

Global Maize Project: Experimento de Ponta Grossa (PR)

RELATÓRIO DO ANO DE 2011

PROJETO DE PESQUISA – PARCERIA PÚBLICO-PRIVADA ENTRE AS SEGUINTE INSTITUIÇÕES:

- **Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)**
- **Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária (Fundação ABC)**
- **International Plant Nutrition Institute (IPNI)**

ADRIEL FERREIRA DA FONSECA & GABRIEL BARTH
(Colaboradores Locais)

Fevereiro – 2012

1. INTRODUÇÃO

Neste relatório são apresentadas algumas informações básicas sobre a área onde foi instalado o experimento do Global Maize Project (GMP) – Ponta Grossa Master Site. Serão apresentadas informações sobre o rendimento médio das culturas de outono-inverno de 2011 e a situação atual das culturas de primavera-verão de 2012.

2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO, DELINEAMENTO EXPERIMENTAL, TRATAMENTOS E SITUAÇÃO DAS CULTURAS ANTECESSORA AO MILHO

O experimento foi instalado em maio/2011 na Estação Experimental de Ponta Grossa, em área administrada pela Fundação ABC – Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário, localizada ao lado da Rodovia PR 151 km 318, município de Ponta Grossa (PR). O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico.

De acordo com a classificação de Köppen, o tipo climático predominante no município de Ponta Grossa é o Cfb – clima temperado, caracterizado por apresentar temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida (IAPAR, 2011).

A área experimental vem sendo manejado sob sistema plantio direto (SPD) consolidado e inclui a seguinte sucessão de culturas: aveia preta (2007) / soja (2007-08), aveia preta (2008) / milho (2008-09), trigo (2009) / soja (2009-10) e aveia preta (2010) / soja (2010-11). Durante esse período, a área não recebeu aplicação de calcário. Por ocasião da demarcação do experimento, em abril/2011 (Figura 1), o solo possuía os atributos químicos mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Atributos químicos da área antes da instalação do experimento.

Camada	pH (CaCl ₂)	Al	Ca	Mg	K	P (Melich-1)	COT ⁽¹⁾
cm		mmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³	g dm ⁻³
0-5	5,6	0,0	41,3	23,0	5,3	16,1	19,6
5-10	5,0	0,0	26,3	15,2	3,0	14,3	13,5
10-20	4,6	2,5	19,1	12,0	2,3	8,7	11,9
20-30	4,7	1,4	19,2	11,3	2,5	0,8	10,2

⁽¹⁾ COT: carbono orgânico total (método Walkley-Black)



Figura 1. Visualização geral do local por ocasião da demarcação da área experimental, delimitação das parcelas e amostragens (deformada e indeformada) de solo, na segunda quinzena de abril/2011.

Trata-se de um solo que possui boa fertilidade em fósforo (P) e potássio (K) quando comparado aos solos da região, baixa acidez e altos teores de carbono orgânico total. Essa área, sem dúvida, tem potencial para a obtenção de rendimentos de grãos de soja e milho superiores a 4,0 e 10,0 Mg ha⁻¹, respectivamente.

O experimento foi instalado após a colheita da cultura da soja (2010-11), empregando-se delineamento experimental de blocos completos ao acaso em parcela subdividida, com quatro repetições (Figura 2). As parcelas (36 x 9,5 m) consistiram de três sistemas de manejo:

- a) *FM – Farmer Practice*: sucessão das culturas de aveia preta (cobertura do solo) / milho (produção de grãos) / trigo (produção de grãos) / soja (produção de grãos).
- b) *FM+Silagem – Farmer Practice with Silage Production*: sucessão das culturas de aveia branca (produção de silagem pré-secada) / milho (produção de grãos) / azevém anual (produção de silagem pré-secada) / soja (produção de grãos);
- c) *EI – Ecological Intensification*: sucessão das culturas de ervilha forrageira (cobertura do solo) / milho (produção de grãos) / aveia preta (cobertura do solo) / soja (produção de grãos).

GMP 2011

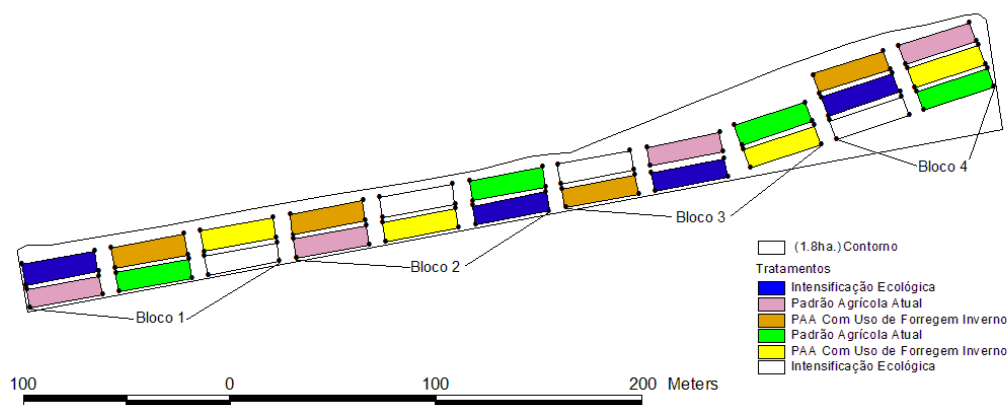
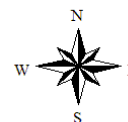


Figura 2. Croqui da área experimental do *Global Maize Project* de Ponta Grossa.

As subparcelas (9,5 x 9,0 m) consistiram da aplicação de nitrogênio (na forma de uréia – 450 g kg⁻¹ de N), em cobertura, nas doses de 0, 70, 140 e 210 kg ha⁻¹. O nitrogênio foi aplicado apenas na cultura do milho, quando esta se encontrava no estágio V4. O arranjo das parcelas em campo, espaço para tráfego/manobras de máquinas, etc. podem ser observados na Figura 3.

Todas as culturas receberam os devidos tratos culturais e fertilizações em conformidade com o padrão regional, de modo a permitir adequado crescimento e desenvolvimento vegetal. Salienta-se que o milho recebeu 40 kg ha⁻¹ de N junto à sementeira e as demais doses deste nutriente, de acordo com os tratamentos empregados nas subparcelas.

Devido ao fato de o estudo implicar na necessidade de cultivo todo ano na área, o experimento foi duplicado. Detalhes da sucessão de culturas empregados no estudo podem ser observados na Tabela 2.

As culturas de inverno foram semeadas e conduzidas de modo a utilizar espaçamento entrelinhas, fertilização e tratos culturais convencionalmente recomendados pela Fundação

ABC. Os estandes médios de aveia preta, aveia branca e azevém anual, nas parcelas, foram de 170, 313 e 367 plantas m⁻².



Figura 3. Arranjo das unidades experimentais em campo indicando as dimensões das subparcelas, espaço entre parcelas (para tráfego/manobra de máquinas) e entre blocos. Nota-se, nesta figura, que os blocos foram colocados um ao lado do outro para facilitar a visualização. A disposição correta desses blocos no campo é mostrada na Figura 2.

3. FITOMASSA E ACÚMULO DE NUTRIENTES NA PARTE AÉREA DAS PLANTAS DE COBERTURA DE SOLO ANTECESSORAS AO MILHO E À SOJA

Foram avaliados os acúmulos de macronutrientes na parte aérea das plantas de aveia preta, aveia branca e ervilha forrageira, que antecederam as culturas de milho ou soja. Desse modo, foram amostrados aleatoriamente 1,0 m² por unidade experimental e colhida toda parte

Tabela 2. Esquema apresentando as sucessões de culturas e doses de nitrogênio (em cobertura no milho) utilizadas no experimento nos quatro primeiros anos do *Global Maize Project*, em Ponta Grossa (PR).

Parcela	ID.	Subparcela	2011/12		2012/13		2013/14		2014/15		Dose de N ⁽¹⁾ (kg ha ⁻¹)
			Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	
<i>Farmer Practice</i>	1A.1	1	Trigo	Soja	Aveia preta	Milho	Trigo	Soja	Aveia preta	Milho	0
	1A.2	2	Trigo	Soja	Aveia preta	Milho	Trigo	Soja	Aveia preta	Milho	70
	1A.3	3	Trigo	Soja	Aveia preta	Milho	Trigo	Soja	Aveia preta	Milho	140
	1A.4	4	Trigo	Soja	Aveia preta	Milho	Trigo	Soja	Aveia preta	Milho	210
	1B.1	5	Aveia preta	Milho	Trigo	Soja	Aveia preta	Milho	Trigo	Soja	0
	1B.2	6	Aveia preta	Milho	Trigo	Soja	Aveia preta	Milho	Trigo	Soja	70
	1B.3	7	Aveia preta	Milho	Trigo	Soja	Aveia preta	Milho	Trigo	Soja	140
	1B.4	8	Aveia preta	Milho	Trigo	Soja	Aveia preta	Milho	Trigo	Soja	210
<i>Farmer Practice with Silage Production</i>	2A.1	9	Aveia branca	Milho	Azevém anual	Soja	Aveia branca	Milho	Azevém anual	Soja	0
	2A.2	10	Aveia branca	Milho	Azevém anual	Soja	Aveia branca	Milho	Azevém anual	Soja	70
	2A.3	11	Aveia branca	Milho	Azevém anual	Soja	Aveia branca	Milho	Azevém anual	Soja	140
	2A.4	12	Aveia branca	Milho	Azevém anual	Soja	Aveia branca	Milho	Azevém anual	Soja	210
	2B.1	13	Azevém anual	Soja	Aveia branca	Milho	Azevém anual	Soja	Aveia branca	Milho	0
	2B.2	14	Azevém anual	Soja	Aveia branca	Milho	Azevém anual	Soja	Aveia branca	Milho	70
	2B.3	15	Azevém anual	Soja	Aveia branca	Milho	Azevém anual	Soja	Aveia branca	Milho	140
	2B.4	16	Azevém anual	Soja	Aveia branca	Milho	Azevém anual	Soja	Aveia branca	Milho	210
<i>Ecological Intensification</i>	3A.1	17	Ervilha	Milho	Aveia preta	Soja	Ervilha	Milho	Aveia preta	Soja	0
	3A.2	18	Ervilha	Milho	Aveia preta	Soja	Ervilha	Milho	Aveia preta	Soja	70
	3A.3	19	Ervilha	Milho	Aveia preta	Soja	Ervilha	Milho	Aveia preta	Soja	140
	3A.4	20	Ervilha	Milho	Aveia preta	Soja	Ervilha	Milho	Aveia preta	Soja	210
	3B.1	21	Aveia preta	Soja	Ervilha	Milho	Aveia preta	Soja	Ervilha	Milho	0
	3B.2	22	Aveia preta	Soja	Ervilha	Milho	Aveia preta	Soja	Ervilha	Milho	70
	3B.3	23	Aveia preta	Soja	Ervilha	Milho	Aveia preta	Soja	Ervilha	Milho	140
	3B.4	24	Aveia preta	Soja	Ervilha	Milho	Aveia preta	Soja	Ervilha	Milho	210

⁽¹⁾ Todas as subparcelas contendo milho receberam (ou receberão) 40 kg ha⁻¹ de N junto à adubação de semeadura. Portanto, as doses apresentadas nessa tabela se referem àquelas aplicadas em cobertura (na forma de ureia), por ocasião do estágio V4.

das plantas de cobertura para avaliação da massa verde. Subamostras foram retiradas, acondicionadas em sacos de papel e encaminhadas para o laboratório, onde foram realizados os procedimentos de (i) lavagem com água deionizada; (ii) secagem em estufa a 65°C com circulação forçada de ar até atingir massa constante; (iii) quantificação da MS; (iv) moagem em moinho do tipo “Wiley” equipado com malha de 0,85 mm, seguido de armazenagem em recipientes plásticos tampados até a realização das análises químicas; (v) determinações analíticas, empregando-se os métodos sugeridos por Malavolta et al. (1997). As concentrações de N foram determinadas mediante digestão sulfúrica e leitura pelo método semi-micro-Kjeldahl. A determinação das concentrações de P, K, Ca, Mg e S foram realizadas mediante digestão nítrico-perclórica e leitura por (i) espectrofotometria de absorção molecular para P e S; (ii) espectrofotometria de emissão em chama para K; e (iii) espectrofotometria de absorção atômica para Ca e Mg.

Na Tabela 3 podem ser observados os acúmulos de fitomassa e de macronutrientes nas plantas de aveia preta, aveia branca, azevém anual e ervilha forrageira, antecessoras às culturas de primavera-verão (milho ou soja) de 2011/12. No caso das culturas de aveia branca e azevém anual os valores mostrados se referem ao somatório de dois cortes realizados durante o período de outono-inverno, acrescentando o acúmulo observado por ocasião do manejo com herbicida glifosato (para preparo da área visando à semeadura das culturas de primavera-verão, em sistema plantio direto). No caso das culturas de aveia preta e ervilha forrageira os valores se referem àqueles observados por ocasião do manejo da área com herbicida (glifosato).

Os acúmulos de massa seca (MS) e macronutrientes nas plantas de cobertura do solo estão dentro do esperado, de acordo com os trabalhos de Borkert et al. (2003) e Pauletti (2004). As espécies forrageiras (aveia branca e azevém anual) acumularam altas quantidades de MS e macronutrientes (Tabela 3). Todavia, essa fitomassa e os macronutrientes foram exportados da área, sendo repostos via fertilização mineral, conforme preconizado em Pauletti (2004). Apesar da ocorrência de déficit hídrico no início do ciclo da ervilha forrageira, esta espécie apresentou bom rendimento de MS (superior a 4000 kg ha⁻¹) e acumulou elevadas quantidades de nutrientes na sua fitomassa, sobretudo, de N (Tabela 3).

Tabela 3. Acúmulos de massa seca (MS), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte aérea das plantas de cobertura de solo (ou forrageiras) durante o período de outono-inverno, na área experimental do *Global Maize Project*, município de Ponta Grossa (PR).

Cultura	MS	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- kg ha ⁻¹ -----						
Aveia preta ⁽¹⁾	3907	56	17	64	10	9	5
Aveia preta ⁽²⁾	4067	52	16	59	10	8	6
Aveia branca ⁽³⁾	4884	141	32	183	14	12	9
Azevém anual ⁽⁴⁾	5725	134	38	229	24	16	12
Ervilha forrageira ⁽⁵⁾	4156	128	26	60	23	9	7

⁽¹⁾ Aveia preta antes do cultivo de milho (2011-12). ⁽²⁾ Aveia preta antes do cultivo de soja (2011-12). ⁽³⁾ Aveia branca cultivada com propósito de produção de forragem (feno), anteriormente ao cultivo de milho (2011-12). ⁽⁴⁾ Azevém anual cultivado com propósito de produção de forragem (feno), anteriormente ao cultivo de soja (2011-12). ⁽⁵⁾ Ervilha forrageira cultivada com propósito de adubação verde, anteriormente ao cultivo de milho (2011-12).

4. DIAGNOSE FOLIAR DO MILHO E SITUAÇÃO ATUAL DO PROJETO

O milho híbrido simples (Pioneer 30F53) foi semeado no final da primeira quinzena de outubro/2011, empregando-se espaçamento entrelinhas de 40 cm. Os tratos culturais e emprego das doses de N em cobertura foram realizados conforme planejado. No início da segunda semana de janeiro/2012, procedeu-se a diagnose foliar mediante a retirada de 30 amostras (por parcela) do terço médio da folha oposta e abaixo da espiga, no estádio R1 (por ocasião do aparecimento da inflorescência feminina), conforme Malavolta et al, (1997). O preparo das amostras e determinações analíticas foi realizado conforme descrito no item 4 para as plantas de cobertura do solo/forrageiras.

As concentrações foliares de N, P e K (Figura 4), Ca, Mg e S (Figura 5) observadas neste estudo normalmente foram alteradas pelas doses de N aplicadas em cobertura no milho. As concentrações foliares de N, P, K (apenas para milho cultivado após aveia preta) e S aumentaram mediante o uso de N em cobertura. Para Ca (no caso de milho cultivado após aveia preta) e Mg (com exceção de milho cultivado após aveia branca), o uso de N em cobertura resultou em ligeira queda das concentrações foliares destes nutrientes, possivelmente, efeito de diluição. Certamente, ao fornecimento de N ao sistema favoreceu o crescimento e acúmulo de MS no milho, diluindo as concentrações foliares de Ca e Mg.

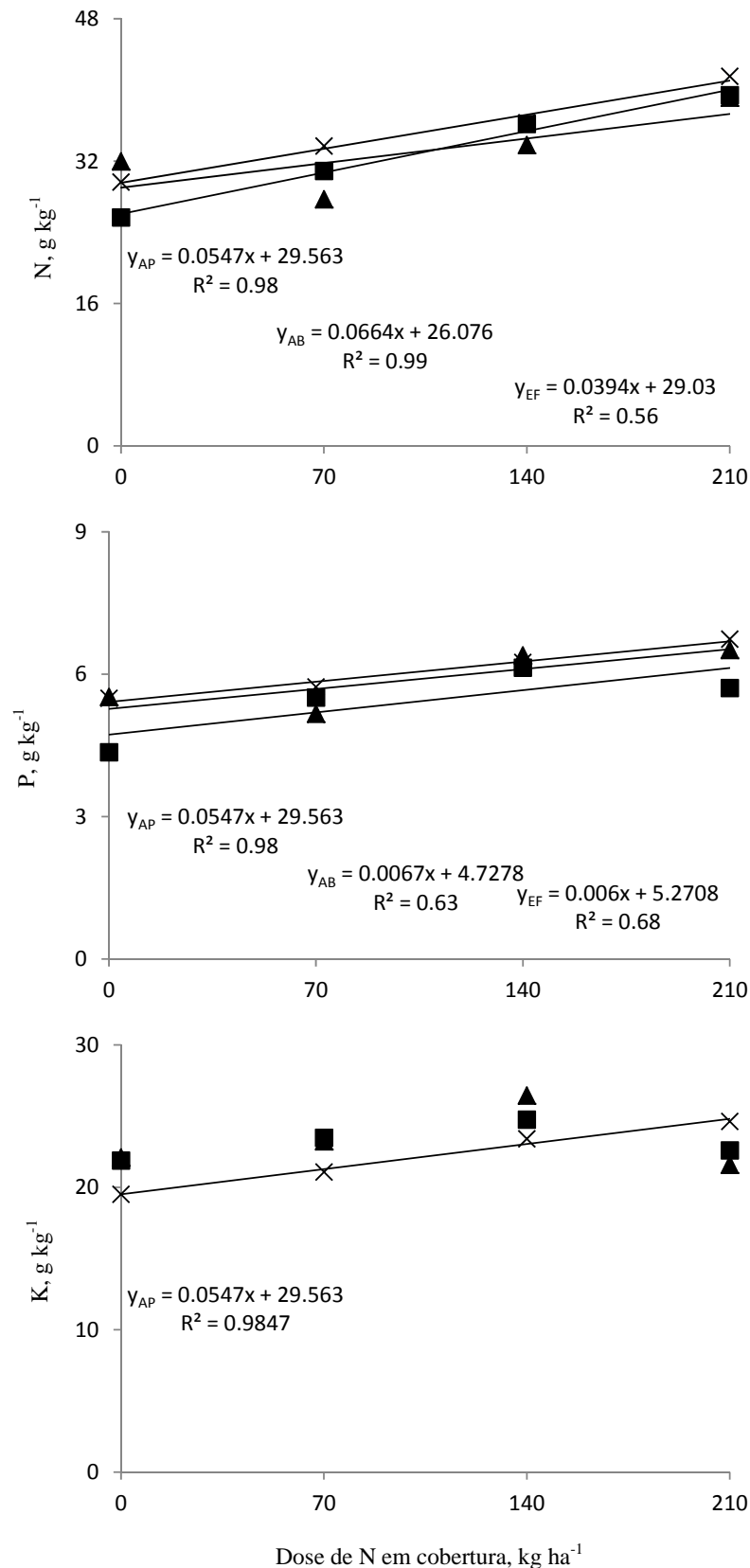


Figura 4. Concentrações foliares de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) no milho cultivado após aveia preta (AP: ×) para cobertura do solo, aveia branca (AB: ■) para produção de forragem e ervilha forrageira (EF: ▲) para adubação verde, submetido a doses de N (na forma de ureia) em cobertura.

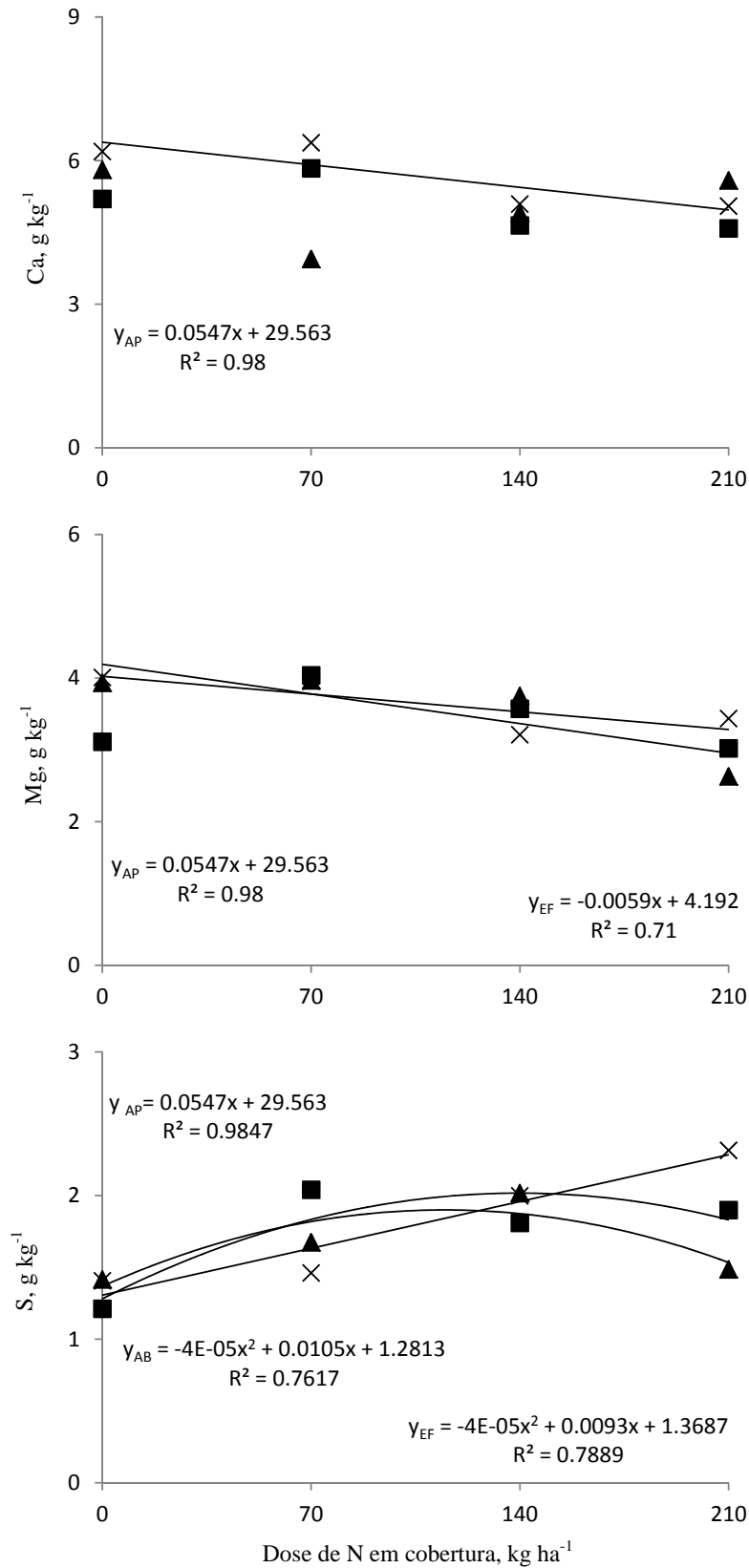


Figura 4. Concentrações foliares de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) no milho cultivado após aveia preta (AP: ×) para cobertura do solo, aveia branca (AB: ■) para produção de forragem e ervilha forrageira (EF: ▲) para adubação verde, submetido a doses de N (na forma de ureia) em cobertura.

De modo geral, as concentrações foliares de macronutrientes no milho estão dentro (ou ligeiramente acima) da faixa considerada adequada para a cultura, conforme Malavolta et al. (1997). As concentrações foliares de macronutrientes no milho cultivado após aveia branca estão muito próximas daquelas observadas quando esta cultura foi cultivada após aveia preta ou ervilha forrageira. Isso pode indicar que a reposição de nutrientes, com base na MS exportada pela produção de forragem (fenação) durante o outono inverno, preconizada por Pauletti (2004) tem sido adequada.

O projeto encontra-se de acordo com o planejamento realizado no início de 2011. Nas parcelas com milho, esta cultura está na fase R5 e toda equipe encontra-se preparada para proceder às amostragens/avaliações no estágio R6 (que, provavelmente, ocorrerão nos próximos sete dias). Nas parcelas cultivadas com soja, procedeu-se a amostragem para fins de diagnose foliar no final da primeira semana de fevereiro e essas amostras estão sendo preparadas (secas e moídas).

As análises físicas de solo (tempo zero) já foram realizadas no Laboratório de Física do Solo da UEPG e os resultados estão sendo aguardados para serem entregues. Todas as demais determinações analíticas estão em dia.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- BORKERT, C.M.; GAUDÊNCIO, C.A.; PEREIRA, J.E.; PEREIRA, L.R.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.143-153, 2003.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Cartas climáticas do Paraná: classificação climática – segundo Köppen**, 2011. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597> (04/12/2011)
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- PAULETTI, V. **Nutrientes: teores e interpretações**. Fundação ABC: Castro. v.2, 2004. 86p.