‘Barnea’ e a ‘Grappolo 541’. A ‘Barnea’ se caracteriza por ser uma planta vigorosa, de porte ereto, com ramos de frutificação finos, folha média a grande, fruto de tamanho médio, largo na base e estreito no ápice, destinados à produção de azeite (AGROLIVE, 2012). Já a ‘Grappolo 541’ tem vigor médio, com circunferência de copa bem desenvolvida, folhas de tamanho médio a grande, frutos alongados, pouco assimétricos, com rendimento elevado e constante, sendo destinados à mesa e à produção de azeite (VILLA; OLIVEIRA, 2012).

O monitoramento de pragas e doenças foi feito periodicamente, durante todo o período experimental, realizando-se preventivamente a aplicação de fungicida à base de cobre, recomendado para a aplicação em espécies frutíferas.

O manejo das plantas daninhas foi feito periodicamente, conforme a incidência na área de cultivo, realizando-se a roçagem entre as linhas e capina manual na projeção da copa, para evitar a competição.

### **3.3 Tratamentos e delineamento experimental**

Conduziu-se o experimento em esquema de parcela subdividida, tendo na parcela o fatorial 4 x 2, sendo quatro adubações, 100%, 75%, 50% e 0% da adubação mineral recomendada para a oliveira com a adição de um fertilizante organomineral (FOM) em todas as adubações e as duas variedades de oliveira, ‘Grappolo 541’ e ‘Barnea’; na subparcela, as épocas de avaliação foram novembro de 2011 (antes da aplicação dos tratamentos), março de 2012 (quatro meses após a aplicação do organomineral), julho de 2012 (oito meses após a aplicação do organomineral) e junho de 2013 (oito meses após a aplicação do organomineral no segundo ano de avaliação). Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, com três repetições e três plantas por parcela.

O fertilizante organomineral utilizado no experimento foi desenvolvido pela Empresa Ceres Tecnologia Agrícola, Lavras, MG, sendo composto de: fontes naturais orgânicas (esterco de galinha poedeira e casca de café), fontes inorgânicas (silicato de magnésio, sulfato de cálcio e fonte de fósforo parcialmente solúvel) e granulado bioclástico marinho (alga marinha de origem calcárea do gênero *Lithothamnium*), o qual fornece 1,55% de N; 4,08% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 3,24% de K<sub>2</sub>O; 11,03% de Ca; 2,25% de Mg; 0,006% de B; 0,029% de Cu; 0,024% de Mn; 0,018% de Zn; 0,22% de Fe; 1,03% de SiO<sub>2</sub> e 2,64% de S-SO<sub>4</sub>.

Em 2011, as adubações foram baseadas na análise de solo feita aos oito meses após o plantio e a recomendação para a oliveira com um ano após o plantio em campo (Tabela 1). Dessa maneira, para o tratamento 100% da adubação química, foram aplicados 67,2 g de N e 30 g de  $K_2O$ , parcelados em três vezes, nos meses novembro e dezembro de 2011 e janeiro de 2012 (meses de maior ocorrência de chuvas), utilizando como fontes o sulfato de amônio e o cloreto de potássio. A aplicação do fertilizante organomineral foi feita em todos tratamentos testados, colocando-se três litros de por planta na projeção da copa, de uma única vez, em novembro de 2011.

**Tabela 1.** Recomendação de adubação para o plantio e pós-plantio da oliveira em Minas Gerais.

Fases	Nutrientes		
	N	P	K
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----		
Plantio	-	40-60	20-30
Pós-plantio	----- g planta <sup>-1</sup> -----		
1º ano	60-80	-	30-40
2º ano	80-100	-	40-50

Fonte: Mesquita et al., 2006.

No segundo ano (2012/2013), a adubação foi baseada na análise do mês de julho de 2012 e a recomendação para a oliveira no segundo ano pós-plantio (Tabela 1). Para o tratamento 100% da adubação química, foram aplicados 79,8 g de N e 40 g de  $K_2O$ , parcelados em três vezes, nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2012. Em todas as adubações, foi feita a aplicação de 3,5 L do fertilizante organomineral por planta na projeção da copa, de uma única vez, em outubro de 2012.

Dessa forma, a quantidade total de adubo aplicada nas plantas em cada tratamento é apresentada na Tabela 2.



**Tabela 2.** Adubação fornecida às variedades ‘Barnea’ e ‘Grappolo 541’, nos dois anos de cultivo, de acordo com os tratamentos estabelecidos. UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

Adubação química (%)	Quantidades de adubo aplicadas		
	*N (g planta <sup>-1</sup> )	*K (g planta <sup>-1</sup> )	**FOM (L planta <sup>-1</sup> )
1º ano (2011/2012)			
100	67,2	30,0	3,0
75	50,4	22,5	3,0
50	33,6	15,0	3,0
0	0,0	0,0	3,0
2º ano (2012/2013)			
100	79,8	39,6	3,5
75	59,8	29,7	3,5
50	39,9	19,8	3,5
0	0,0	0,0	3,5

\*Quantidades parceladas em três aplicações; \*\*Aplicado uma única vez

### 3.4 Avaliações

As avaliações para determinar os teores de nutrientes foliares e no solo e o crescimento vegetativo foram realizadas em quatro épocas distintas: em novembro de 2011 (avaliação feita antes da aplicação dos tratamentos de adubação), em março de 2012 (quatro meses após a aplicação do fertilizante organomineral), em julho de 2012 e junho de 2013 (oito meses após a aplicação do fertilizante organomineral).

#### 3.4.1 Avaliação dos teores de nutrientes foliares

Para a determinação dos teores de nutrientes foliares, foram retiradas amostras de folhas maduras e completamente expandidas, do terço mediano da planta, da parte mediana do ramo, em todos os quadrantes da planta. As amostras foram compostas por cerca de 30 a 40 folhas com pecíolo.

O material vegetal foi lavado e colocado para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 65 °C, por 72 horas, até atingir massa constante. Após esse período, as folhas foram moídas em moinho tipo “Wiley” e submetidas à análise química para a determinação dos teores de nutrientes.

A análise química de nutrientes foi realizada de acordo com método proposto por Malavolta et al. (1997). A determinação dos teores de P, K e S foi efetuada a partir da

digestão nítrico-perclórica, obtendo-se extratos para a determinação dos teores de P por colorimetria, K por fotometria de chama e S por espectrofotometria. O N total foi determinado pelo método Kjeldhal após digestão sulfúrica. Os teores de Ca, Mg, Zn, Cu, Fe e Mn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica. O B foi determinado utilizando-se o Método da Mufla, sendo a leitura feita por espectrofotômetro.

### **3.4.2 Avaliação das características do solo**

As amostras de solo foram retiradas na área de projeção da copa, na profundidade de 0 a 20 cm, com trado holandês. Como cada parcela contava com três plantas, retiraram-se três subamostras simples que, depois de misturadas, constituíram uma amostra composta para análise.

As análises de solo foram realizadas de acordo com as normas e os padrões do Programa Interlaboratorial de Controle de Qualidade de Análise de Solos de Minas Gerais - PROFERT, MG (CORREA, 2005). Analisou-se o pH em água (1:2,5) pelo método do potenciômetro; o P e o K foram extraídos pelo Mehlich-1, sendo a leitura do primeiro feita com o espectrofotômetro e a do segundo, em fotômetro de chama; Ca, Mg e  $Al^{3+}$  pela extração com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; H + Al pelo método SMP; Cu, Fe, Mn e Zn extraídos por Mehlich-1 e lidos no espectrofotômetro de absorção atômica; B feito pelo método da água quente e a matéria orgânica pelo método colorimétrico.

### **3.4.3 Determinação do crescimento vegetativo**

Para avaliar o crescimento das plantas determinou-se o diâmetro do caule, à altura de 20 cm do nível do solo; a altura das plantas, a partir do nível do solo até o final do ramo mais alto e a área foliar, calculada a partir da largura do comprimento do limbo foliar, conforme a metodologia proposta por Benincasa (2003). A partir desses dados de diâmetro e altura das plantas foram calculados os incrementos em altura e diâmetro das variedades na área de cultivo, por meio das diferenças observadas entre as avaliações realizadas na época anterior.

Dessa forma, os incrementos em altura e diâmetro foram obtidos pela diferença de crescimento das plantas entre março/2012 e novembro/2011; entre julho/2012 e março 2012 e entre junho/2013 e julho/2012. Esse procedimento visa eliminar as diferenças existentes entre as plantas das duas variedades e a sua capacidade de desenvolvimento na área de cultivo, em função da aplicação dos tratamentos.

A superfície de frutificação (SF) foi determinada em julho de 2012 e em junho de 2013, medindo-se diâmetro da copa  $D = (D1 + D2)/2$  em duas posições perpendiculares, D1 e D2, correspondentes à maior e à menor largura da copa, e à altura da copa (H) que é a altura da planta a partir da inserção dos primeiros ramos. A partir destes dados calculou-se a superfície de frutificação pela fórmula  $SF = \pi DH$ , em que D é o diâmetro médio e H a altura da copa (RÍO; CABALLERO, 2006).

### 3.5 Análise estatística

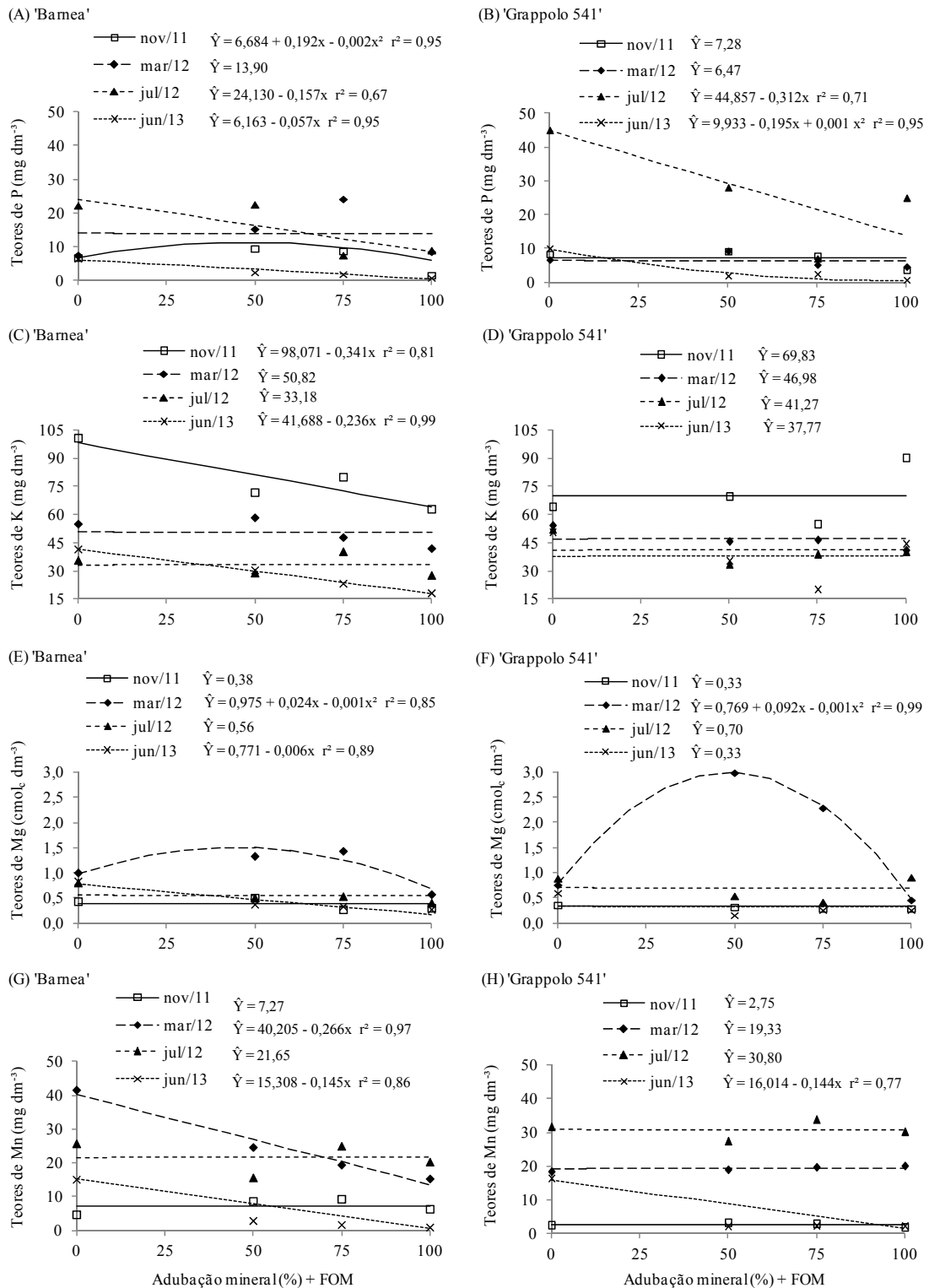
Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial para comparar os tratamentos. A escolha dos modelos foi baseada no potencial para explicar o fenômeno biológico em questão, no coeficiente de determinação e na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t, até 5% de probabilidade de erro. Para os teores de nutrientes foliares, optou-se por fazer o desdobramento da interação independente de ter sido significativa, com o objetivo de observar o comportamento nutricional das plantas com a redução da adubação química e a aplicação do fertilizante organomineral.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Características químicas do solo

Foi observada interação entre as épocas avaliadas, as variedades de oliveira e as adubações aplicadas para os teores dos nutrientes P, K, Mg, B e Mn e valores de saturação por alumínio (M) e saturação por bases no solo (V). Houve interação entre as adubação e as épocas avaliadas para o pH e acidez potencial (H + Al). Para os teores de Ca, Fe, Zn, Cu e matéria orgânica (MO) e valores de soma de bases (SB), CTC efetiva (t) e CTC potencial (T), observaram-se diferenças entre as épocas avaliadas (Tabelas 3A, 4A e 5A).

No solo das plantas cultivadas com a 'Barnea', constatou-se que os teores de P após as adubações ( $13,9 \text{ mg dm}^{-3}$ ) aumentaram em todos os tratamentos, ocorrendo redução de forma linear com o aumento da adubação mineral, com decréscimos de 65% em julho/2012 e 92% em junho/2013, no tratamento com 100% da química (Figura 2A). No solo cultivado com a 'Grappolo 541', aos oito meses após a aplicação do fertilizante organomineral, em julho de 2012 e junho de 2013, os teores de P foram 69,5% e 95,9% maiores no tratamento sem a utilização da adubação mineral, respectivamente (Figura 2B).



**Figura 2.** Teores de P (A e B), K (C e D), Mg (E e F) e Mn (G e H) no solo cultivado com as variedades de oliveira 'Barnea' e 'Grappolo 541', antes das adubações (novembro/2011), aos quatro meses (março/2012) e aos oito meses (julho/2012), no primeiro ano e no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM). UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

Esses resultados podem ser atribuídos às melhorias das características do solo, como pH e saturação por bases, que tiveram maiores valores no solo em que foi aplicado apenas o fertilizante organomineral (Figura 3), visto que o fornecimento de P foi igual para todos os tratamentos.

Alguns autores relatam que não há a necessidade do fornecimento regular de P ao solo, somente se constatando a sua necessidade mediante a análise do solo e/ou foliar, visto que é um nutriente pouco exportado pela oliveira (RODRIGUES et al., 2012). Porém, como os solos brasileiros são geralmente pobres em P e considerando sua importância na fase de formação e produção das plantas (EREL et al., 2008; RODRIGUES et al., 2012; BUSTAN et al., 2013; EREL et al., 2013), na qual se deve dar maior atenção a este nutriente, a adubação fosfatada deve ser feita observando-se a carga esperada de frutos para cada ano e as restrições locais de absorção de P, remobilização de P e as consequências metabólicas do P, que são únicas para espécies produtoras de óleo, como a oliveira (BUSTAN et al., 2013).

Adubações fosfatadas excessivas em solos arenosos podem acarretar em lixiviação deste nutriente, devido à sua menor interação com as partículas do solo e, com isso, maior movimentação, como verificado por Morales-Sillero et al. (2009), trabalhando com fertirrigação de N-P-K em oliveiras da variedade ‘Manzanilla de Sevilla’.

Em relação aos teores de K no solo cultivado com a variedade ‘Barnea’, não foram verificadas diferenças dos valores em relação as adubações em março/2012 e julho/2012, aos quatro e aos oito meses após as adubações no primeiro ano, enquanto, na avaliação de junho/2013, os teores de K foram 56% maiores no tratamento sem adubação mineral, diminuindo de  $41,7 \text{ mg dm}^{-3}$  para  $18,1 \text{ mg dm}^{-3}$  (Figura 2C). No solo cultivado com a ‘Grappolo 541’, os teores de K não diferiram em função das adubações nas épocas avaliadas, com valores de  $69,8 \text{ mg dm}^{-3}$ , em novembro/2011;  $47,0 \text{ mg dm}^{-3}$ , em março/2012;  $41,3 \text{ mg dm}^{-3}$ , em julho/2012 e  $37,8 \text{ mg dm}^{-3}$ , em junho/2013 (Figura 2D).

Os teores disponíveis de K no solo cultivado com ambas as variedades diminuíram após a aplicação dos tratamentos, possivelmente em função da melhoria das características químicas, favorecendo a absorção do K pela oliveira, utilizando-o para o crescimento vegetativo e para a frutificação (EREL et al., 2008), visto que os teores foliares aumentaram após as adubações (Figura 2E e 2F).

Além de ser utilizado pela planta, o K passa por processos naturais que promovem sua movimentação para camadas mais profundas, principalmente em solos arenosos e com baixo CTC, como o solo desta pesquisa. Percebeu-se que, com o distanciamento das adubações minerais de K, a sua disponibilidade no solo vai diminuindo, em ambas as variedades (Figura

2C e 2D). Para solos com essas características, a estratégia de aplicação de K deve ser semelhante a de N, baseada numa aplicação parcelada e limitada de fertilizantes, visto a sua grande mobilidade. Portanto, a necessidade e o regime de aplicação de potássio ao solo são dependentes da sua disponibilidade e da capacidade do solo em retê-lo (ERNANI et al., 2007; RODRIGUES et al., 2012). Como houve aumento do CTC após as adubações, o K tendeu a estar mais disponível para as plantas, havendo, assim, maior absorção deste nutriente pelas plantas, com isso, diminuindo seu teor no solo.

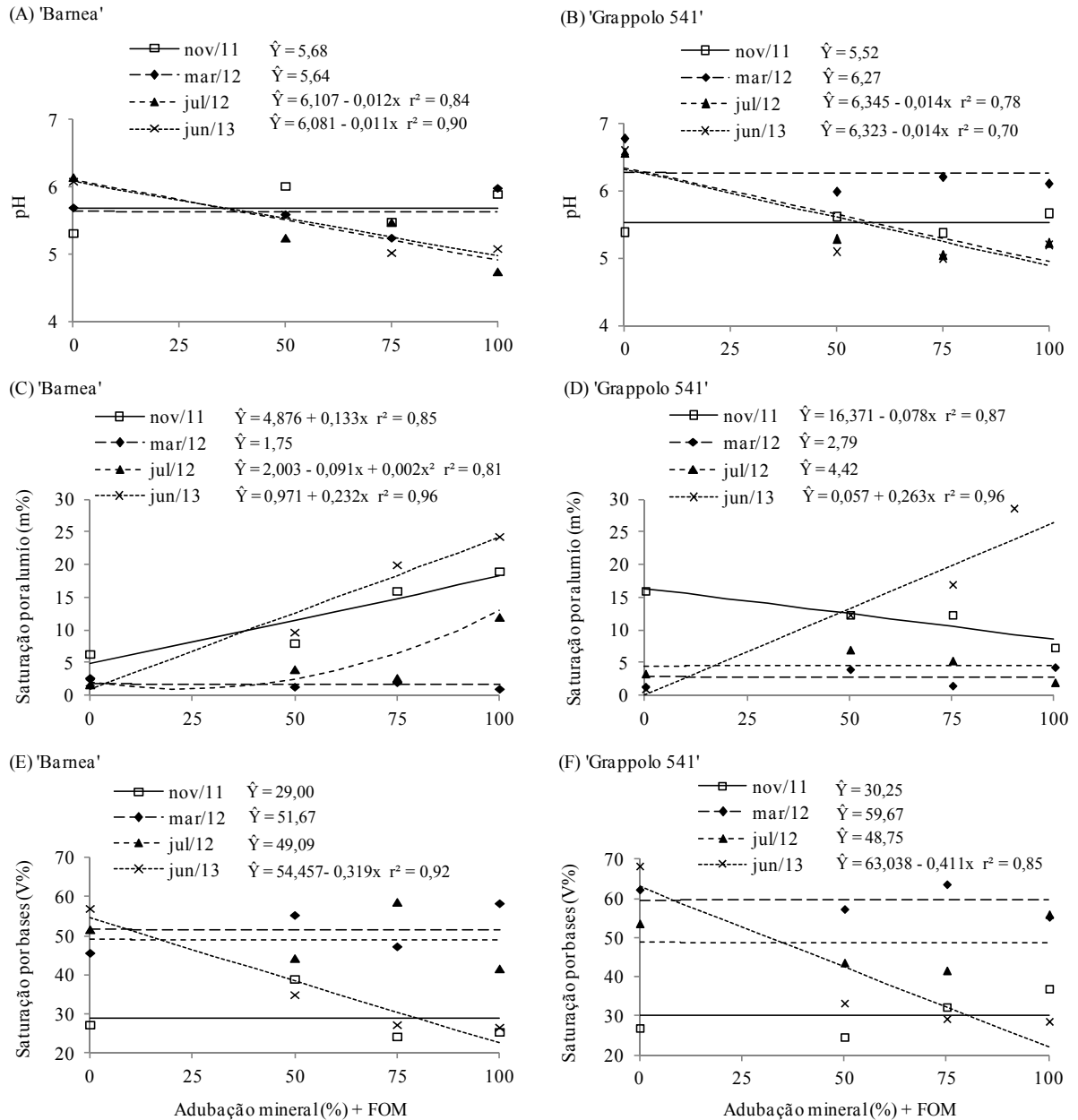
Em relação aos teores de Mg e Mn no solo cultivado com a variedade ‘Barnea’, o comportamento foi semelhante, observando-se diferenças entre as adubações nas épocas de março/2012 e junho/2013, com maiores teores no tratamento sem adubação mineral, exceto em março/2012, para Mg (Figuras 2E e 2G). No solo cultivado com a ‘Grappolo 541’, a disponibilidade de Mg aumentou aos quatro meses após a aplicação das adubações (março/2012), com a utilização de até 46% da adubação química recomendada e a aplicação de três litros do fertilizante organomineral, não havendo diferenças entre as adubações aos oito meses, após a sua aplicação nos dois anos avaliados (Figura 2F). Em relação ao Mn, observaram-se diferenças entre as adubações apenas em junho/2013, com maiores valores no solo sem a aplicação da adubação química (Figura 2H).

Os resultados averiguados em relação ao comportamento nutricional das plantas podem ser atribuídos à melhoria nas características do solo com a aplicação do organomineral, pois verificou-se que os valores de pH no solo reduziram linearmente com o aumento da adubação química aos oito meses após os tratamentos, nos dois anos de avaliação (Figuras 3A e 3B). Os menores valores de pH com a aplicação de 100% de adubação mineral podem ser explicados pela utilização do adubo nitrogenado sulfato de amônio que, além de ser um produto ácido, pH 4,5, tem poder de acidificação do solo devido à liberação de íons  $H^+$  no processo de nitrificação, pois, antes da adubação o pH do solo que estava entre 5,6 e 5,5 e no solo adubado apenas com fertilizante organomineral, o valor passou para 6,1, cultivado com a variedade ‘Barnea’ e 6,3, com a ‘Grappolo 541’.

A melhoria observada no pH do solo, quando se aplicou somente o fertilizante organomineral, pode ser atribuída à presença da alga marinha do gênero *Lithothamnium*, que é rica em CaO e MgO, fontes com grande poder de correção de acidez do solo (SOUZA et al., 2009).

A acidificação do solo devido à utilização de adubos nitrogenados tem sido observada em diversos pomares de frutíferas (MORALES-SILLERO et al., 2009; NATALE et al., 2012), ressaltando a importância de práticas de correção da acidez. Como o solo da presente

pesquisa é arenoso, com baixo poder tampão para pH, isso facilita a acidificação, que poderia ser ainda maior sem o uso do fertilizante organomineral.



**Figura 3.** Valores de pH (A e B), saturação por alumínio (C e D) e saturação por bases (E e F) no solo cultivado com as variedades de oliveira 'Barnea' e 'Grappolo 541', antes das adubações (novembro/2011), aos quatro meses (março/2012) e aos oito meses (julho/2012), no primeiro ano e no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM). UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

Assim, a correção do pH proporcionada pela ação da alga marinha no fertilizante organomineral é de grande vantagem para a oliveira, já que a espécie apresenta melhor desempenho em solos com pH próximos à neutralidade (MESQUITA et al., 2012), nos quais há maior disponibilidade de nutrientes e melhor atividade biológica.

O solo também apresentou melhorias em relação à saturação por alumínio e saturação por bases, pois se constatou que, antes das adubações, a saturação por alumínio estava elevada, tendo sido reduzida após a aplicação do fertilizante organomineral em todas as épocas avaliadas, principalmente nos tratamentos sem adubação química (Figuras 3C e 3D). Além disso, houve aumento da saturação por bases, de 29,0% para 49,0%, no solo cultivado com 'Barnea' e no solo cultivado com 'Grappolo 541', de 30,2% para 59,7% em março e para 48,7%, em julho de 2012, independente da porcentagem de adubação química fornecida. Entretanto, no segundo ano, em junho de 2013, observou-se que a saturação por alumínio aumentou e a saturação por bases diminuiu de forma linear com o aumento da adubação mineral, o que pode estar associado ao comportamento do pH (Figura 3).

Esses resultados podem ser atribuídos ao fertilizante organomineral utilizado na adubação das plantas, que continha, em sua composição, o granulado bioclástico (alga marinha de origem calcárea do gênero *Lithothamnium*), que apresenta a capacidade de neutralizar o  $Al^{3+}$  trocável e fornecer Ca e Mg, favorecendo o aumento da saturação por bases. Comportamento semelhante foi observado por Melo e Furtini Neto (2003), com a aplicação da alga *Lithothamnium* em três solos distintos, incluindo um Neossolo Quartzarênico. Segundo estes autores, o aumento dos teores de Ca e Mg trocáveis no solo, decorrentes da fertilização com o organomineral, favorece o desenvolvimento do sistema radicular e, conseqüentemente, o aproveitamento de água e nutrientes pelas plantas.

A importância de fornecer Mg é ainda maior em solos arenosos e ácidos, pois, nesse tipo de solo, as plantas estão mais sujeitas a sintomas de deficiência deste mineral (RODRIGUES et al., 2012).

Após a aplicação das adubações com o fertilizante organomineral no solo cultivado com as variedades 'Barnea' e 'Grappolo 541', observou-se aumento nos teores de Ca e Zn aos quatro (março/2012) e aos oito meses (julho/2012), dos teores de B, em julho/2012 e de Cu, em junho/2013 (Tabela 3).

O menor teor de B observado no segundo ano de avaliação (Tabela 3) pode ser devido à maior precipitação ocorrida antes dessa época, visto que esse nutriente é móvel no solo, principalmente em solos arenosos, sendo facilmente lixiviado como ácido bórico  $B(OH)_3$  (RODRIGUES et al., 2012), além da utilização pelas plantas que iniciaram a fase reprodutiva.



Isso porque o B é fundamental para a formação de gemas florais e o desenvolvimento dos frutos da oliveira, sendo bastante mobilizado para estes processos (DELGADO et al., 1994; FERNÁNDEZ-ESCOBAR et al., 1999; CARVALHO et al., 2013).

O fornecimento de Ca e Mg pelo fertilizante organomineral justifica o aumento dos valores de saturação por bases e também a soma por bases (Tabela 3). Some-se isso ao fato de o fertilizante organomineral ter o potencial de neutralizar o  $Al^{3+}$  trocável, diminuindo a sua participação em relação à CTC efetiva do solo, contribuindo para os menores valores de saturação por alumínio após as adubações.

**Tabela 3.** Teores de cálcio (Ca), ferro (Fe), zinco (Zn), boro (B), e cobre (Cu) no solo cultivado com as variedades de oliveira ‘Barnea’ e ‘Grapollo 541’, na profundidade de 0-20 cm, antes das adubações (novembro/2011), aos quatro meses (março/2012) e aos oito meses (julho/2012), no primeiro ano e no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM). UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

Época	Ca	Fe	Zn	B	Cu
	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----mg dm <sup>-3</sup> -----			
nov/11	0,82 b	98,81 a	0,41 b	1,15 b	2,12 a
mar/12	2,12 a	97,29 a	1,32 ab	1,38 b	0,50 c
jul/12	2,09 a	82,07 b	2,38 a	2,16 a	1,29 b
jul/13	0,92 b	33,30 c	0,82 b	0,36 c	1,93 a
CV <sub>1</sub> (%)	62,4	31,4	48,8	26,0	41,6
CV <sub>2</sub> (%)	61,5	18,8	22,8	30,6	36,7

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Em relação à CTC efetiva (t), CTC potencial (T) e teor de matéria orgânica (MO), observou-se que estas características aumentaram aos quatro (março/2012) e aos oito meses (julho/2012) após a aplicação das adubações (Tabela 5). A melhoria destas características contribui para o melhor aproveitamento dos nutrientes disponibilizados pelas adubações. A melhoria nas características do solo também foi constatada com a adubação organomineral em Latossolo Vermelho Amarelo cultivado com cafeeiro, com aumento da saturação por bases, soma de bases, pH e dos teores de Ca e P (FERNANDES et al., 2007).

A acidez potencial (H + Al) diminuiu após as adubações, observando-se que, em novembro/2011, estava em 3,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, passando para 2,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> aos oito meses após a segunda adubação (junho/2013), representando uma redução de 33,0%.

**Tabela 4.** Valores de soma de bases (SB), CTC efetiva (t), CTC potencial (T), acidez potencial (H + Al) e matéria orgânica (MO) no solo cultivado com as variedades de oliveira ‘Barnea’ e ‘Grapollo 541’, na profundidade de 0-20 cm, antes das adubações (novembro/2011), aos quatro meses (março/2012) e aos oito meses (julho/2012), no primeiro ano e no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM). UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

Época	SB	t	T	H+Al	MO
	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				dag kg <sup>-1</sup>
nov/11	1,37 b	1,53 b	4,53 b	3,15 a	0,50 bc
mar/12	3,60 a	3,68 a	6,27 a	2,67 b	0,70 ab
jul/12	2,81 a	2,94 a	5,60 b	2,79 bc	0,72 a
jul/13	1,39 b	1,57 b	3,50 c	2,11 c	0,43 c
CV <sub>1</sub> (%)	40,8	42,6	22,8	23,9	56,3
CV <sub>2</sub> (%)	43,4	41,6	23,3	17,9	45,1

Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

O solo em questão, Neossolo Quartzarênico, é constituído, basicamente, de quartzo, praticamente destituído de minerais primários, portanto, tem baixa capacidade de retenção de nutrientes, que devem ser aplicados parceladamente, para evitar perdas. Assim, a utilização de fontes orgânicas na adubação é de grande importância para estes solos, contribuindo para melhorar a fertilidade por meio da maior retenção de nutrientes, para serem aproveitados pelas plantas, levando à maior capacidade de troca de cátions.

Adubos de fontes orgânicas contribuem também para a melhoria das características físicas do solo, como a estrutura e, conseqüentemente, aumenta a capacidade de retenção de água no solo, principalmente nas camadas superficiais (KIEHL, 1985; ABU-RAYYAN et al., 2011). Assim, como as raízes de absorção da oliveira se concentram nas camadas mais superficiais do solo (MORALES-SILLERO et al., 2009), haverá maior aproveitamento de água pelas plantas e melhoria no transporte de nutrientes.

#### 4.2 Comportamento nutricional da oliveira

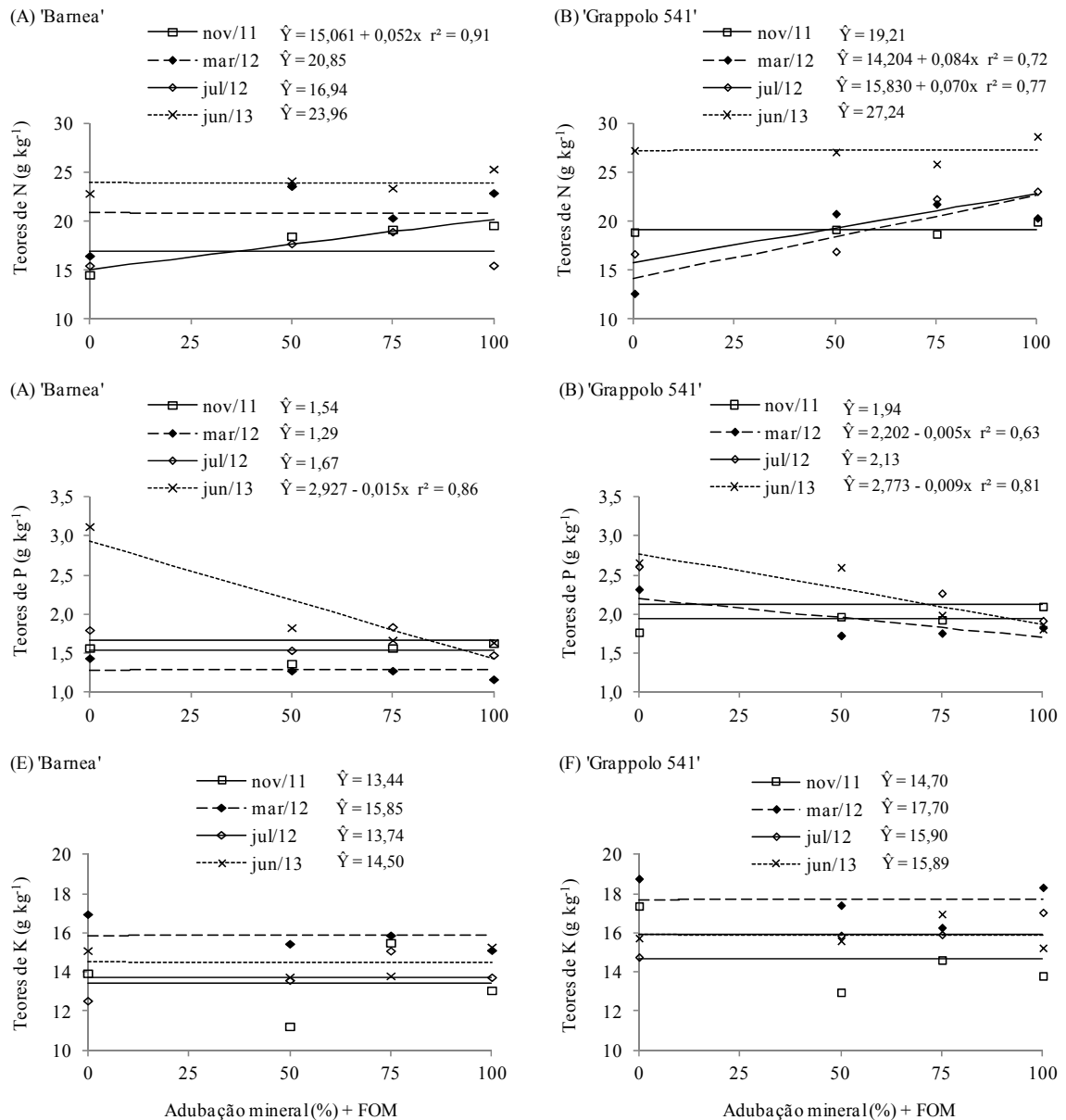
Para os teores foliares dos nutrientes K, B e Zn, foi observada interação entre as épocas avaliadas, as variedades de oliveira e as adubações. Observou-se interação entre as épocas avaliadas e as adubações para os teores de N, P, Cu, Mn e Zn. Para os teores dos

nutrientes N, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, verificou-se interação entre as épocas avaliadas e as variedades, enquanto, para o Ca, houve diferenças entre as épocas (Tabelas 6A e 7A).

Os teores foliares de N na variedade 'Barnea' não diferiram após as adubações, apresentando valores de 20,8 g kg<sup>-1</sup>, em março/2012; 16,9 g kg<sup>-1</sup>, em julho/2012 e 24,0 g kg<sup>-1</sup>, em junho/2013 (Figura 4A). Na variedade 'Grappolo 541', foi observado aumento de 56,3% nos teores de N nas folhas aos quatro meses (março/2012) e 44,3% aos oito meses após a adubação nas plantas que receberam 100% da adubação química, comparadas àquelas sem adubação química, alcançado 22,2 g kg<sup>-1</sup> e 22,8 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Em junho/2013, oito meses após a segunda aplicação não houve diferenças dos teores foliares em relação as adubações, com valor médio de 27,2 g kg<sup>-1</sup> (Figura 4B).

Os resultados observados demonstraram que, embora não existam padrões estabelecidos para os teores adequados de nutrientes em oliveira no Brasil, os teores observados estão próximos à faixa de 21,8 a 31,2 g kg<sup>-1</sup>, observada em diferentes variedades plantadas em algumas regiões produtoras no Brasil (MESQUITA et al., 2012). Mesmo com a redução da adubação química, os teores foliares de N não decresceram a níveis considerados insuficientes para a oliveira em outros países produtores, de 14 g kg<sup>-1</sup> (FERNÁNDEZ-ESCOBAR, 2008).

Como sugerido em alguns trabalhos, a adubação nitrogenada, assim como a de outros nutrientes, deve ser realizada apenas quando a análise foliar da época anterior indicar que o nutriente esteja dentro do nível de deficiência (FERNÁNDEZ-ESCOBAR et al., 2009b; 2012). Dessa forma, os resultados obtidos neste trabalho apontam que, com a aplicação do organomineral, as adubações minerais de N podem ser reduzidas nas duas variedades. Outro aspecto observado foi que, no segundo ano após as adubações, o teores foliares de N aumentaram, em todos os tratamentos (Figuras 4A e 4B).



**Figura 4.** Teores foliares de N (A e B), P (C e D) e K (E e F) nas variedades de oliveira 'Barnea' e 'Grappolo 541', antes das adubações (novembro/2011), aos quatro meses (março/2012) e aos oito meses (julho/2012), no primeiro ano e no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM). UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

Para os teores foliares de P, observaram-se diferenças na 'Barnea' em relação à adubação apenas no segundo ano, aos oito meses após as adubações, com redução linear de 51,2% nas plantas que receberam 100% da adubação química, tendo os maiores teores sido verificados nas plantas que não receberam a adubação química, passando de 2,9 g kg<sup>-1</sup> para 1,4 g kg<sup>-1</sup>, enquanto, nas épocas de março/2012 e julho/2012, os teores não diferiram entre as adubações com valores médios de 1,3 g kg<sup>-1</sup> e 1,7 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. (Figura 4C). Na

variedade ‘Grappolo 541’, os teores foliares de P estavam em torno de  $1,9 \text{ g kg}^{-1}$ , antes da aplicação dos tratamentos e  $2,1 \text{ g kg}^{-1}$ , em julho/2012. Já em março/2012 e junho/2013, os teores de P decresceram linearmente com o aumento da adubação mineral, de  $2,2 \text{ g kg}^{-1}$  para  $1,7 \text{ g kg}^{-1}$  e de  $2,8 \text{ g kg}^{-1}$  para  $1,9 \text{ g kg}^{-1}$ , respectivamente (Figura 4D).

A redução dos teores foliares de P pode ser explicada devido ao fato de esse nutriente ter sido aplicado apenas na época do plantio, sendo que, à medida que a planta cresce, aumenta o consumo deste, que será utilizado para o crescimento e também para os processos de floração.

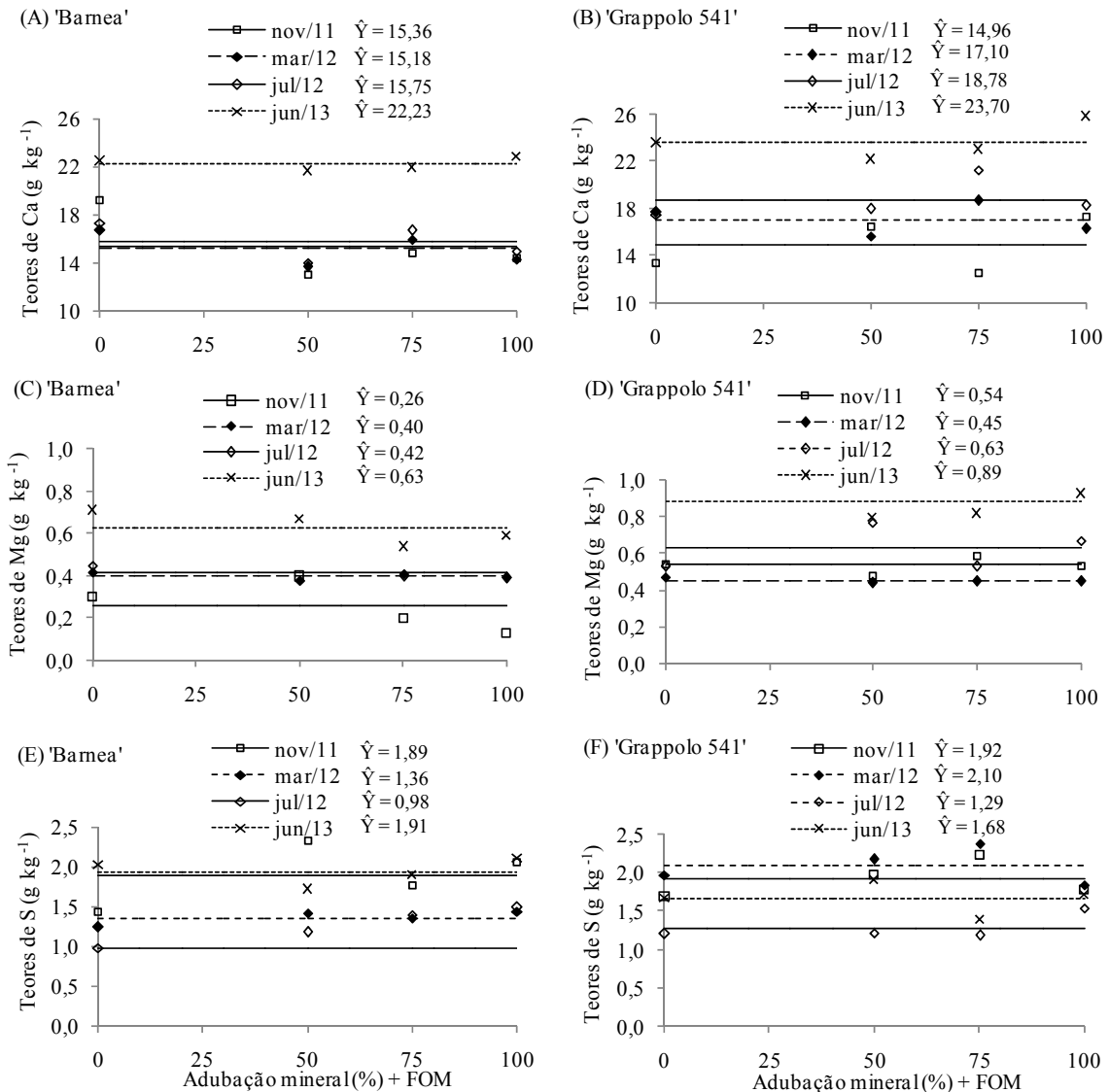
Os teores foliares de K nas duas variedades de oliveira não diferiram em relação às adubações em todas as épocas avaliadas, mostrando que, mesmo com a redução da adubação mineral, o teor deste nutriente se manteve inalterado (Figuras 4E e 4F). Os resultados observados em março/2012 foram superiores para as duas variedades de oliveira, apresentando um aumento de 17,9% para ‘Barnea’ e 20,4% para ‘Grappolo 541’, em relação à época anterior à aplicação dos tratamentos e independente da adubação mineral utilizada.

Os resultados observados em relação aos teores de P e K demonstram que o fertilizante organomineral forneceu esses nutrientes, mesmo sem aplicação da adubação química, uma vez que os teores foliares estavam próximos aos de oliveiras cultivadas em Minas Gerais sob sistema de adubação convencional, com P de 1,2 a  $5,2 \text{ g kg}^{-1}$  e K de 15 a  $23,8 \text{ g kg}^{-1}$  (MESQUITA et al., 2012).

No presente trabalho, os teores observados para o N, P e K estavam semelhantes aos níveis considerados adequados para a oliveira em outros países produtores que, para o N, é entre 15,0 e  $20,0 \text{ g kg}^{-1}$ ; para P, entre 1,0 a  $3,0 \text{ g kg}^{-1}$  e para K,  $> 8,0 \text{ g kg}^{-1}$  (FERNÁNDEZ-ESCOBAR, 2008).

Quanto aos teores foliares de Ca, Mg e S, para as duas variedades de oliveira, não foram observadas diferenças entre as adubações aplicadas em todas as épocas avaliadas (Figura 5). No entanto, verificou-se que os teores de Ca e Mg aumentaram após a adubação com o fertilizante organomineral nas duas variedades avaliadas. Na ‘Barnea’, que tem hábito de crescimento rápido, houve aumento de 44,2% para Ca e de 100% para Mg (Figura 5A e 5C) e, na ‘Grappolo 541’, aumento de 60% para Ca e de 80% para Mg (Figura 5B e 5D), aos oito meses após a aplicação do FOM, no segundo ano, em relação à época anterior à aplicação dos tratamentos. Isso pode ter ocorrido devido ao fato de o fertilizante organomineral utilizado apresentar, em sua composição, algas calcárias do gênero *Lithothamnium*, que têm a capacidade de corrigir o pH do solo, melhorando a assimilação dos fertilizantes, além de fornecer Ca e Mg solúveis. Esses resultados sugerem que, mesmo com a redução da adubação

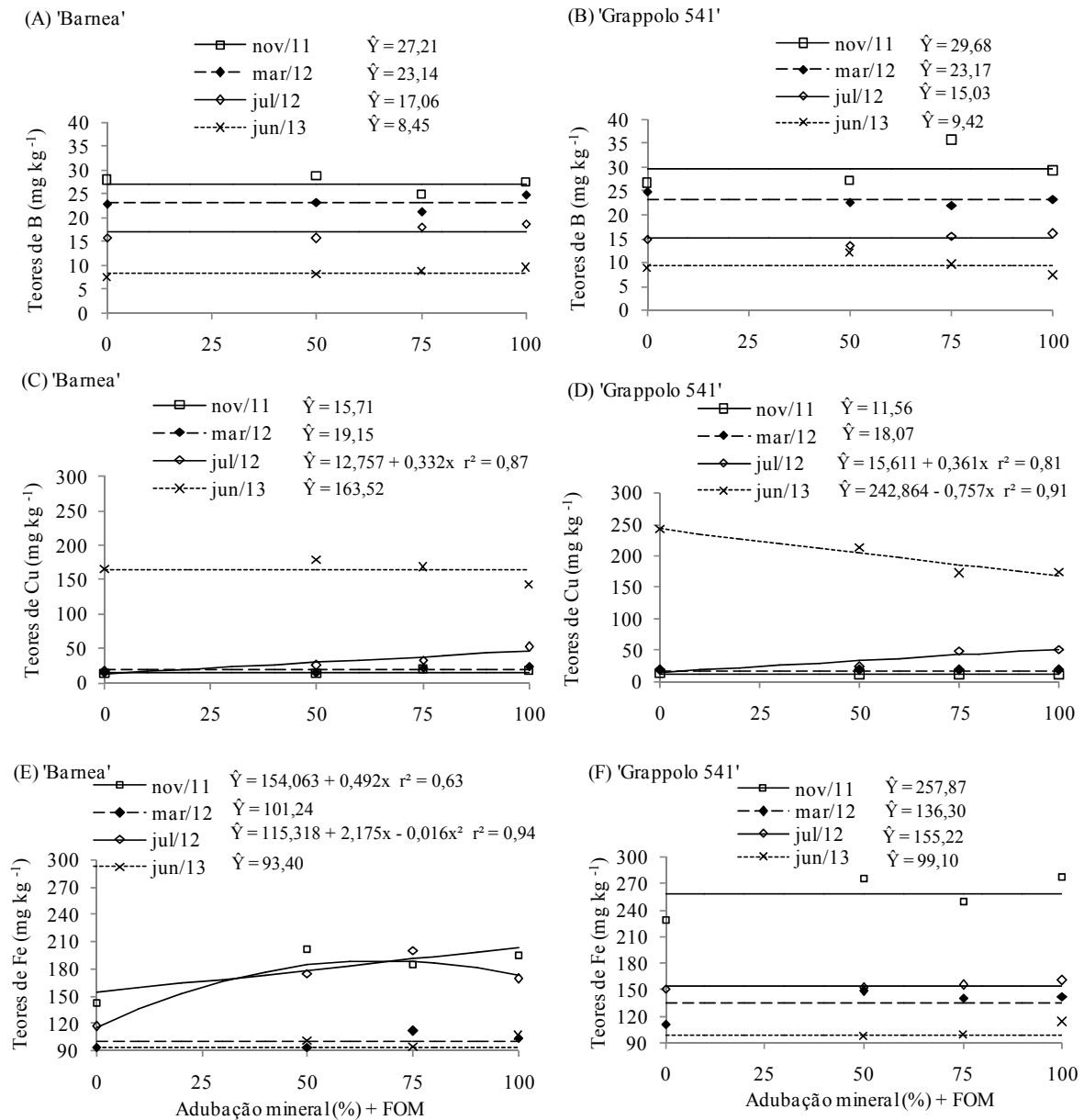
química, os teores verificados estavam próximos aos observados para o Ca (entre 4,7 a 15,5 g kg<sup>-1</sup>) e Mg (de 0,5 a 2,4 g kg<sup>-1</sup>), em variedades de oliveiras cultivadas em Minas Gerais (MESQUITA et al., 2012).



**Figura 5.** Teores foliares de Ca (A e B), Mg (C e D) e S (E e F) nas variedades de oliveira 'Bamea' e 'Grappolo 541', antes das adubações (novembro/2011), aos quatro meses (março/2012) e aos oito meses (julho/2012), no primeiro ano e no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM). UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

Em relação aos micronutrientes, foi observado que, após as adubações, os teores foliares de B e Fe diminuíram nas duas variedades, tendo sido observados os menores valores na última avaliação, em junho de 2013. (Figura 6). No entanto, não houve diferenças entre as plantas que receberam as diferentes adubações para o B. A diferença entre as épocas pode

estar relacionada com o início da fase produtiva das plantas, pois o B é fundamental para a formação de gemas florais e o desenvolvimento dos frutos da oliveira (DELGADO et al., 1994; CARVALHO et al., 2013).



**Figura 6.** Teores foliares de B (A e B), Cu (C e D) e Fe (E e F) nas variedades de oliveira 'Barnea' e 'Grappolo 541', antes das adubações (novembro/2011), aos quatro meses (março/2012) e oito meses (julho/2012) no primeiro ano e no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM), UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

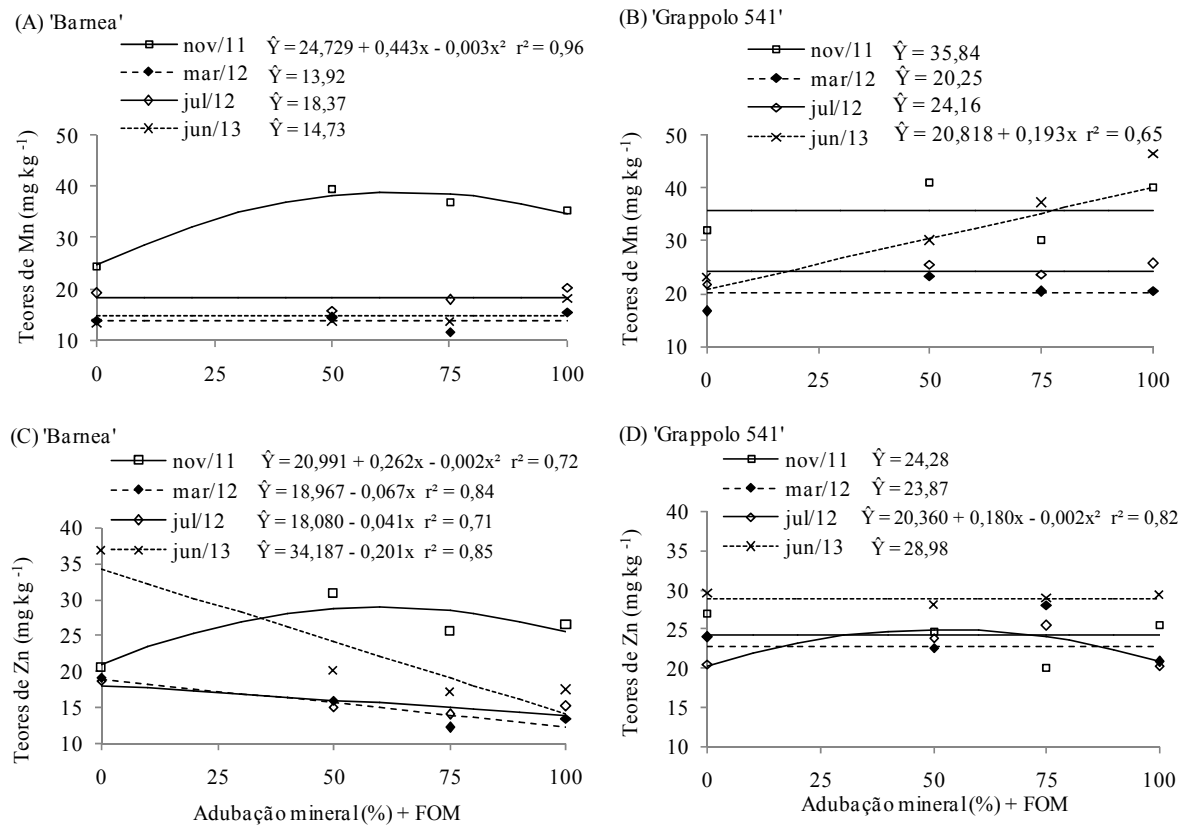
Quanto ao cobre, observou-se aumento dos teores foliares após as adubações das plantas, tendo, na variedade 'Barnea', os valores sido de  $15,7 \text{ mg kg}^{-1}$ , antes das adubações;

19,2 mg kg<sup>-1</sup>, em março/2012 e, em julho/2012, os valores aumentaram de forma linear, de acordo com o aumento da adubação, com acréscimo de 260% nas plantas que receberam 100% da adubação química e da fertilização organomineral (Figura 6C). A variedade ‘Grappolo 541’ teve comportamento semelhante. Os teores de cobre estavam em torno de 11,6 mg kg<sup>-1</sup> antes das adubações; 18,1 mg kg<sup>-1</sup>, em março/2012 e, em julho/2012, os valores chegaram a 51,7 mg kg<sup>-1</sup>, nas plantas que receberam 100% da adubação, o que correspondeu ao aumento de 231% (Figura 6D). Aos oito meses após a segunda aplicação, observou-se que, nas duas variedades, os teores foliares de cobre aumentaram, comparados às avaliações das épocas anteriores, provavelmente, devido à pulverização foliar com fungicida à base de cobre, feita um mês antes da amostragem foliar, o que pode ter contribuído para a elevação dos teores nas plantas de todos os tratamentos.

Para os teores de Mn, observou-se que, na variedade ‘Barnea’, após as adubações, os teores não diferiram entre as plantas dos diferentes tratamentos, com valores de 13,9 mg kg<sup>-1</sup>, em março/2012; 18,4 mg kg<sup>-1</sup>, em julho/2012 e 14,7 mg kg<sup>-1</sup>, em junho/2013 (Figura 7A). Na ‘Grappolo 541’, o comportamento foi semelhante, exceto na avaliação de julho de 2013, quando se verificou aumento linear dos teores de Mn de acordo com o aumento da adubação mineral, observando-se, nas plantas que receberam 100% da adubação mineral, teores de 40,1 mg kg<sup>-1</sup> (Figura 7B).

Em relação ao Zn, os teores foliares na ‘Barnea’ reduziram linearmente com o aumento da adubação mineral, observando-se, nas plantas em que foram aplicados 100% da adubação mineral e fertilizante organomineral, teores de 12,3 mg kg<sup>-1</sup>, em março/2012; 12,3 mg kg<sup>-1</sup>, em julho/2012 e 14,1 mg kg<sup>-1</sup>, em junho/2013, correspondendo aos decréscimos de 35,3%, 22,67% e 58,79%, respectivamente, enquanto as plantas que foram adubadas apenas com o fertilizante organomineral apresentavam, nas mesmas épocas, teores de 19,0 mg kg<sup>-1</sup>, 18,1 mg kg<sup>-1</sup> e 34,2 mg kg<sup>-1</sup> (Figura 7C). Na variedade ‘Grappolo 541’, os teores de Zn não diferiram entre as adubações nas épocas de março/2012 e junho/2013, com valores de 23,9 mg kg<sup>-1</sup> e 29,0 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Verificou-se comportamento quadrático em julho/2012, com maior valor, 24,4 mg kg<sup>-1</sup>, na estimativa de 45% da adubação mineral (Figura 7D).





**Figura 7.** Teores foliares de Mn (A e B) e Zn (C e D) nas variedades de oliveira 'Barnea' e 'Grappolo 541', antes das adubações (novembro/2011), aos quatro meses (março/2012) e aos oito meses (julho/2012), no primeiro ano e no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM). UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

Os menores teores de Mn e Zn após a adubação podem estar relacionados com a utilização pelas plantas, pois as oliveiras que receberam maiores quantidades de adubo químico apresentaram maior crescimento vegetativo e, além disso, esses nutrientes participam no processo reprodutivo, atuando na indução ao florescimento, à polinização e ao estabelecimento do fruto (KIRKBY; RÖMHEL, 2007). Apesar dos menores teores nessas plantas, estes estavam em níveis satisfatórios para a oliveira, pois, para o Zn, os teores são considerados inadequados quando estão abaixo de  $10 \text{ mg kg}^{-1}$  na massa seca (CHATZISTATHIS et al., 2010) e, para o Mn, abaixo de  $20 \text{ mg kg}^{-1}$  (CHATZISTATHIS et al., 2011).

Levando-se em consideração os níveis foliares adequados de nutrientes na matéria seca de oliveiras nos principais países que a cultivam, verificou-se que, com a redução de 50% da adubação mineral, os teores de macro e micronutrientes estavam dentro da faixa considerada adequada, em todas as épocas avaliadas, nas duas variedades de oliveira. Isso

pode ter ocorrido em decorrência dos benefícios do fertilizante organomineral em fornecer nutrientes, pois, quando foram comparados os níveis de macro e de micronutrientes em cafeeiros com diferentes adubações, não foram observadas diferenças entre os valores, com aproveitamento semelhante ao da adubação química (FERNANDES et al., 2007).

Foram constatados teores foliares abaixo dos considerados adequados (FERNÁNDEZ-ESCOBAR, 2008) apenas para Mg, menor que  $1,0 \text{ g kg}^{-1}$ , em todas as épocas avaliadas e nas plantas que receberam as diferentes adubações; para B, valores abaixo de  $19 \text{ mg kg}^{-1}$ , nas duas variedades, em julho/2012 e em junho/2013, possivelmente em função dos baixos teores no solo. Entretanto, não se observaram diferenças entre os teores foliares das plantas que receberam as diferentes adubações, sendo, portanto, necessárias adequações no programa de fertilização.

Para isso, a análise foliar é a principal ferramenta para se avaliar o estado nutricional da planta, levando-se em consideração a relação entre o teor de nutrientes e o crescimento ou produtividade. Fernández-Escobar et al. (2009b) concluíram, em uma pesquisa de cinco anos, que a fertilização tradicional dos olivais, praticada nas principais regiões que a cultivam, baseada na aplicação anual de N, P e K, juntamente com pulverização de microcutrientes, aumentou em mais de dez vezes o custo do programa de fertilização sem aumento do crescimento vegetativo e da produção, quando comparado com um programa de fertilização baseado na análise foliar, que vem sendo pouco utilizada.

Deve-se levar em consideração que ainda não existem padrões estabelecidos para os teores adequados de nutrientes em oliveiras para o Brasil, devido ao seu cultivo ser recente no país. Sabe-se que os teores de nutrientes são variáveis em função da fenologia da planta e de todos os fatores edafoclimáticos que influenciam na sua composição (FERNÁNDEZ-ESCOBAR et al., 2009b; MESQUITA et al., 2012). Assim, os padrões observados em outros países podem não ser condizentes com a realidade brasileira, tornando-se necessário estabelecer os padrões para oliveiras cultivadas em condições brasileiras.

Em Minas Gerais, estado que vem se destacando no cultivo da oliveira no Brasil, foram estabelecidos, durante anos de análises, os níveis foliares de nutrientes em diferentes variedades de oliveiras, nas diferentes fases de crescimento (MESQUITA et al., 2012). Comparando-se esses dados com os resultados observados no presente trabalho, para todos os tratamentos aplicados, verificou-se que a maioria dos nutrientes foliares, P, K, Ca, S, B, Cu, Mn e Zn, encontrava-se dentro dos níveis obtidos no estado, tendo o N e o Mg também se situado dentro desses níveis na última época de avaliação, ou seja, os teores aumentaram após

o segundo ano, com uso do fertilizante organomineral, sem diferenças com a redução da adubação química.

Os resultados observados em relação ao comportamento nutricional das plantas podem ser atribuídos à melhoria nas características do solo com a aplicação do organomineral, devido à sua eficácia em disponibilizar nutrientes de forma gradativa para as plantas (KIEHL, 1985). No presente trabalho, foi constatado que, antes das adubações, a saturação por alumínio estava maior, sendo reduzida após as adubações, principalmente com a utilização de doses reduzidas de adubo mineral (Figuras 3C e 3D). Além disso, houve aumento da saturação por bases, independente da porcentagem fornecida de adubação mineral, em março/2012 e em julho/2012, tendo, em junho/2013, os valores sido inferiores apenas com a utilização de 100% da adubação mineral, para as duas variedades (Figuras 3E e 3F).

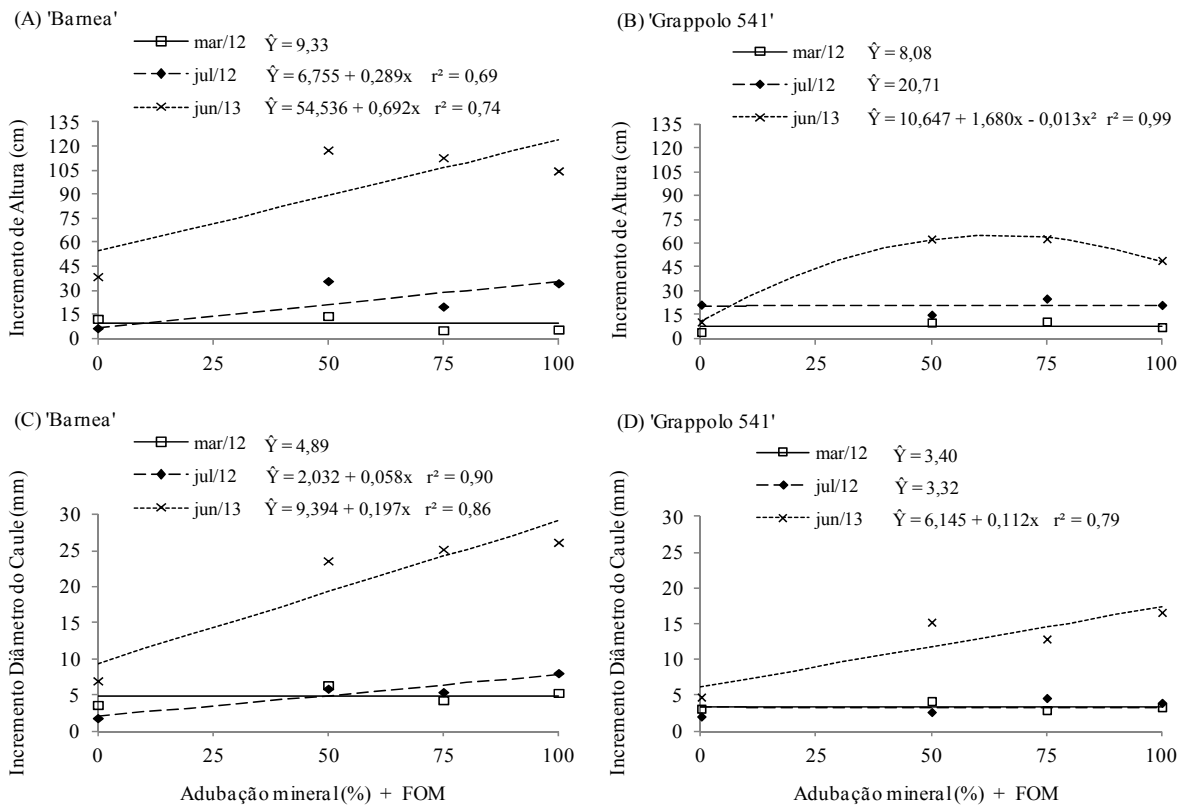
Apesar da redução na adubação mineral, os teores de nutrientes não foram reduzidos no solo e nas plantas, o que evidencia que o fertilizante organomineral melhorou a eficiência de utilização pelas plantas. Isso ocorreu, possivelmente, porque o organomineral utilizado no presente trabalho apresentava, em sua constituição, fontes de fertilizantes orgânicos, como esterco de galinha e casca de café, além das fontes mineiras silicato de magnésio, sulfato de cálcio e fósforo parcialmente solúvel, e alga marinha de origem calcárea do gênero *Lithothamnium* (granulado bioclástico), fornecendo nutrientes e contribuindo para aumentar o aproveitamento pelas plantas mediante a redução das perdas de nutrientes.

Em diversos trabalhos comprovou-se a eficiência da alga marinha *Lithothamnium* no crescimento das plantas, em decorrência da melhoria do solo. Mendonça et al. (2006) e Souza et al. (2007), utilizando esta alga para a produção de mudas de maracujazeiro-amarelo e maracujazeiro-doce, respectivamente, registraram incremento na matéria seca da parte aérea, da raiz e de toda a planta. Também foi comprovado seu efeito no crescimento inicial de mudas de citrumeleiro 'Swingle' (ARAÚJO et al., 2007).

### **4.3 Crescimento vegetativo das oliveiras**

Foi observada interação entre as épocas avaliadas, as variedades de oliveira e as adubações para o incremento em altura (Tabela 8A). Houve interação entre as épocas e as adubações e entre as adubações e as variedades no crescimento do diâmetro do caule e a superfície de produção (Tabelas 8A e 9A). Para a área foliar, houve diferenças entre as épocas (Tabela 8A).

Para o incremento em altura, em março/2012, as plantas da variedade ‘Barnea’ não apresentaram diferenças entre as adubações. No entanto, em julho/2012 e em junho/2013, foram constatados aumentos de 42,8% e 126,8% para essa variável, com aplicação de 100% da adubação mineral em relação às plantas que não receberam esse adubo (Figura 8A). Na variedade ‘Grappolo 541’, diferenças no crescimento em altura foram notadas apenas em junho/2013, apresentando o maior incremento, 64,9 cm, com 64,6% da adubação mineral recomendada, enquanto, nas avaliações realizadas em março/2012 e em julho/2012, não foram encontradas diferenças no crescimento em altura em relação às plantas sem adubação química (Figura 8B).



**Figura 8.** Valores de incremento de altura (A e B) e incremento do diâmetro do caule (C e D) das variedades de oliveira ‘Barnea’ e ‘Grappolo 541’, aos quatro meses (março/2012) e aos oito meses (julho/2012), no primeiro ano e no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM). UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

Em relação ao diâmetro do caule, observou-se, em julho/2012 e em junho/2013, que a aplicação de 100% da adubação química promoveu, na variedade ‘Barnea’, incrementos de 285,4% e 209,7%, respectivamente, em relação às plantas sem adubação química (Figura 8C). Na ‘Grappolo 541’, foi averiguado aumento de 182,2%, em junho/2013, nas plantas que

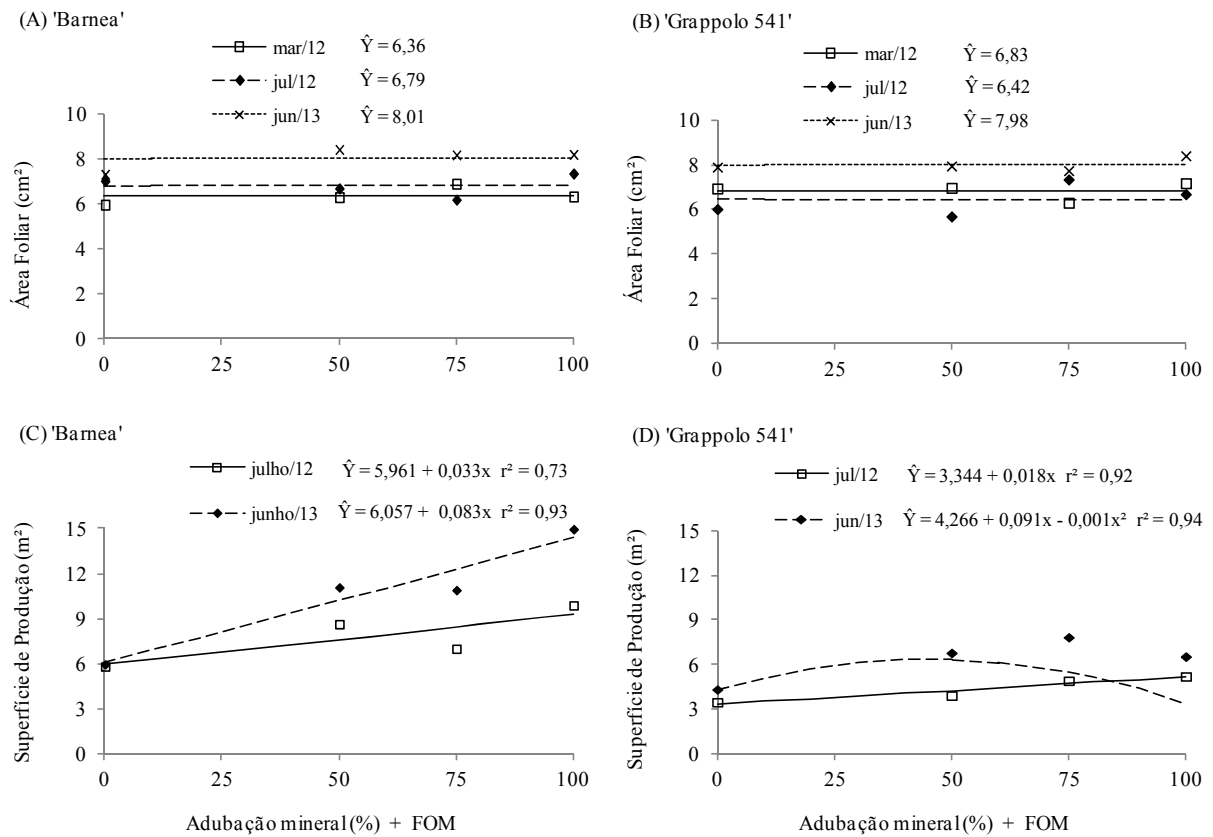
receberam 100% da adubação, em relação às plantas adubadas apenas com o organomineral (Figura 8D).

O maior crescimento vegetativo das oliveiras em função da adubação das plantas pode ser relacionado, principalmente, aos teores de N, que é um nutriente importante para o metabolismo de crescimento das plantas e, quando não é utilizado, pode ser estocado nos órgãos das plantas (BUSTAN et al., 2013), além do hábito de crescimento das cultivares, o que justifica os teores foliares de N após as adubações na variedade ‘Grappolo 541’, em março/2012 e em julho/2012 (8A e 8B). Assim, comparando-se o comportamento vegetativo, é possível relacionar que os maiores teores de N nas plantas da variedade ‘Grappolo 541’, que receberam 100% da adubação química recomendada, podem estar relacionados com o menor crescimento nessas plantas.

Makinde et al. (2010), pesquisando os efeitos de adubos orgânicos, NPK mineral na proporção de 15:15:15 e a mistura dos dois, organomineral, em *Amaranthus cruentus*, relataram que, usando separadamente dois tipos de formulações orgânicas acrescidos de NPK mineral na proporção de (1:1), constataram que houve aumento na produção de massa de matéria seca e fresca da planta. Os autores citam que a mistura de fontes orgânicas, que liberam os nutrientes lentamente, e inorgânicas, de mineralização rápida, promove efeito sinérgico entre ambos, liberando os nutrientes em uma taxa mais rápida para o solo, o que reflete em maior absorção de nutrientes e, conseqüentemente, maior desenvolvimento da planta.

Em relação à área foliar, os maiores valores foram observados aos oito meses após a segunda adubação (junho/2012), em ambas as variedades (Figuras 9A e 9B). Quanto à superfície de produção, observou-se, na ‘Barnea’, aumento linear em função da adubação química aos oito meses após as adubações, com acréscimos de 55,3%, em julho/2012 e 137,0%, em junho/2013, em relação às plantas sem adubação química. Na ‘Grappolo 541’, o aumento foi de 53,8%, em julho/2012 e de 48,53%, em junho/2013, nas plantas com adubação química estimada de 45,5% em relação àquelas adubadas apenas com o fertilizante organomineral (Figuras 9C e 9D).

A diferença de crescimento vegetativo na ‘Grappolo 541’ em relação à adubação pode estar relacionada ao hábito de crescimento sobre o aproveitamento de nutrientes, pois maiores teores de nutrientes observados nessa variedade podem estar relacionados com o seu hábito de crescimento mais lento, comportamento já relatado na variedade ‘Nabali’, quando comparada com as variedades ‘Grossa d’ España’, ‘Nabali Mohassan’ e ‘Manzanillo’ (FREIHAT; MASA´DEH, 2006).



**Figura 9.** Valores de área foliar (A e B) e superfície de produção (C e D) das variedades de oliveira 'Barnea' e 'Grappolo 541', aos oito meses (julho/2012), no primeiro ano e no segundo ano (junho/2013) após a fertilização organomineral (FOM). UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

Além dos fatores nutricionais, o crescimento vegetativo da oliveira é muito influenciado por fatores ambientais, pois, de acordo com Orlandi et al. (2013), o fotoperíodo curto limita completamente o desenvolvimento da copa da oliveira, enquanto o fotoperíodo longo promove o desenvolvimento acelerado desta. As altas temperaturas combinadas com elevadas precipitações pluviométricas, conforme as registradas neste trabalho durante o verão (Tabela 1), também favorecem o crescimento vegetativo das plantas.

No presente trabalho, apesar do menor crescimento vegetativo das plantas sem adubação química, o estado nutricional das variedades de oliveira apresentava teores semelhantes aos considerados adequados para a cultura (FERNÁNDEZ-ESCOBAR, 2008) e aos que vêm sendo observados em cultivares plantadas em algumas regiões produtoras no Brasil (MESQUITA et al., 2012). Entretanto, deve-se considerar que as plantas foram implantadas numa área recém-preparada e que, após a adubação com o fertilizante organomineral, houve melhorias nas propriedades químicas do solo. Em se tratando de

espécie perene, as adubações devem ser bem planejadas, observando-se a utilização dos nutrientes pelas variedades durante o crescimento vegetativo e reprodutivo, visando favorecer o desenvolvimento e a produtividade do olival, pois a aplicação excessiva de adubos minerais, sem considerar a variabilidade fenológica das plantas e as características relacionadas à área de cultivo, acarreta o aumento dos custos de produção e riscos ambientais (LÓPEZ-GRANADOS et al., 2004; BOUSSADIA et al., 2010).

## **5 CONCLUSÕES**

O comportamento nutricional das variedades de oliveira ‘Barnea’ e ‘Grappolo 541’ não foi alterado com a redução de 50% da adubação química e a aplicação de fertilizante organomineral.

A variedade ‘Barnea’, por seu hábito de crescimento rápido, apresentou menores teores foliares de nutrientes.

A redução da adubação química em 64,5%, com a aplicação de fertilizante organomineral, não interferiu no crescimento vegetativo da variedade ‘Grappolo 541’.

As características químicas do solo melhoraram com a aplicação do fertilizante organomineral.

A fertilização organomineral se mostrou uma excelente alternativa para solos classificados como Neossolos quartzarênicos.

## 6 REFERÊNCIAS

ABU-RAYYAN, A. Z.; SHATAT, F. A.; ABU-IRMAILEH, B. E. Response of fruit trees to composting of animal manures in the tree line. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 9, p. 492-495, 2011.

AGROLIVE – ‘Barnea’, Austrália. Disponível em:

<<http://www.agrolive.com.au/olivetreedetail.asp?Tree=2>> Acessado em: 20/05/2013.

ALVES FILHO, D. C.; NEUMANN, M.; RESTLE, J.; SOUZA, A. N. M.; PEIXOTO, L. A. O. Características agronômicas produtivas, qualidade e custo de produção de forragem em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam) fertilizada com dois tipos de adubo. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p. 143-149, 2003.

ALVES, J. A.; OLIVEIRA, A. F.; MACHADO, E. A. M.; SILVA, M. S.; MOREIRA, P. L.; DIOGO, R. C.; PEREIRA, J. D. Oliveira em Minas Gerais: história e agentes de desenvolvimento. In: OLIVEIRA, A. F. (Ed.). **Oliveira no Brasil: tecnologias de produção**. Belo Horizonte. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), 2012, p. 22-70.

ARAÚJO, P. O. L. C.; GONÇALVES, F. C.; RAMOS, J. D.; CHALFUN, N. N. J.; CARVALHO, G. J. Crescimento e percentual de emergência de plântulas de Citrumeleiro ‘Swingle’ em função dos substratos e das doses de corretivo à base de *Lithothamnium*, após cem dias da sementeira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, 2007.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas** (noções básicas). 2ed Jaboticabal: FUNEP, 41p. 2003.

BERTONCINI, E. I.; TERAMOTO, J. R. S. PRELA-PANTANO. A. **Desafios para produção de azeite no Brasil**, 2010. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2010\\_4/DesafioOliva/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2010_4/DesafioOliva/index.htm)>. Acesso em: 27/5/2013

BOURANIS, D. L.; ZAKYNTHINOS, G.; KAPETANOS, Ch.; CHORIANOPOULOU, S. N.; KITSAKI, C.; DROSSOPOULOS, J. B. Dynamics of nitrogen and phosphorus partition in four olive tree cultivars during bud differentiation. **Journal of Plant Nutrition**, v. 24, n. 10, p. 1535-1550, 2001.



BOUSSADIA, A.; STEPPE, K.; ZGALLAI, H.; BEN EL HADJ, S.; BRAHAM, M.; LEMEURE, R.; VAN LEBEKE, M. C. Effects of nitrogen deficiency on leaf photosynthesis, carbohydrate status and biomass production in two olive cultivars ‘Meski’ and ‘Koroneiki’. **Scientia Horticulturae**, v. 123, p. 336-342, 2010.

BUSTAN, A.; AVNI, A.; YERMIYAHU, U.; BEN-GAL, A.; RIOV, J.; EREL, R.; ZIPORI, I.; DAG, A. Interactions between fruit load and macroelement concentrations in fertigated olive (*Olea europaea* L.) trees under arid saline conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 152, p. 44-55, 2013.

CARNEIRO, P. A. P.; LOPES, P. S. N.; OLIVEIRA, N. C. C.; FERNANDES, L. A.; MELO, B. Produção de porta-enxerto de limão cravo, em resposta à adubação organomineral. **Bioscience Journal**, v. 27, p. 427-432, 2011.

CARVALHO, R. P.; CRUZ, M. C. M.; OLIVEIRA, A. F.; FAGUNDES, M. C. P. Teores foliares de dois cultivares de oliveira durante o crescimento vegetativo e o florescimento. **Revista Ceres**, Viçosa, Minas Gerais, v. 60. n. 4, p. 569-576, 2013.

CASTILLO-LLANQUE, F.; RAPOPORT, H. F.; Relationship between reproductive behavior and new shoot development in 5-year-old branches of olive trees (*Olea europaea* L.). **Trees**, v. 25, p. 823-832, 2011.

CHATZISSAVVIDIS, C.; THERIOS, I. Response of four olive (*Olea europaea* L.) cultivars to six B concentrations: Growth performance, nutrient status and gas exchange parameters. **Scientia Horticulturae**, v. 127, p. 29–38, 2010.

CHATZISTATHIS, T. A.; PAPADAKIS, I. E.; THERIOS, I. N.; GIANNAKOULA, A.; DIMASSI, K. Is chlorophyll fluorescence technique a useful tool to assess manganese deficiency and toxicity stress in olive plants? **Journal of Plant Nutrition**, v. 34, p. 98–114, 2011.

CHATZISTATHIS, T. A.; THERIOS, I. N.; ALIFRAGIS, D. Differential uptake, distribution within tissues, and use efficiency of manganese, iron and zinc by olive cultivars ‘Kothreiki’ and ‘Koroneiki’. **HortScience**, v. 44, n. 7, p. 1994-1999, 2009.

CHATZISTATHIS, T. A.; THERIOS, I. N.; ALIFRAGIS, D.; DIMASSI, K. Effect of sampling time and soil type on Mn, Fe, Zn, Ca, Mg, K and P concentrations of olive (*Olea europaea* L., cv. 'Koroneiki') leaves. **Scientia Horticulturae**, v. 126, p. 291 - 296, 2010.

CHOULIARAS, V.; TASIOULA, M.; CHATZISSAVVIDIS, C.; THERIOS, I.; TSABOLATIDOU, E. The effects of a seaweed extract in addition to nitrogen and boron fertilization on productivity, fruit maturation, leaf nutritional status and oil quality of the olive (*Olea europaea* L.) cultivar 'Koroneiki'. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 89, p. 984-988, 2009.

CORREA, J. B. Programa Interlaboratorial de Controle de Qualidade de Análise de Solo do Estado de Minas Gerais (PROFERT – MG), 1995.

DELGADO, A.; BENLLOCH, M.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. Mobilization of boron in olive trees during flowering and fruit development. **HortScience**, v. 29, p. 616-618, 1994.

DIAS, G. T. M. Granulados bioclásticos – Algas calcárias. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 18, n. 13, p. 307-318, 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA SPI, 2006. 306 p. il.

EREL, R.; DAG, A.; BEN-GAL, A.; SCHWARTZ, A.; YERMIYAHU, U. Flowering and Fruit Set of Olive Trees in Response to Nitrogen, Phosphorus, and Potassium. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 133, n. 5, p. 639-647, 2008.

EREL, R.; YERMIYAHU, U.; OPSTAL, J. V.; BEN-GAL, A.; SCHWARTZ, A.; DAG, A. The importance of olive (*Olea europaea* L.) tree nutritional status on its productivity, **Scientia Horticulturae**, v. 159, p. 8–18, 2013.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. IX - Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, Minas Gerais, 2007, p. 551-594.

ERRO, J.; URRUTIA, O.; SAN FRANCISCO, S.; GARCIA-MINA, J. M. Development and agronomical validation of new fertilizer compositions of high bioavailability and reduced

potential nutrient losses. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 7831-7839, 2007.

FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, p. 6-16, 1998.

FERNANDES, A. L. T.; SANTINATO, R.; DRUMOND, L. C. D.; OLIVEIRA, C. B. Avaliação do uso de fertilizantes organominerais e químicos na fertirrigação do cafeeiro irrigado por gotejamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.2, p.159-166, 2007.

FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. Fertilización. In: BARRANCO, D.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; RALLO, L. (Ed.). **El cultivo del olivo**. 6.ed.rev. amp. Madrid: Mundi-Prensa, 2008. p. 299-336.

FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; GARCÍA-NOVELO, J. M.; MOLINA-SORIA, C.; PARRA, M. An approach to nitrogen balance in olive orchards. **Scientia Horticulturae**, v. 135, p. 219–226, 2012.

FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; MARIN, L.; SÁNCHEZ-ZAMORA, M. A.; GARCÍA-NOVELO, J. M.; MOLINA-SORIA, C.; PARRA, M. A.; Long-term effects of nitrogen fertilization on cropping and growth of olive trees and on nitrogen accumulation in soil profile. **European Journal of Agronomy**, v. 31, p. 223–232, 2009a.

FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; PARRA, M. A.; NAVARRO, C.; ARQUERO, O.; Foliar diagnosis as a guide to olive fertilization. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 7, n. 1, p. 212-223, 2009b.

FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; BELTRÁN, G.; SÁNCHEZ-ZAMORA, M. A.; GARCÍA-NOVELO, J.; AGUILERA, M. P.; UCEDA, M. Olive oil quality decreases with nitrogen over-fertilization. **HortScience**, v. 41, n. 1, p. 215-219, 2006.

FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; MORENO, R.; GARCÍA-CREUS, M. Seasonal changes of mineral nutrients in olive leaves during the alternate-bearing cycle. **Scientia Horticulturae**, v. 82, p. 25-45, 1999.

FREIHAT, N. M. & MASA'DEH, Y. K. Response two-year-old trees of four olive cultivars to fertilization. **American-Eurasian Journal of Agriculture & Environmental Science**, v. 1, n. 3, p. 185-190, 2006.

HAFLE, O. M.; SANTOS, V. A.; RAMOS, J. D.; CRUZ, M. C. M.; MELO, P. C. Produção de mudas de mamoeiro utilizando Bokashi e Lithothamnium. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n.1, 2009.

INMET – Boletim Agroclimatológico (2011, 2012 e 2013). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=agrometeorologia/boletinsAgroclimatologicos>> Acesso em: 15 de julho de 2013.

INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL – IOC. World olive oil figures, Madrid, 2012. Disponível em: <<http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/131-world-olive-oil-figures>> Acesso em: 01 de maio de 2013.

KAILIS, S. G.; HARRIS, D. Chapter 3: Producing quality raw olives. In: KAILIS, S. G.; HARRIS, D. **Producing Table Olives**. Editora Landlinks Press, 2º Ed, p. 67-130, 2007.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica CERES, 1985. 492p.

KIRKBY, E.; RÖMHEL, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. **International Plant Nutrition Institute**. 24p. (Encarte técnico: Informações Agronômicas, nº 118), 2007.

LAVEE, S.; RALLO, L.; RAPOPORT, H. F.; TRONCOSO, A. The floral biology of the olive II. The effect of inflorescence load and distribution per shoot on fruit set and load. **Scientia Horticulturae**, v. 82, p. 181-192, 1999.

LÓPEZ-GRANADOS, F.; JURADO-EXPÓSITO, M.; ÁLAMO, S.; GARCÍA-TORRES, L. Leaf nutrient spatial variability and site-specific fertilization maps within olive (*Olea europaea* L.) orchards. **European Journal of Agronomy**, v. 21, p. 209-222, 2004.

MAKINDE, E. A.; AYENI, L. S.; OJENIYI, S. O. Morphological Characteristics of *Amaranthus Cruentus* L. as Influenced by Kola Pod Husk, Organomineral and NPK Fertilizers in Southwestern Nigeria. **New York Science Journal**, v. 3, 2010.

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

MELGAR, J. C.; MOHAMED, Y.; SERRANO, N.; GARCÍA-GALAVÍS, P. A.; NAVARRO, C.; PARRA, M. A.; BENLLOCH, M.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. Long term responses of olive trees to salinity. **Agricultural Water Management**, v. 96, p. 1105-1113, 2009.

NAVARRO, C.; PARRA, M. A. Plantación In: BARRANCO, D.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; RALLO, L. (Ed.). **El cultivo del olivo**. 6.ed.rev. amp. Madrid: Mundi-Prensa, 2008. p. 198-238.

MELO, P. C.; FURTINI NETO, A. E. Avaliação do Lithothamnium como corretivo da acidez do solo e fonte de nutrientes para o feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.3, 2003.

MENDONÇA, V.; ORBES, M. Y.; ABREU, N. A. A.; RAMOS, J. D.; TEIXEIRA, G. A.; SOUZA, H. A. Qualidade de mudas de maracujazeiro-amarelo formados em substrato com diferentes níveis de *Lithothamnium*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.5, 2006.

MESQUITA, H. A.; FRÁGUAS, J. C.; PAULA, M. B. Adubação e nutrição da oliveira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 231, p. 68-72, 2006.

MESQUITA, H. A.; NAVARRO GARCÍA, C.; COSTA, E. L. Solos, aspectos nutricionais e sugestões de fertilização. In: OLIVEIRA, A. F. (Ed.). **Oliveira no Brasil: tecnologias de produção**. Belo Horizonte. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), 2012, p. 385-432.

MORALES-SILLERO, A.; FERNÁNDEZ, J. E.; ORDOVÁS, J.; SUÁREZ, M. P.; PÉREZ, J. A.; LIÑÁN, J.; LÓPEZ, E. P.; GIRÓN, I.; TRONCOSO, A. Plant-soil interactions in a fertigated 'Manzanilla de Sevilla' olive orchard. **Plant Soil**, v. 319, p. 147–162, 2009.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; MARQUES, V. B. Produção e qualidade de frutos de Pitaia-Vermelha com adubação orgânica e granulado bioclástico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, Volume Especial, p. 762-766, 2011.

NATALE, W.; ROZANE, D. E.; PARENT, L. E.; PARENT, S. E. Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1294-1306, 2012.

ORLANDI, F.; GARCIA-MOZO, H.; BEN DHIAB, A.; GALÁN, C.; MSALLEM, M.; ROMANO, B.; ABICHOU, M.; DOMINGUEZ-VILCHES, E.; FORNACIARI, M. Climatic indices in the interpretation of the phenological phases of the olive in mediterranean areas during its biological cycle. **Climatic Change**, v. 116, n. 2, p. 263-284, 2013.

PAULUS, E. **Avaliação do crescimento inicial de oliveira “Arbequina” em diferentes manejos do solo e dosagens de fósforo**. 2011. 83 f. Dissertação (Mestrado Ciência do solo)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

RAPOPORT, H. F.; HAMMAMIA, S. B. M.; MARTINS, P.; PEREZ-PRIEGO, O.; ORGAZA, F. Influence of water deficits at different times during olive tree inflorescence and flower development. **Environmental and Experimental Botany**, v. 77, p. 227 - 233, 2012.

RESTREPO-DIAZ, H.; BENLLOCH, M.; NAVARRO, C.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. Potassium fertilization of rainfed olive orchards. **Scientia Horticulturae**, v. 116, p. 399–403, 2008.

RÍO, C.; CABALLERO, J. M. Caracterização de variedades de oliveira no Banco Mundial de Germoplasma de Córdoba – Espanha. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 231, p. 18-26, 2006.

RODRIGUES, M. A.; FERREIRA, I. Q.; CLARO, A. M.; ARROBAS, M. Fertilizer recommendations for olive based upon nutrients removed in crop and Pruning. **Scientia Horticulturae**, v. 142, p. 205-211, 2012.

SEGAL, E.; DAG, A.; BEN-GAL, A.; ZIPORI, I.; EREL, R.; SURYANO, S.; YERMIYAHU, U. Olive orchard irrigation with reclaimed wastewater: Agronomic and environmental considerations. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 140, p. 454-461, 2011.

SHEREEN. A. S.; EL-TAWEEL, A. A.; AL-KHATEEB. A. Effect of using Olive Vegetation Water (OVW) on growth, flowering and yield of 'Manzanillo' olive trees. **Journal of American Science**, v. 7, n. 9, p. 501-510, 2011.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, Minas Gerais, 2007, p. 205-274.

SOUZA, H. A.; MENDONÇA, V.; RAMOS, J. D.; FERREIRA, E. A.; ALENCAR, R. D. Doses de lithothamnium e diferentes substratos na produção de mudas de maracujazeiro-doce. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.4, p.24-30, 2007.

SOUZA, H. A.; RAMOS, J. D.; MELO, P. C.; HAFLE, O. M.; RODRIGUES, H. C. A.; SANTOS, V. A. Avaliação de doses e produtos corretores da acidez em variáveis biométricas na produção de mudas de maracujazeiro. **Acta scientiarum**, Maringá, v. 31, p. 607-612, 2009.

VIEIRA, J. P. G.; SOUZA, M. J. H.; TEIXEIRA, J. M.; CARVALHO, F. P. Estudo da precipitação mensal durante a estação chuvosa em Diamantina, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.7, p. 762-767, 2010.

VIEIRA NETO, J.; SILVA, L. F. O.; LÚCIO, A. D.; OLIVEIRA, A. F.; OLIVEIRA, M. C. Formulações comerciais de fertilizantes foliares na finalização de mudas de variedades de oliveira. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 125-131, 2011.

VILLA, F.; OLIVEIRA, A. F. Origem e expansão da oliveira na América Latina. In: OLIVEIRA, A. F. (Ed.). **Oliveira no Brasil: tecnologias de produção**. Belo Horizonte. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), 2012, p. 21-38.

## **ANEXOS**



Tabela 1A – Análise química do solo da área experimental nas profundidades de 0-20 e de 20-40 cm, na época do plantio das duas variedades de oliveira, junho de 2010. UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

Profundidade (cm)	pH	P	K	Ca	Mg	Al <sup>3+</sup>	H + Al
	H <sub>2</sub> O	-----mg dm <sup>-3</sup> -----		-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			
0-20	5,2	1,6	22	0,6	0,2	0,6	3,7
20-40	5,1	2,4	14	0,5	0,2	1,0	3,3
Profundidade (cm)	SB	t	T	V	m	M.O.	
	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			-----%-----	-----dag dm <sup>-3</sup> -----		
0-20	0,9	1,5	4,6	19,0	41,0	1,2	
20-40	0,7	1,7	4,0	18,0	58,0	0,8	

<sup>1</sup>SB soma de bases; t - CTC efetiva; T - CTC a pH 7,0; V - saturação de bases; m - índice de saturação de alumínio

Tabela 2A - Análise química do solo da área experimental na profundidade de 0 a 20 cm, aos oito meses após o plantio das variedades de oliveira no campo. UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

Profundidade (cm)	pH	P	K	Ca	Mg	Al <sup>3+</sup>	H + Al
	H <sub>2</sub> O	-----mg dm <sup>-3</sup> -----			----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----		
0-20	6,2	12,59	30,7	1,36	0,44	0,01	1,50
Profundidade (cm)	SB	t	T	V	m	M.O	
	----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			----- % -----	----- dag kg <sup>-1</sup> -----		
0-20	1,88	1,89	3,38	56,0	1,0	1,2	

<sup>1</sup>SB soma de bases; t - CTC efetiva; T - CTC a pH 7,0; V - saturação de bases; m - índice de saturação de Alumínio

Tabela 3A - Resumo da análise de variância para os teores de P, K, Ca, Mg no solo cultivado com as variedades de oliveira 'Barnea' e 'Grappolo 541'. UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

F.V.	G.L.	Quadrado médio			
		P	K	Ca	Mg
Bloco	2	9,058 <sup>ns</sup>	155,365 <sup>ns</sup>	2,710 <sup>ns</sup>	0,104 <sup>ns</sup>
Adubação (A)	3	305,778 <sup>**</sup>	1073,613 <sup>*</sup>	0,627 <sup>ns</sup>	0,513 <sup>ns</sup>
Variedade (V)	1	152,082 <sup>**</sup>	32,074 <sup>ns</sup>	0,086 <sup>ns</sup>	0,403 <sup>ns</sup>
A x V	3	95,816 <sup>**</sup>	734,627 <sup>ns</sup>	1,542 <sup>ns</sup>	0,159 <sup>ns</sup>
Resíduo (1)	14	7,089	257,149	0,927	0,190
Época (E)	3	1437,505 <sup>**</sup>	8272,789 <sup>**</sup>	12,268 <sup>**</sup>	5,253 <sup>**</sup>
E x V	3	261,592 <sup>**</sup>	489,270 <sup>**</sup>	0,194 <sup>ns</sup>	0,546 <sup>*</sup>
E x A	9	274,436 <sup>**</sup>	123,863 <sup>ns</sup>	1,283 <sup>ns</sup>	1,273 <sup>**</sup>
E x V x A	9	44,920 <sup>**</sup>	370,901 <sup>**</sup>	0,818 <sup>ns</sup>	0,460 <sup>*</sup>
Resíduo (2)	48	4,116	95,340	0,836	0,174
CV1 (%)	-	25,15	33,13	62,44	53,90
CV2 (%)	-	19,16	20,17	61,54	51,16

\*\* F significativo a 1%; \* F significativo a 5%; <sup>ns</sup> F não significativo a 5%

Tabela 4A – Resumo da análise de variância para o pH, saturação por alumínio (m), saturação por bases (V), acidez potencial (H + Al), CTC efetiva (t), CTC potencial (T), soma de bases (SB) e matéria orgânica (MO) no solo cultivado com as variedades de oliveira ‘Barnea’ e ‘Grappolo 541’. UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

F.V.	G.L.	Quadrado médio							
		pH	m	V	H + Al	T	t	SB	MO
Bloco	2	0,088 <sup>ns</sup>	3,711 <sup>n.s.</sup>	347,542 <sup>ns</sup>	0,653 <sup>ns</sup>	5,543 <sup>ns</sup>	3,348 <sup>ns</sup>	3,357 <sup>ns</sup>	1,104 <sup>ns</sup>
Adubação (A)	3	2,327 <sup>**</sup>	279,496 <sup>**</sup>	588,181 <sup>*</sup>	1,641 <sup>*</sup>	0,987 <sup>ns</sup>	0,643 <sup>ns</sup>	0,876 <sup>ns</sup>	0,041 <sup>ns</sup>
Variedade (V)	1	0,631 <sup>ns</sup>	0,940 <sup>ns</sup>	228,167 <sup>ns</sup>	0,211 <sup>ns</sup>	0,181 <sup>ns</sup>	0,849 <sup>ns</sup>	0,783 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>
A x V	3	0,419 <sup>ns</sup>	56,898 <sup>*</sup>	202,694 <sup>ns</sup>	0,656 <sup>ns</sup>	0,445 <sup>ns</sup>	1,004 <sup>ns</sup>	1,178 <sup>ns</sup>	0,231 <sup>ns</sup>
Resíduo (1)	14	0,171	12,276	122,506	0,411	1,289	1,074	1,154	0,319
Época (E)	3	1,219 <sup>**</sup>	806,218 <sup>**</sup>	3178,069 <sup>**</sup>	4,506 <sup>**</sup>	35,638 <sup>**</sup>	26,986 <sup>**</sup>	29,150 <sup>**</sup>	0,496 <sup>**</sup>
E x V	3	0,694 <sup>*</sup>	4,093 <sup>ns</sup>	78,639 <sup>ns</sup>	0,599 <sup>ns</sup>	0,521 <sup>ns</sup>	0,195 <sup>ns</sup>	0,186 <sup>ns</sup>	0,049 <sup>ns</sup>
E x A	9	0,891 <sup>**</sup>	148,898 <sup>**</sup>	455,542 <sup>**</sup>	1,222 <sup>**</sup>	2,186 <sup>ns</sup>	1,834 <sup>ns</sup>	2,035 <sup>ns</sup>	0,010 <sup>ns</sup>
E x V x A	9	0,158 <sup>ns</sup>	52,366 <sup>**</sup>	251,204 <sup>*</sup>	0,238 <sup>ns</sup>	0,885 <sup>ns</sup>	1,194 <sup>ns</sup>	1,466 <sup>ns</sup>	0,085 <sup>ns</sup>
Resíduo (2)	48	0,171	7,289	92,983	0,232	1,342	1,021	1,095	0,073
CV1 (%)	-	7,35	41,76	25,68	23,92	22,82	42,69	40,82	56,30
CV2 (%)	-	7,36	32,18	22,37	17,97	23,29	41,61	43,61	46,09

\*\* F significativo, a 1%; \* F significativo, a 5%; <sup>ns</sup> F não significativo, a 5%

Tabela 5A - Resumo da análise de variância para os teores de boro (B) cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) no solo cultivado com as variedades de oliveira 'Barnea' e 'Grappolo 541'. UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

F.V.	G.L.	Quadrado médio				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Bloco	2	0,000 <sup>ns</sup>	0,264 <sup>ns</sup>	488,269 <sup>ns</sup>	47,709 <sup>ns</sup>	3,348 <sup>ns</sup>
Adubação (A)	3	0,960 <sup>**</sup>	0,239 <sup>ns</sup>	163,963 <sup>ns</sup>	252,929 <sup>**</sup>	1,052 <sup>ns</sup>
Variedade (V)	1	0,016 <sup>ns</sup>	0,458 <sup>ns</sup>	1644,325 <sup>ns</sup>	0,079 <sup>ns</sup>	2,151 <sup>ns</sup>
A x V	3	0,263 <sup>ns</sup>	0,465 <sup>ns</sup>	459,336 <sup>ns</sup>	261,792 <sup>**</sup>	2,886 <sup>ns</sup>
Resíduo (1)	14	0,108	0,574	599,587	43,206	3,366
Época (E)	3	13,205 <sup>**</sup>	13,001 <sup>**</sup>	22557,493 <sup>**</sup>	2354,280 <sup>**</sup>	17,415 <sup>**</sup>
E x V	3	2,560 <sup>**</sup>	1,029 <sup>ns</sup>	315,522 <sup>ns</sup>	266,828 <sup>**</sup>	2,010 <sup>ns</sup>
E x A	9	0,610 <sup>**</sup>	0,473 <sup>ns</sup>	413,838 <sup>ns</sup>	105,769 <sup>*</sup>	2,809 <sup>ns</sup>
E x V x A	9	0,683 <sup>**</sup>	0,534 <sup>ns</sup>	135,320 <sup>ns</sup>	96,791 <sup>*</sup>	3,81 <sup>ns</sup>
Resíduo (2)	48	0,149	0,290	215,822	42,771	2,290
CV1 (%)	-	26,06	41,63	31,45	31,31	48,86
CV2 (%)	-	30,62	36,71	18,87	31,10	22,79

\*\* F significativo, a 1%; \* F significativo, a 5%; <sup>ns</sup> F não significativo, a 5%

Tabela 6A – Resumo da análise de variância para os teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) nas variedades de oliveira ‘Barnea’ e ‘Grappolo 541’. UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

F.V.	G.L.	Quadrado médio					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	2	0,595 <sup>ns</sup>	0,025 <sup>ns</sup>	5,501 <sup>ns</sup>	22,728 <sup>ns</sup>	0,044 <sup>ns</sup>	0,103 <sup>ns</sup>
Adubação (A)	3	68,890 <sup>**</sup>	1,050 <sup>**</sup>	6,518 <sup>ns</sup>	13,605 <sup>ns</sup>	0,019 <sup>ns</sup>	0,247 <sup>ns</sup>
Variedade (V)	1	43,997 <sup>*</sup>	4,301 <sup>**</sup>	66,633 <sup>**</sup>	59,630 <sup>ns</sup>	0,988 <sup>**</sup>	0,480 <sup>ns</sup>
A x V	3	5,303 <sup>ns</sup>	0,022 <sup>ns</sup>	1,691 <sup>ns</sup>	14,124 <sup>ns</sup>	0,014 <sup>ns</sup>	0,112 <sup>ns</sup>
Resíduo (1)	14	6,989	0,066	4,402	24,307	0,042	0,169
Época (E)	3	276,686 <sup>**</sup>	1,423 <sup>**</sup>	29,958 <sup>**</sup>	304,820 <sup>**</sup>	0,646 <sup>**</sup>	1,822 <sup>**</sup>
E x V	3	33,603 <sup>**</sup>	0,186 <sup>ns</sup>	2,493 <sup>ns</sup>	12,396 <sup>ns</sup>	0,065 <sup>*</sup>	1,019 <sup>**</sup>
E x A	9	16,020 <sup>*</sup>	0,439 <sup>**</sup>	2,380 <sup>ns</sup>	7,358 <sup>ns</sup>	0,015 <sup>ns</sup>	0,182 <sup>ns</sup>
E x V x A	9	9,984 <sup>ns</sup>	0,187 <sup>ns</sup>	6,752 <sup>*</sup>	7,776 <sup>ns</sup>	0,020 <sup>ns</sup>	0,133 <sup>ns</sup>
Resíduo (2)	48	6,883	0,107	2,593	12,205 <sup>ns</sup>	0,023	0,212
CV1 (%)	-	12,83	13,92	13,79	27,52	29,03	24,55
CV2 (%)	-	12,73	17,63	10,59	19,50	22,06	27,47

\*\* F significativo, a 1%; \* F significativo, a 5%; <sup>ns</sup> F não significativo, a 5%

Tabela 7A – Resumo da análise de variância para os teores foliares de boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), e zinco (Zn) nas variedades de oliveira ‘Barnea’ e ‘Grappolo 541’. UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

F.V.	G.L.	Quadrado médio				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
Bloco	2	32,113*	897,220 <sup>ns</sup>	431,767 <sup>ns</sup>	185,026**	4,599 <sup>ns</sup>
Adubação (A)	3	4,902 <sup>ns</sup>	2,474 <sup>ns</sup>	5850,309**	232,499**	58,464**
Variedade (V)	1	2,947 <sup>ns</sup>	1739,189 <sup>ns</sup>	17051,737**	1422,190**	595,907**
A x V	3	14,217 <sup>ns</sup>	306,084 <sup>ns</sup>	610,037 <sup>ns</sup>	20,276 <sup>ns</sup>	51,014**
Resíduo (1)	14	6,693	440,643	635,795	28,291	8,675
Época (E)	3	1729,028**	155898,491**	70706,475**	1409,240**	304,720**
E x V	3	21,141*	2219,321**	8640,668**	252,543**	122,473**
E x A	9	9,013 <sup>ns</sup>	1425,600**	514,459 <sup>ns</sup>	116,555**	45,599**
E x V x A	9	16,664*	414,14 <sup>ns</sup>	553,235 <sup>ns</sup>	70,157 <sup>ns</sup>	61,376**
Resíduo (2)	48	7,527	484,947	646,717	34,668	5,608
CV1 (%)	-	13,51	24,02	16,95	22,05	13,13
CV2 (%)	-	14,33	25,68	17,09	24,41	10,56

\*\* F significativo, a 1%;\* F significativo, a 5%;<sup>ns</sup> F não significativo, a 5%

Tabela 8A - Resumo da análise de variância para a diferença no crescimento vegetativo das variedades de oliveira 'Barnea' e 'Grappolo 541', após a fertilização organomineral. UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

F.V.	G.L.	Quadrado médio		
		Altura	Diâmetro do caule	Área foliar
Bloco	2	6,108 <sup>ns</sup>	2,608 <sup>ns</sup>	0,180 <sup>ns</sup>
Adubação (A)	3	2898,093 <sup>**</sup>	172,897 <sup>**</sup>	0,800 <sup>ns</sup>
Variedade (V)	1	5120,045 <sup>**</sup>	266,574 <sup>**</sup>	0,009 <sup>ns</sup>
A x V	3	403,862 <sup>*</sup>	18,693 <sup>*</sup>	0,184 <sup>ns</sup>
Resíduo (1)	14	77,629	3,597	0,352
Época (E)	2	24937,551 <sup>**</sup>	1193,299 <sup>**</sup>	15,639 <sup>**</sup>
E x V	2	4106,974 <sup>**</sup>	81,858 <sup>**</sup>	1,095 <sup>ns</sup>
E x A	6	1566,255 <sup>**</sup>	76,905 <sup>**</sup>	0,306 <sup>ns</sup>
E x V x A	6	203,692 <sup>*</sup>	7,820 <sup>ns</sup>	1,310 <sup>ns</sup>
Resíduo (2)	32	84,322	3,419	0,885
CV1 (%)	-	26,30	22,88	8,41
CV2 (%)	-	27,41	22,31	13,32



Tabela 9A - Resumo da análise de variância para a superfície de produção nas variedades de oliveira 'Barnea' e 'Grappolo 541', após a fertilização organomineral. UFVJM, Campus JK, Diamantina, MG.

F.V.	G.L.	Quadrado médio
		Superfície de produção
Bloco	2	10,887**
Adubação (A)	3	37,827**
Variedade (V)	1	183,223**
A x V	3	12,792**
Resíduo (1)	14	1,227
Época (E)	1	71,785**
E x V	1	2,439 <sup>ns</sup>
E x A	3	5,345*
E x V x A	3	3,122 <sup>ns</sup>
Resíduo (2)	16	1,232
CV1 (%)	-	15,11
CV2 (%)	-	15,14