

Efeito das doses de nitrogênio na incidência de insetos no milho em Los Ríos, Equador

Carlos Morejón¹; Luis Sanchez¹; Simón Farah¹; Valeria Pohlmann²; Diego Portalanza^{3*}

¹Facultad de Ciencias Agrarias (FACIAG), Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo, Los Ríos, Ecuador.

²Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul.

³Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul.

* diegoportalanza@gmail.com.

Resumo: O milho é um importante componente da segurança alimentar e nutricional da população mundial. No Equador é um dos cereais mais cultivados e tem sofrido reduções na sua produtividade em virtude do ataque de insetos. Partindo do pressuposto que a adubação nitrogenada é essencial para o alcance dos potenciais produtivos e que o seu uso excessivo pode favorecer o ataque de pragas, o presente trabalho objetivou avaliar os níveis de fertilização com nitrogênio (N) para determinar a dose que mais influencia a população de insetos de milho em Los Rios, no Equador. Foi conduzido um experimento inteiramente casualizado a campo com a cultivar Emblema 777, em esquema unifatorial com as doses de 80, 100, 120, 140 e 160 kg ha⁻¹. Foram avaliadas a estatura, dias até o florescimento, incidência de insetos-praga, grãos espiga-1, peso da espiga, peso dos grãos, peso do sabugo e produtividade. Os resultados apontam que T4 resultou em maior produtividade e lucro e a T5 causou aumento da população de insetos fitófagos.

Palavras-chaves: adubação nitrogenada, insetos praga, produtividade.

Effect of nitrogen doses on the incidence of insects in corn in Los Ríos, Ecuador

Abstract: Corn is an important component of nutrition and food security for world's population. In Ecuador it is one of the most cultivated cereals and has suffered reductions in its productivity due to the attack of insects. Based on the assumption that nitrogen fertilization is essential to reach productive potentials and that its excessive use can favor pests attacks, the present study aimed to evaluate the levels of nitrogen (N) fertilization to determine the dose that most influences the corn insect population in Los Rios, Ecuador. A completely randomized experiment was conducted in the field with Emblema 777 cultivar, in a single-factor scheme with 80, 100, 120, 140 and 160 kg ha⁻¹ doses. Height, days until flowering, insect pest's incidence, grains per cob, cob weight with grains, grain weight, cob weight and productivity were evaluated. The results showed that T4 resulted in greater productivity and profit and T5 caused an increase in the population of phytophagous insects.

Keywords: nitrogen fertilization, insect pests, productivity.

Introdução

O milho é uma das culturas alimentares mais significativas do mundo e, juntamente com o arroz e o trigo, fornece em torno de 30% das calorias diárias para cerca de 4,5 bilhões de indivíduos em 97 países em desenvolvimento (SHIFERAW *et al.*, 2011). É a segunda safra mais cultivada no mundo, com uma renda anual de bilhões de dólares (LOBELL, CASSMAN e FIELD, 2009; Wang *et al.*, 2012; LI e RAMAKRISHNA, 2014), é também considerada uma das principais matérias-primas para a indústria, uma vez que vários subprodutos são produzidos a partir dele para consumo humano e animal.

O milho é uma cultura de extrema importância no Equador, devido ao importante papel que desempenha na segurança alimentar da população (COBULOGLU e BÜYÜKTAHTAKIN, 2015). Do milho amarelo duro produzido no País, 80% é destinado à produção de rações balanceadas, sendo a primeira cultura de ciclo curto quanto à área plantada (300.000 ha) (INEC, 2015, 2016).

Atualmente, a produção de alimentos enfrenta o desafio de manter um alto nível de qualidade perante aos danos causados por pragas que são normalmente controlados com pesticidas químicos, como cloretos, organofosforados e piretróides. No entanto, como consequência do seu uso incorreto e não seletivo, surgiram problemas de resistência a esses produtos, bem como um rápido crescimento populacional de pragas secundárias e alterações ecológicas (SPILLER *et al.*, 2017), causando efeitos ambientais indesejáveis e afetando saúde humana (ZAIM e GUILLET, 2002; MATTHEWS, 2006; PARRA, 2014; WIMALAWANSA e WIMALAWANSA, 2014).

Neste contexto, a compensação nutricional do milho por meio da fertilização do solo, acompanhada de práticas agrônômicas eficientes, permite que os níveis ótimos de nutrientes a serem aplicados sejam determinados com segurança para obter uma produção de rendimento excelente (KHAN *et al.*, 2007; RUSSELL, CAMBARDELLA *et al.*, 2009). Aliado a isso, um bom manejo nutricional permite que a planta ative mecanismos de defesa para suportar ou resistir aos danos causados por agentes patogênicos (OERKE, 2006; SÁNCHEZ *et al.*, 2019).

Um adequado equilíbrio dos elementos nutricionais, principalmente a fertilização com nitrogênio, é um dos procedimentos mais importantes para o manejo fitossanitário das lavouras, a aplicação exagerada de nitrogênio torna a plantação de milho mais palatável ao ataque de pragas que afetam diretamente a produção (MURPHY *et al.*, 2012). Com isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os níveis de fertilização com nitrogênio para determinar a

dose que mais influencia a população de insetos do milho na parte oriental da província de Los Rios, no Equador.

Material e Métodos

O experimento de campo foi conduzido no distrito de La Maravilla, cidade de Montalvo, província de Los Rios, Equador (UTM 683028W, 9797480S e 240 m de altitude) no meio da estação chuvosa de outubro a fevereiro de 2019. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e cinco tratamentos. Os tratamentos das taxas de nitrogênio (N) foram de; 80, 100, 120, 140 e 160 kg ha⁻¹ (aplicadas aos 20 e 35 dias após da semeadura). O híbrido utilizado foi o Emblema 777, importado ao Equador e amplamente cultivado. A adubação de fósforo e potássio e controle de plantas espontâneas foram aplicados igualmente para todas as unidades experimentais seguindo as práticas padrões locais.

A semeadura foi realizada com auxílio de uma ponta ou estaca, sendo então depositada uma semente por canteiro com 0,80 m entre linhas e 0,20 m entre plantas. O herbicida pré-emergente foi aplicado antes da semeadura e, posteriormente, foi realizado monitoramento semanal para determinar a incidência de plantas espontâneas. Em seguida, o controle manual foi aplicado aos 25 e 40 dias após o plantio. A irrigação por gravidade foi usada. Foram realizadas duas irrigações semanais do início até a floração. Por fim, a colheita foi realizada manualmente quando a cultura atingiu a maturidade fisiológica. As espigas foram coletadas quando os grãos apresentam umidade em torno de 24 %.

Foram avaliadas: a) Estatura da planta (cm): 10 plantas por unidade experimental foram escolhidas aleatoriamente e medidas do solo até a base da panícula na colheita, b) Dias para o florescimento: foi avaliada visualmente por contagem de dias desde a semeadura até que mais de 60 % das panículas emergissem em cada parcela, c) Incidência de insetos-praga; foram realizadas 7 dias após a fertilização com nitrogênio utilizando armadilhas adesivas e rede entomológica, d) relação grão espiga⁻¹, as espigas foram coletadas, identificadas e posteriormente transferidas para o laboratório de fisiologia vegetal para serem secas em estufa em temperatura constante por 48 horas para mantê-las úmido a 14 %, e pesadas, separando-se os grãos e destacando o sabugo e) produtividade, foi determinada pela área útil para cada peso de grãos da UNIDADE experimental.

O peso foi ajustado para 14 % de umidade e transformado em toneladas por hectare. Para padronizar os pesos, a seguinte equação foi usada: $Uw = (aw (100-ah)) / ((100-dh))$, onde uw é o peso uniforme, aw é o peso real, ah é a umidade conhecida e dh é a umidade desejada ef) foi

realizada análise econômica com base no grão em kg ha⁻¹ quanto ao custo econômico dos tratamentos relativos o benefício / custo usando a equação de produtividade: $Y_{prod} = 0,0003x^2 + 0,0926x + 0,8557$.

Os dados foram analisados quanto a sua normalidade pelo teste Shapiro Wilk e homogeneidade pelo teste Bartlett através do software Action e transformados por BoxCox quando não atendidos aos pressupostos. Foi aplicada análise de regressão aos dados, nos modelos lineares, quadráticos e cúbicos e escolhido a que apresentou significância e maior ajuste através do software Sisvar. Os gráficos foram produzidos com auxílio do software SigmaPlot.

Resultados e Discussão

Os componentes do rendimento, peso da espiga F (4, 12) = 2,9220, p = 0,0670, peso da espiga do grão F (4,12) = 1,7170, p = 0,2108, peso de grãos F (4,12) = 1,242, p = 0,3449 e proporção de espiga de grãos F (4,12) = 0,9940, p = 0,4480 não diferiam significativamente (Tabela 1). O número de dias até o florescimento F (4,12) = 1,022, p = 0,4346 não foi influenciado pelos tratamentos.

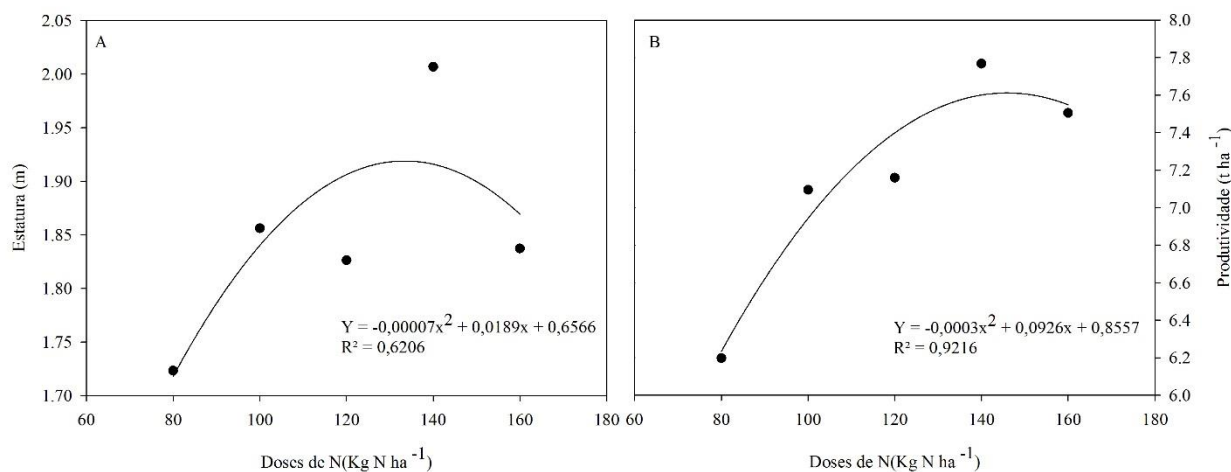
Tabela 1 - Componentes de rendimento e dias até a floração (DAF) de milho sob doses de nitrogênio.

Doses Kg N ha ⁻¹	DAF ----Unidade----	Grãos espiga ⁻¹	Peso da espiga	Peso do sabugo	Peso do grão
			-----g-----		
T1	55,75 ^{ns}	5,63 ^{ns}	204,53 ^{ns}	36,48 ^{ns}	168,052 ^{ns}
T2	56,5	6,13	200,88	32,72	168,15
T3	58,00	5,76	229,14	40,04	189,1
T4	57,00	5,51	218,73	39,73	179
T5	57,5	5,56	210,53	38,03	172,5
CV	3,03	8,75	8,16	9,32	9,09

^{ns} Não significativo. T1 = 80 kg N ha⁻¹; T2 = 100 kg N ha⁻¹; T3 = 120 kg N ha⁻¹, T4 = 140 kg N ha⁻¹ e T5 = 160 kg N ha⁻¹.

A produtividade F (4, 12) = 6,8960, p = 0,0040 (Figura 1B) e estatura da planta (Figura 1A) F (4, 12) = 5,1340, p = 0,0121 apresentou resposta quadrática. A maior produtividade e estatura ocorreram no T4. As variáveis resposta apresentaram correlação de Pearson positiva de 0,58 *, demonstrando que quanto maior a estatura da planta, maior sua produtividade.

Figura 1 - (A) Estatura das plantas e (B) produtividade do milho em doses de nitrogênio (N).



O ajuste quadrático já foi observado em outro estudo com milho em Pichincha, Equador (MARCILLO *et al.*, 2017), no Paraná, Brasil e Argentina (CAVIGLIA, MELCHIORI e SADRAS, 2014) e Goiás, Brasil (OLIVEIRA *et al.*, 2016). Este comportamento ocorre porque a produtividade aumenta com o aumento da disponibilidade de nitrogênio até um limite ótimo e, após esse limite, ocorre uma diminuição com o excesso deste elemento (JIA *et al.*, 2014). Os mesmos autores explicam que as variedades híbridas e melhoradas de milho respondem mais ao nitrogênio do que as espécies crioulas ou não melhoradas.

A máxima eficiência técnica da produtividade ocorreu na dose de 154,33 kg N ha⁻¹ correspondente a 8,01 t ha⁻¹. Em Patricia Pilar, Equador, foi observada uma dose ótima como a do estudo atual, 132 kg ha⁻¹ de N, com produtividade máxima de 2,753 kg ha⁻¹ (REMACHE *et al.*, 2017). Em Pichincha, Equador, foi observada a dose ótima de 205 kg ha⁻¹ de N, chegando a 1 t ha⁻¹ (MARCILLO *et al.*, 2017). A baixa produtividade média relatada de 0,72 t ha⁻¹ em Pichincha foi relacionada pelos autores à falta de irrigação. Ao estudar as doses de nitrogênio no milho irrigado em Uberaba, Brasil, obteve-se um comportamento linear onde a maior dose de 140 kg ha⁻¹ de N apresentou a maior produtividade de 6.065,89 kg ha⁻¹ (PIZOLATO NETO *et al.*, 2016).

Em outro estudo no Paraná, Brasil, também obtiveram comportamento linear em que a maior dose de 150 kg ha⁻¹ de N apresentou maior produtividade de 10,013 kg ha⁻¹ (BATISTA *et al.*, 2019). Também no Paraná, Zanão Júnior *et al.* (2019) com a aplicação de ureia, observaram produtividade máxima de 13,290 kg ha⁻¹ com 100 kg ha⁻¹ de N em Ponta Grossa, de 5.772,3 kg ha⁻¹ a 87,5 kg ha⁻¹ de N em Londrina e 9,323, 9 kg ha⁻¹ com 94,1 kg ha⁻¹ de N em

Santa Tereza do Oeste. Com a avaliação de doses mais elevadas de N, variando de 120 a 240 kg ha⁻¹ de N em Chitwan, Nepal observou-se que a dose de 150 kg ha⁻¹ de N, resultou em maior produtividade média de 10,5 t ha⁻¹ em 2017 e 7,58 t ha⁻¹ em 2018 em milho híbrido (SHARMA *et al.*, 2019)

Observa-se que, exceto para os dados de Pichincha, afetados pelo déficit hídrico, os dados de produtividade variaram de 2,7 t ha⁻¹ a 13,3 t ha⁻¹, variação que está ligada aos níveis de nitrogênio relacionados à maior produtividade que vão de 87,5 a 150 kg ha⁻¹ de N. Consequentemente, a resposta da produtividade com a quantidade de N aplicado é variável, conforme demonstrado na pesquisa citada no início. Em uma revisão da literatura, Shrestha, Chaudhary e Pokhrel (2018) observaram que uma aplicação de 200 kg N ha⁻¹ apresentou resultados benéficos em relação ao crescimento e produtividade do milho. Os autores destacam que a quantidade de nitrogênio a ser aplicada deve variar de acordo com o tipo de solo, condições ambientais e características dos genótipos.

Em Minas Gerais, Brasil, foi observado comportamento linear na aplicação de nitrogênio, em que a maior dose de 160 kg ha⁻¹ de N com aplicação de cobertura resultou em maior produtividade, em torno de 7,914 kg ha⁻¹ (QUEIROZ *et al.*, 2011). Os mesmos autores observaram que houve um aumento de 18 % na maior dose em relação à menor que era de 0 kg ha⁻¹ de N. No estudo atual para o Equador, a dose de T4 produziu 20 % a mais que a dose de T1 correspondente a 80 kg ha⁻¹ de N, mostrando que a fertilização com nitrogênio nesta região é mais responsiva.

O tratamento T4 apresentou um lucro maior de \$ 1,192,70 com um custo total de \$ 813,70 (Tabela 2). O tratamento T5 teve o maior custo total de \$ 830,50. Observa-se que a menor dose de N aplicada no T1 apresentou uma diferença de R \$ 95,80. A eficiência econômica máxima ocorreu na dose de 104 kg ha⁻¹, entre as doses T2 e T3.

Os autores Queiroz *et al.*, (2011) observaram que apesar do comportamento linear, o melhor retorno econômico ocorreu com a dose de 120 kg N ha⁻¹, enquanto no presente estudo isso ocorreu na dose de 104 kg N ha⁻¹. Em Santa Catarina, Brasil, em sistema integrado, observou-se que a dose de 120 kg N ha⁻¹ resultou no maior aumento do lucro (BESEN *et al.*, 2020). A dose correspondente à máxima eficiência econômica no Equador foi menor devido aos altos custos com tratamentos (média de \$ 384,02) em relação a Minas Gerais (média de \$ 43,73) e Santa Catarina (média de \$ 31,78), esta média é composta pelos custos de tratamentos convertidos para o dólar considerando seu preço atual de 1 real brasileiro equivalente a 0,18 dólar norte-americano.

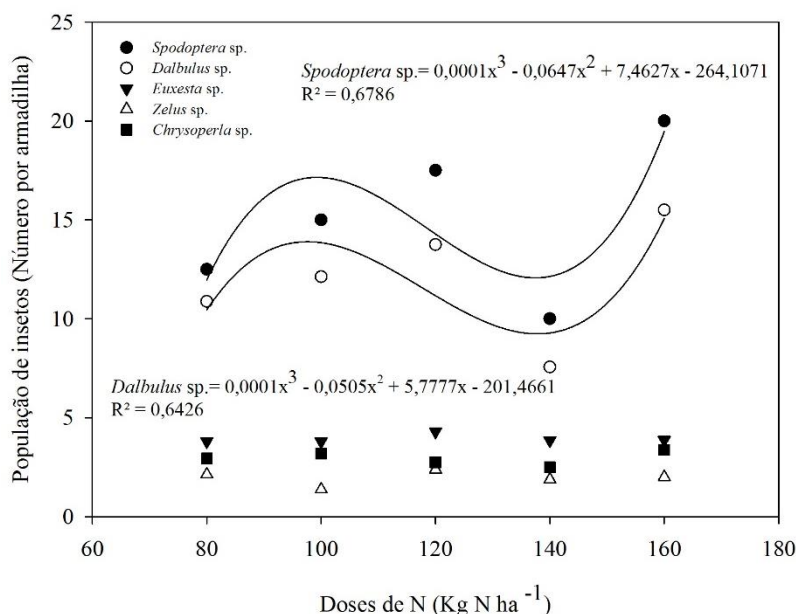
Tabela 2 - Análise econômica das doses de nitrogênio estudadas.

Doses	Rendimento ²	Faturamento ¹	Custos fixos ³	Custos com tratamento ³	Custo total ³	Lucro
kg ha ⁻¹ de N	kg ha ⁻¹	\$ ha ⁻¹	\$ ha ⁻¹	\$ ha ⁻¹	\$ ha ⁻¹	\$ ha ⁻¹
T1	6950.00	1834.80	245.50	152.90	737.90	1096.90
T2	7100.00	1874.40	245.50	156.20	780.30	1094.10
T3	7030.00	1855.92	245.50	154.66	781.16	1074.76
T4	7600.00	2006.40	245.50	167.20	813.70	1192.70
T5	7500.00	1980.00	245.50	165.00	830.50	1149.50

¹ Preço de uma saca de milho (60 kg). ² Média da produtividade, independente da fonte utilizada, conforme o modelo {YPROD=-0,0003x² + 0,0926 x + 0,8557}. ³ Média dos preços.

Os insetos *Spodoptera* sp. F (4,12) = 3,9470, p = 0,0286 e *Dalbulus* sp. F (4,12) = 13,620, p = 0,0002 apresentou comportamento cúbico com maiores valores em T5 e menores valores em T4 (Figura 3). Portanto, a maior produtividade e a menor incidência de *Spodoptera* sp. e *Dalbulus* sp. ocorreu no tratamento T4. No entanto, *Euxesta* sp. F (4,12) = 1,6270, p = 0,2311, *Zelus* sp. F (4,12) = 2,4440, p = 0,1034 e *Chrysoperla* sp. F (4,12) = 3,020, p = 0,0614 não responderam significativamente aos tratamentos.

Figura 3 - População de insetos em milho com doses de nitrogênio (N).



O tratamento T4, além de resultar em maior produtividade, também retornou um *Spodoptera* sp. e *Dalbulus* sp. menor população de. (Figura 3). Em estudo semelhante com milho, observou-se que houve aumento dos danos causados por *Spodoptera frugiperda* quando o N disponível era fator limitante ou em excesso (SAMPAIO *et al.*, 2007). Em outro estudo,

Bastos *et al.*, (2007) encontraram um aumento no número de *Spodoptera frugiperda* e *Dalbulus maidis* com o aumento do teor de N nas folhas do milho. A teoria da trofobiose aponta que plantas nutricionalmente balanceadas são mais tolerantes a insetos nocivos, pois seus aminoácidos não estão prontamente disponíveis.

Segundo a teoria da trofobiose, plantas tratadas com fertilizantes solúveis (N) tendem a apresentar um desequilíbrio com o excesso na produção de aminoácidos livres e açúcares solúveis no tecido vegetal, tende a fornecer mais alimento para insetos fitófagos e, portanto, a maior incidência de pragas. O aumento da dosagem de N ou de outros fertilizantes químicos favorece a ocorrência de pragas e aumenta a viabilidade de desenvolvimento dos estágios do inseto e, portanto, influencia sua incidência no campo, sendo uma resposta compensatória com a fonte alimentar utilizada (GONZÁLEZ *et al.*, 2015; ROEL *et al.*, 2017).

Conclusões

A máxima eficiência técnica da produtividade ocorreu na dose de 154,33 kg ha⁻¹ de N, correspondente a 8,01 t ha⁻¹. A dose T4 resultou em maior produtividade e lucro.

O excesso de fertilizantes nitrogenados (dose T5) causou aumento da população de insetos fitófagos. Consequentemente, a resposta da produtividade com a quantidade de N aplicado é variável, tendo em consideração as condições climáticas e de solo.

É importante realizar mais palestras sobre o uso de produtos nitrogenados nas áreas rurais, já que o 80 % dos produtores de milho no Equador são pequenos produtores de menos de 10 ha.

Referências

- BASTOS, C. S.; GALVÃO, J. C. C.; PICANÇO, M. C.; PEREIRA, P. R. G.; CECON, P. R. Nutrient content affecting *Spodoptera frugiperda* and *Dalbulus maidis* occurrence in corn. **Insect Science**, v. 14, n. 2, p. 117-123, 2007.
- BATISTA, V. V.; OLIGINI, K. F.; GIARETTA, R., RABELO, P. R.; ADAMI, P. F.; LINK, L. Densidade de plantas e doses de nitrogênio no cultivo de milho safrinha no Paraná. **Agrarian**, v. 12, n. 45, p. 296-307, 2019.
- BESSEN, M. R.; RIBEIRO, R. H.; GOETTEN, M.; FIOREZE, S. L.; GUGINSKI-PIVA, C. A.; PIVA, J. T. Produtividade de milho e retorno econômico em sistema integrado de produção com doses de nitrogênio. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 19, n. 1, p. 94-103, 2020.
- GONZÁLEZ, L. C.; PRADO, R. M.; SILVA JÚNIOR, G. B.; CAMPOS, C. S.; FERNÁNDEZ, O.; SILVA, R. P.; MODA, R. L.; ALVAREZ PUENTE, R. Daños por *Spodoptera frugiperda* Smith en maíz en función de nitrógeno, potasio y silicio. **Revista de Protección Vegetal**, v.

30, n. 3, p. 176-184, 2015.

CAVIGLIA, O. P.; MELCHIORI, R. J. M.; SADRAS, V. O. Nitrogen utilization efficiency in maize as affected by hybrid and N rate in late-sown crops. **Field Crops Research**, v. 168, n. 1, p. 27-37, 2014.

COBULOGLU, H. I.; BÜYÜKTAHTAKIN, I. E. Food vs. biofuel: An optimization approach to the spatio-temporal analysis of land-use competition and environmental impacts. **Applied Energy**, v. 140, n. 1, p. 418-434, 2015.

INEC - Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. **Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua 2015-2016-2017**, 2015. Disponível em: <<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-2015-2016-2017-2/>>. Acesso em: 06. out. 2020.

INEC - Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. **Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua ESPAC 2016**, 2016. Disponível em: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2016/Informe%20ejecutivo%20ESPAC_2016.pdf>. Acesso em: 06 out. 2020.

JIA, X.; SHAO, L.; LIU, P.; ZHAO, B.; GU, L.; DONG, S.; BING, S.H.; ZHHANG, J.; ZHAO, B. Effect of different nitrogen and irrigation treatments on yield and nitrate leaching of summer maize (*Zea mays* L.) under lysimeter conditions. **Agricultural Water Management**, v. 137, n. 1, p. 92-103, 2014.

KHAN, S. A.; MULVANEY, R. L.; ELLSWORTH, T. R.; BOAST, C. W. The Myth of Nitrogen Fertilization for Soil Carbon Sequestration. **Journal of Environmental Quality**, v. 36, n. 6, p. 1821-1832, 2007.

LI, K.; RAMAKRISHNA, W. **Genetics, Genomics and Breeding of Maize**, 1 ed. Boca Raton: CRC Press, 2014.310 p.

LOBELL, D. B.; CASSMAN, K. G.; FIELD, C. B. Crop Yield Gaps: Their Importance, Magnitudes, and Causes. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 34, n. 1, p. 179-204, 2009.

MARCILLO, B. L.; PANTOJA, J. L.; BASANTES, E. R.; MONTALVO, A. E. Respuesta del maíz, variedad INIAP 180, a la fertilización nitrogenada en Ambuela, Pichincha, Ecuador. **Revista Alfa**, v. 1, n. 1, p. 14-27, 2017.

MATTHEWS, G. A. **Pesticides: Health, Safety and the Environment**.1 ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. 235 p.

MURPHY, S. M.; WIMP, G. M.; LEWIS, D.; DENNO, R. F. Nutrient Presses and Pulses Differentially Impact Plants, Herbivores, Detritivores and Their Natural Enemies. **Plos One**, v. 7, n. 8, p. 1-10, 2012

OERKE, E. C. Crop losses to pests. **Journal of Agricultural Science**, v. 144, n. 1, p. 31-43, 2006.

OLIVEIRA, F. C.; SOUSA NETTO, M.; ARAUJO, L. D. S.; ALMEIDA, A. C. D. S.; SILVEIRA, P. M.; CUNHA, P. C. R. Corn development and production in function of sources of nitrogen fertilizers and doses. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 4, p. 812-821, 2016.

PARRA, J. R. P. Biological control in Brazil: An overview. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 5, p. 420-429, 2014.

PIZOLATO NETO, A.; CAMARGOS, A. E. V.; VALERIANO, T. B.; SGOBI, M. A.; SANTANA, M. J. DE. Doses de nitrogênio para cultivares de milho irrigado. **Nucleus**, v. 13, n. 1, p. 87-96, 2016.

QUEIROZ, A. M.; SOUZA, C. H. E.; MACHADO, V. J.; LANA, R. M. Q.; KORNDORFER, G. H.; SILVA, A. A. Avaliação de Diferentes Fontes e Doses de Nitrogênio na Adubação da Cultura do Milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 3, p. 257-266, 2011.

REMACHE, M.; CARRILLO, M.; MORA, R.; DURANGO, W.; MORALES, F. Absorción de macronutrientes y eficiencia del n, en híbrido promisorio de maíz. Patricia Pilar, Ecuador. **Agronomía Costarricense**, v. 41, n. 2, p. 103-115, 2017.

ROEL, A. R.; SOARES, J. A. L.; PERUCA, R. D.; PEREIRA, L. C.; JADOSKI, C. J. Ocorrência em campo e desenvolvimento em laboratório de *Spodoptera Frugiperda* (J.E. Smith) (Noctuidae) em milho com adubação orgânica e química. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada Nas Ciências Agrárias**, v. 10, n. 1, p. 67-73, 2017.

RUSSELL, A. E.; CAMBARDELLA, C. A.; LAIRD, D. A.; JAYNES, D. B.; MEEK, D. W. Nitrogen fertilizer effects on soil carbon balances in Midwestern U.S. agricultural systems. **Ecological Applications**, v. 19, n. 5, p. 1102-1113, 2009.

SAMPAIO, H. N.; BARROS, M. F. C.; OLIVEIRA, J. V.; LIMA, F. S.; PEDROSA, E. M. R. Efeito de doses de nitrogênio e potássio nas injúrias provocadas por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 3, p. 2019-222, 2007.

SHARMA, R.; ADHIKARI, P.; SHRESTHA, J.; ACHARYA, B. P. Response of maize (*Zea mays* L.) hybrids to different levels of nitrogen. **Archives of Agriculture and Environmental Science**, v. 4, n. 3, p. 295-299, 2019.

SHIFERAW, B.; PRASANNA, B. M.; HELLIN, J.; BÄNZIGER, M. Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. **Food Security**, v. 3, n. 1, p. 307-327, 2011.

SHRESTHA, J.; CHAUDHARY, A.; POKHREL, D. Application of nitrogen fertilizer in maize in Southern Asia: a review. **Peruvian Journal of Agronomy**, v. 2, n. 2, p. 22-26, 2018.

SPILLER, M. S.; SPILLER, C.; GARLET, J. Arthropod bioindicators of environmental quality. **Revista Agro@mbiente**, v. 12, n. 1, p. 41-57, 2017.

WANG, J.; WANG, E.; YANG, X.; ZHANG, F.; YIN, H. Increased yield potential of wheat-maize cropping system in the North China Plain by climate change adaptation. **Climatic Change**, v. 113, n. 1, p. 825-840, 2012.

WIMALAWANSA, S. A.; WIMALAWANSA, S. J. Agrochemical-Related Environmental Pollution: Effects on Human Health. **Global Journal Of Biology, Agriculture & Health Sciences**, v. 3, n. 3, p. 72-83, 2014.

ZAIM, M.; GUILLET, P. Alternative insecticides: An urgent need. **Trends in Parasitology**, v. 18, n. 4, p. 161-163, 2002.

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; COSTA, A.; REIS JÚNIOR, R. DOS A.; LAURETH, J. C. U. Nitrogen fertilization of maize with enhanced-efficiency fertilizer. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 8, p. 1383-1387, 2019.