

EFEITO DA ADUBAÇÃO DE NITROGÊNIO NA CULTURA DO MILHO (ZEA MAYS) COMPARADO ENTRE OS DOIS HÍBRIDOS

Acceptance date: 02/05/2024

Kentaro Tomita

Ph.D.

Faculdade de Ciências Agropecuárias y Desenvolvimento Rural, Universidade Nacional de Pilar – Paraguai (Ex-professor visitante)

Faculdade de Ciências da Vida, Escola Superior Politécnica do Litoral (ESPOL): Campus Gustavo Galindo, Guayaquil, Equador [Voluntário Sênior de Agência de Cooperação Internacional do Japão: JICA em Paraguai y em Equador

RESUMO: O autor realizou várias pesquisas para o cultivo de milho no Panamá, Brasil, Paraguai e Equador como cultura básica. Neste artigo, explicou-se os resultados obtidos no Paraguai com os companheiros de América Latina. Na cidade de Pilar, Paraguai, realizou-se uma investigação para determinar a variação no rendimento da cultura do milho comparado entre os dois híbridos TNH0032100 e TNH0033100, a partir de diferentes níveis de adubação nitrogenada num Entisol. Avaliaram-se quatro doses de N (0, 50, 100 e 200 kgN/ha), combinando dois híbridos ao acaso com três repetições na cultura do milho onde utilizou-se o delineamento

experimental em parcelas subdivididas. Dos resultados da análise de variância, observou-se a diferença significativa a 1% para os híbridos, quanto ao percentual de proteína bruta no grão, também obteve-se altamente diferença significativa a 1% para os níveis do grão N aplicado na cultura. O rendimento e o % de proteína bruta para o híbrido TNH0032100 foram superiores aos para o híbrido TNH0033100. Por isso recomendou-se o cultivo do híbrido TNH0032100 no campo. Dos resultados obtidos, sobre a recuperação eficiente aparente de N, no tratamento 50kgN/ha foi de 38,3% no híbrido TNH0032100, com lixiviação e/ou volatilização deste elemento na cultura. Por outro lado, considera-se liberação nitrogenada a partir da matéria orgânica do solo (1,56%) pela mineralização por atividade microbiana na cultura do milho. No experimento, a adubação de N realizou-se na época da semeadura, aos 30 e 60 dias após a semeadura. Os resultados obtidos, determinou-se 50kgN/ha como a adubação econômica para o híbrido TNH 0032100.

PALAVRAS-CHAVE: adubação nitrogenada, híbridos de milho, produtividade, recuperação eficiente aparente do N absorvido

EFFECT DE NITROGEN APPLICATION ON THE CORN (*ZEA MAYS*) CULTURE COMPARED WITH TWO HYBRIDS

ABSTRACT: The author carried out various research for corn culture on Panama, Brazil, Paraguay and Ecuador as a basic crop. On the article, it is explained the obtained results in Paraguay with the Latin American companions. At Pilar city in Paraguay, it carried out an investigation to determine the variation on corn crop yield, the hybrids TNH0032100 and TNH0033100, from different levels of nitrogen fertilization on an Entisol. It was evaluated four levels of N (0, 50, 100 and 200kgN/ha) combined with two hybrids at random with three replications on corn where it was used the experiment design in split plots. From the results of analysis of variance, it was showed significant difference at 1% for these hybrids, and it was also obtained highly significant difference at 1% levels N applied to the crop on the percentage of crude protein in the grain. Yield and % of crude protein for hybrid TNH0032100 were superior to those for hybrid TNH0033100. Therefore, it is recommended that the hybrid TNH0032100 culture in the field. From the results obtained on the efficient recovery of apparent N in the treatment of 50kgN/ha was 38,3% in the hybrid TNH0032100, with leaching and/or volatilization of this element inside the crop. On the other hand, it is considered the nitrogen release from the soil organic matter (1,56%) by the mineralization by microbial activity within the corn crop culture. On the experiment, it carried out the N application at sowing, 30 and 60 days after sowing. It was determined 50kgN/ha as an economic application for the hybrid TNH 0032100.

KEYWORDS: apparent efficient recuperation of nitrogen absorption, corn, hybrids, nitrogen fertilization, yield

INTRODUÇÃO

A região latino-americana, na maior parte das definições, compreende todos os países do continente americano, exceto os Estados Unidos e o Canadá. A agricultura na América Latina é uma das suas principais atividades econômicas e destaca os países integrantes no cenário mundial. Na produção agrícola na América Latina, pode-se distinguir dois grandes grupos tais como minifúndios e latifúndios. A agricultura representa uma atividade econômica importante nos países latinos, pois grande parte das suas terras é utilizada para o cultivo. Uma característica interessante da região é que cerca de 70% da produção agrícola vêm de pequenas e médias propriedades, produtoras de feijão, batata, inhame, milho e mandioca. Apesar de terem uma grande participação no mercado, essas propriedades não adotam tecnologias avançadas, o que justifica sua baixa produtividade. A falta desse tipo de recurso é explicada, em grande parte, pela falta de incentivos financeiros e pela pouca divulgação de informações que as permita modernizar seus meios de produção.

Atualmente, para os grandes latifúndios, realiza produção de monocultura para exportação, com lavouras de cana-de-açúcar, café, cacau, trigo, frutas regionais e soja. Para Milho, também, mais uma vez, o Brasil e a Argentina são os grandes responsáveis pelo destaque da América Latina na produção de grãos no mundo, dessa vez o milho. Segundo dados das Nações Unidas, em 2016 a produção do grão foi de 171 milhões de toneladas.

No Paraguai, também, é muito importante para produção de Milho como dieta humana e animal. Para Milho, pela página de Web, produziu-se 64.143.414 toneladas no Brasil, enquanto que, para a Argentina, 39.792.854, para o Paraguai, 5.152.320 toneladas, respectivamente. Mundialmente, 1.060.247.727 toneladas de milho são produzidas por ano. Os Estados Unidos da América são o maior produtor de milho do mundo, com 384.777.890 toneladas de volume de produção por ano, respectivamente. A Tabela N°1 mostra a produção de milho nos 4 países onde o autor trabalhou sobre manejo da fertilidade do solo.

Bandera	País	Producción (t)	Área cultivada (ha)	Rendimento (kg/ha)
	Panamá	130000	68903	1886,7
	Brasil	64143414	14958862	4288,0
	Paraguay	5152320	960000	5367,0
	Ecuador	1199075	378335	3169,3

Tabela No1. Produção de milho no Panamá, Brasil, Paraguai e Equador.

Fonte: Página de web modificado pelo autor

Especialmente, observou-se o menor rendimento no Panamá, levando em consideração alta doação de solo muito ácido tal como Ultissolo.

Atualmente, existem os maiores desafios da agricultura latino-americana. Segundo a publicação Perspectivas da Agricultura e do Desenvolvimento Rural nas Américas, o maior desafio para a agricultura na América Latina é alcançar uma produtividade sustentável. A ideia é que vantagens econômicas sejam distribuídas com igualdade entre os trabalhadores rurais. Apesar do grande avanço nas práticas agrícolas percebido nos últimos anos, o que se reflete no crescimento nas safras, o esforço ainda tem sido insuficiente para trazer uma melhoria real na realidade social dos cidadãos do campo. Um desenvolvimento realmente sustentável deve se basear em três eixos:

- Proteção ao meio ambiente;
- Inclusão social;
- Expansão econômica,

Como a opinião do autor, é necessário educacional para os jovens que querem realizar agricultura. Acompanhando essas dificuldades, vêm os desastres naturais, como inundações, secas e o fenômeno El Niño. Dessa forma, os desafios se acumulam, somados à crescente demanda populacional de alimentos.

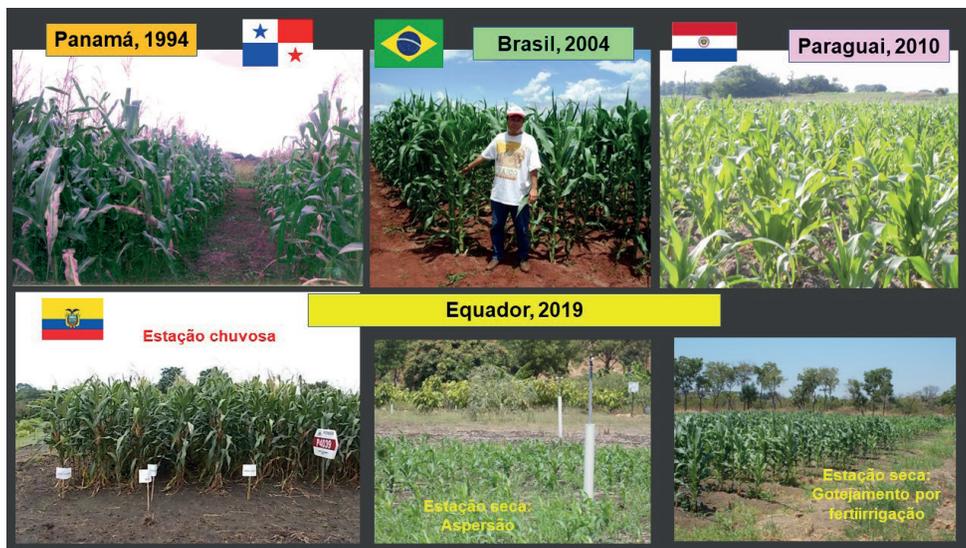


Foto Nº1. Cultura de milho baixa condição de manejo da fertilidade do solo na Finca experimental em Panamá (1994), Brasil (2004), Paraguai (2010) e Equador (2019).

Para o milho, é um produto múltiplo, como dieta humana e animal e bioenergia... etc. De qualquer forma, é muito importante que se estabeleça um manejo integral da fertilidade do solo para a produção sustentável deste cultivo com baixos insumos e seleção do híbrido que pode-se adaptar em cada região. Levando em consideração as mudanças climáticas e a guerra (falta de materiais adubados)...etc, é necessário buscar o híbrido ou variedade adequado para o milho em cada solo com diferentes níveis de fertilizantes para estabelecer o sistema com baixos insumos.

O autor realizou várias pesquisas para o cultivo de milho no Panamá, Brasil, Paraguai e Equador como cultura básica (ver a Foto Nº1) com os conpaheiros dos países. Neste artigo, explicou-se os resultados obtidos no Paraguai.



Figura Nº1. Situação do experimento na Cidade de Pilar no Departamento de Ñeembucú, Paraguai

MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se o experimento num Entisol na Escola Agrícola San Isidro Labrador na Cidade de Pilar no Departamento de Ñeembucú, Paraguai (ver a **Figura Nº1**). Para isso, implementou-se um desenho experimental de parcelas divididas do campo da mesma Escola, onde plantou-se milho, híbrido TNH 0032100 e TNH 0033100 com diferentes níveis de adubação química nitrogenada no solo, a fim de assim comparar seu comportamento em resposta à adubação aplicada, consultando o método de Reyes (2003).

Adota-se uma metodologia quantitativa de acordo com os objetivos propostos, onde pretendeu-se avaliar a produtividade em função do híbrido da cultura do milho sob diferentes níveis de adubação de N.

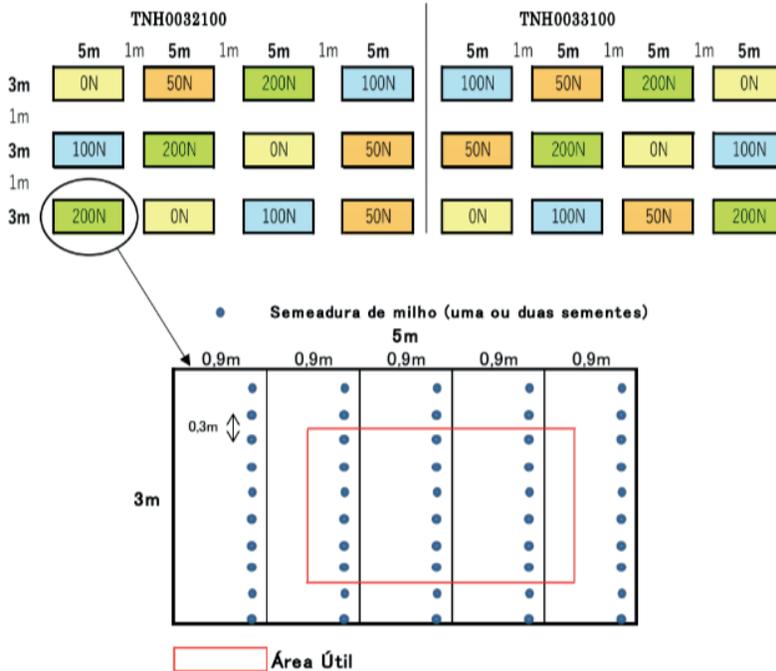


Figura N°2. Desenho experimental e área útil

Nesse arranjo, utilizou-se dois tamanhos de parcelas: a Parcela grande atribuída aos fatores (Híbrido) e o Sub-parcelas, atribuídas aos níveis do outro fator (Nitrogênio). A unidade de análise foi composta pelo Sub-parcelas, com uma população total de plantas de 2.400. A densidade de plantas foi a seguinte: 90cm entre fileiras e 30cm entre plantas, deixando 2 plantas por cova; obtendo assim 1200 plantas para cada Parcela grande e 100 plantas para cada Sub-parcela. O terreno principal tinha 264 m² (11m x 24m) para a variedade, e o Sub-Parcela de 15m² (5m x 3m) para níveis de adubação nitrogenada. A área útil era de 4,86 m² (2,7m x 1,8m), em que tiveram 36 (2 x 3 x 6) chumbadas em cada Sub-Parcela (Ver a **Figura N°2** e **Foto N°2**).



Foto Nº2. Cultura de Milho no campo experimental

Foto: um estudante, 2011

Como híbrido de milho, utilizaram-se TNH0032100 e TNH0033100, preparou-se como a Parcela principal. Por outro lado, como Sub-parcela, se preparam-se os 4 níveis do N tal como Tratamento preparam-se 0, 50, 100 e 200 kgN/ha.

Para a adubação do Fósforo e Potássio, levando em consideração os resultados da análise do solo da parcela experimental onde observa-se teor meio para P e o baixo para K no solo, respectivamente. (Ver **Tabela Nº2**); precedeu-se à adubação de superfosfato triplo (na forma de P_2O_5) e cloreto de potássio (na forma de K_2O) na dose de 50kg/ha em cada tratamento, antes da semeadura, para suprir a deficiência desses elementos e favorecer a absorção de N para obter rendimento ótima na cultura.

Para a adubação nitrogenada, utilizou-se Ureia para a cultura de milho. A adubação da Ureia realizou-se em três etapas; na época da semeadura, 30 e 60 dias após a semeadura.

Para Análise do solo antes da adubação e semeadura, utilizou-se água destilada (água: solo = 1:1) para determinar o valor do pH, e a solução extratora de Mehlich Nº 1 ($0,05M HCl + 0,0125 M H_2SO_4$) para determinar P e K disponíveis; a solução salina 1M KCl para determinação de Ca, Mg e Al trocáveis e o método de Walkley-Black (análise química) para determinação da matéria orgânica do solo. Além disso, o (H+Al) trocável determinou-se após a realização do método de pH_{SMP} (Shoemaker, Mclean e Pratt), usando a Tabela da interação entre o valor de pH_{SMP} e o (H+Al) trocável. Por outro lado, utilizou-se o sistema Bouyoucos para determinar o teor de argila (%) na análise física do solo no Laboratório da Fundação Nikkei - CETAPAR (Centro Tecnológico Agropecuário do Paraguai).

Para Análise do tecido vegetal do grão, determinou-se o percentual de umidade no grão de milho antes de realizar a análise do tecido vegetal na Fundação Nikkei-CETAPAR, e procedeu-se a pesar o grão fresco colhido para determinar o percentual de umidade de ambas os híbridos de milho TNH0032100 e TNH0033100, posteriormente colocou-se na estufa a 65°C por 3 dias, obtendo assim o peso seco, para determinar a % de umidade do grão colhido, e assim calcular o rendimento com 14% de umidade. As amostras secas utilizaram-se para determinar a porcentagem de proteína bruta (kg/ha) no grão de milho.

Para a Análise do tecido vegetal, enviaram-se amostras secas dos diferentes tratamentos à Fundação Nikkei-CETAPAR, na que utilizou-se o método de Kjeldahl, utilizando ácido sulfúrico para determinar o teor de $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ no tecido vegetal. Para a determinação da proteína bruta utilizou-se o valor de $\text{NH}_4^{+}\text{-N}$ x 6,25 (coeficiente protéico).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise do solo antes da adubação e semeadura

A Tabela N°2 mostra os resultados da propriedade física e química do solo antes de adubação e semeadura.

Amostra	pH (H ₂ O)	pH SMP	Argila	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O.
			%	mg/kg	cmol _c /kg	%				
Valor	5,70	5,64	16,7	44,0	0,08	0,37	0,11	0,12	6,70	1,56
Amostra	SB	CTC	V	m	CTCe					
	cmol _c /kg	cmol _c /kg	%	%	cmol _c /kg					
Valor	0,56	7,26	7,77	1,58	0,68					

Nota: M.O. = Matéria orgânica

Além disso, realizaram-se cálculos de:

Soma por bases (SB) = $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^{+}$

Capacidade de troca catiônica (CTC) = $\text{SB} + \text{H}^{+} + \text{Al}^{3+}$

Saturação por bases (V) (%) = $\text{SB} / \text{CTC} \times 100$

Saturação por Al (m) (%) = $\text{Al}^{3+} / \text{CTC} \times 100$

Capacidade de Troca Catiônica efetiva (CTCe) = $\text{SB} + \text{Al}^{3+}$

Tabela N°2. Análise do solo antes da adubação e semeadura

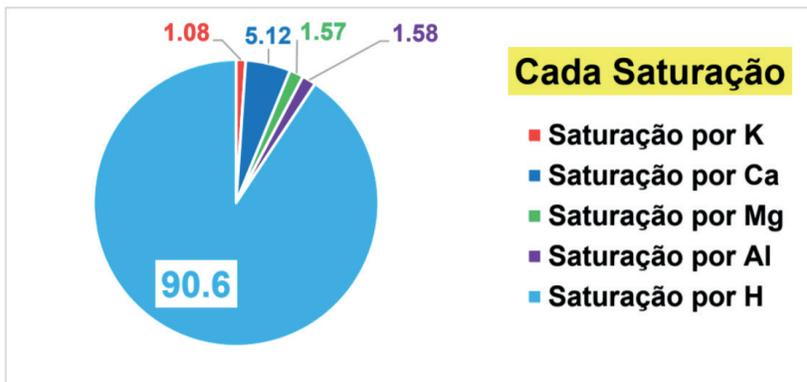
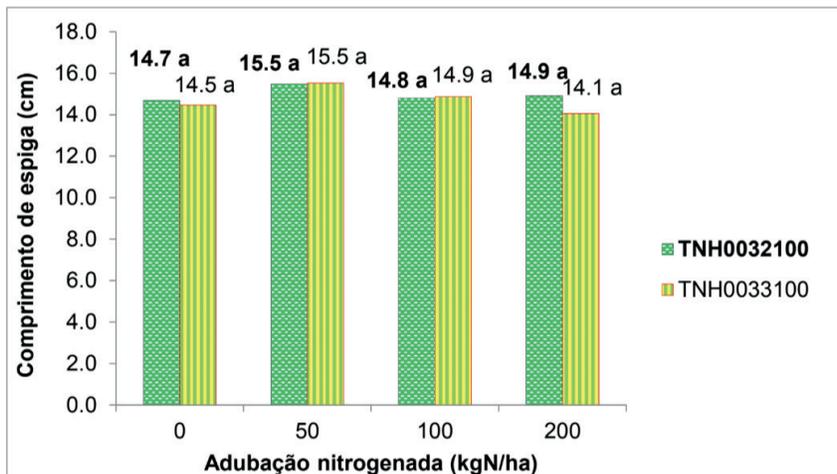


Figura N°3. Cada saturação por bases no solo

Pelo cálculo de cada saturação de acordo com a nota na Tabela N°1, são de 1,08 para a saturação para K, de 5,12 para a saturação por Ca, de 1,57 para a saturação por Mg, de 1,58 para a saturação por Al, de 90,6 para a saturação por H e de 92,2 (1,58 + 90,6) para a saturação por Al + H, respectivamente e A Figura N°3 mostra o gráfico redondo. Basicamente considera-se solo ácido com alto teor de H trocável e pode-se aplicar o trabalho para região de solos ácidos no Brasil.

Características agrônômicas da planta de milho - Comprimento da espiga (cm)

A Figura N°4 mostra a comparação do comprimento de espiga entre os dois híbridos em cada tratamento com diferentes níveis de N aplicado. Dos resultados da análise de variância, pode-se observar que não houve diferença significativa quanto ao comprimento das espigas para os diferentes tratamentos, porém, apresenta-se o maior valor meio no comprimento da espiga no duas variedades para o tratamento com 50kgN/ha, no entanto, tampouco observou-se estatisticamente significativa para sua diferença de comprimento sobre o teste de faixa múltipla de Duncan.

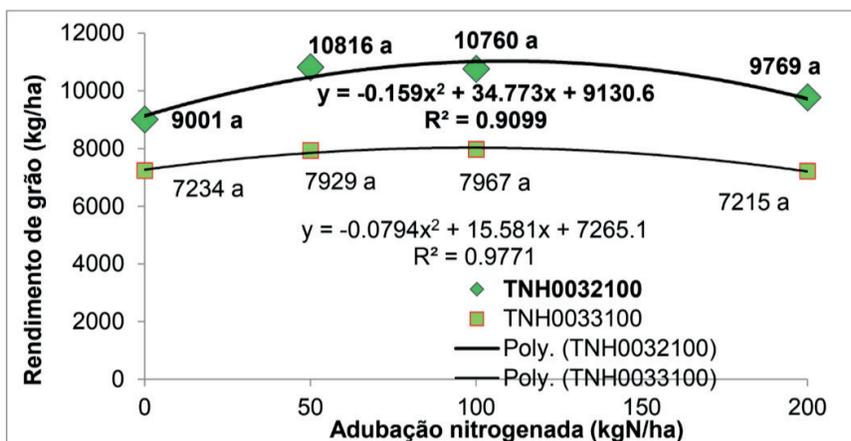


Nota: Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes no teste de faixa múltipla de Duncan.

Figura N°4. Comparação do comprimento de milho entre os dois híbridos em cada tratamento com diferentes níveis de N aplicado

Rendimento do milho (kg/ha)

A Figura N°5 mostra a dinâmica do rendimento de grãos em cada híbrido de milho baixo condição de diferentes níveis de N aplicado. Dos resultados da análise de variância, observou-se a diferença significativa a 1% para o híbrido do milho e é superior para o híbrido TNH0032100.

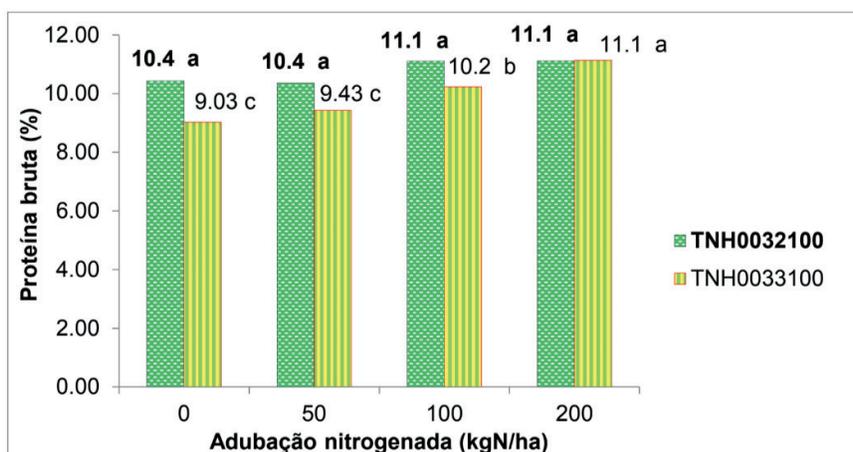


Nota: Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes no teste de faixa múltipla de Duncan.

Figura N°5. Dinâmica do rendimento de grãos em cada híbrido de milho baixo condição de diferentes níveis de N aplicado

Análise do tecido vegetal no grão

A Figura N°6 mostra a comparação da proteína bruta (%) no grão entre os dois híbridos em cada tratamento com diferentes níveis de N aplicado. Dos resultados da análise de variância é possível apontar que houve diferença significativa a 1% não só para o híbrido sino também para os níveis de N aplicado em comparação com a testemunha. Pode-se observar uma alta porcentagem de proteína bruta nos tratamentos de 100 e 200kgN/ha para o híbrido TNH0032100, mas não observou-se a diferença significativa no Teste de faixa múltipla de Duncan. Nota-se também que o percentual de proteína bruta coincide nos dois híbridos (TNH0032100 e TNH0033100) com exceção do tratamento de 200kgN/ha.

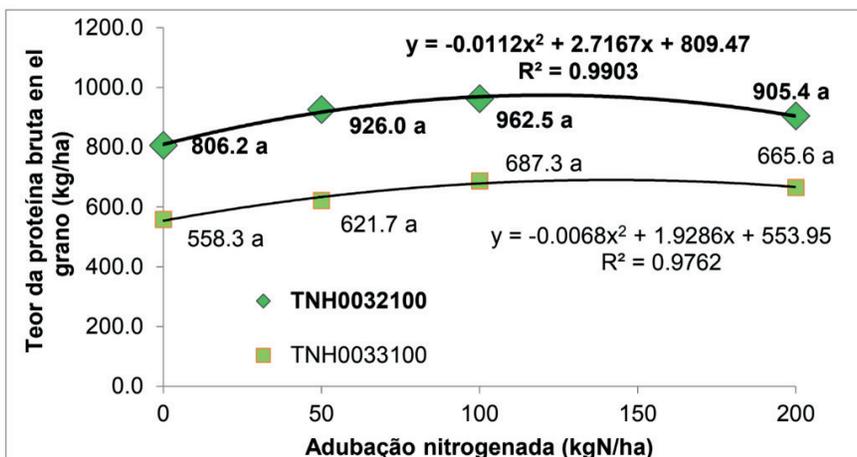


Nota: Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes no teste de faixa múltipla de Duncan.

Figura N°6. Comparação da proteína bruta do milho entre os dois híbridos em cada tratamento com diferentes níveis de N aplicado

Teor de proteína bruta no grão (kg/ha)

A Figura N°7 mostra a dinâmica da proteína bruta no grão em cada híbrido de milho baixo condição de diferentes níveis de N aplicado. Dos resultados da análise de variância, observou-se a diferença significativa a 1% para o híbrido do milho e é superior para o híbrido TNH0032100 ao aplicar 50 a 100kgN/ha.



Nota: Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes no teste de faixa múltipla de Duncan.

Figura N°7. Dinâmica do teor de proteína bruta no grão em cada híbrido de milho baixo condição de diferentes níveis de N aplicado

Recuperação eficiente aparente do N aplicado para cada híbrido de milho

Também, é muito importante avaliar a recuperação eficiente aparente do N.

Equação para determinar a recuperação eficiente aparente

$$\frac{\text{Absorção nitrogenada em cada tratamento (g)} - \text{absorção nitrogenada em testemunha(g)}}{\text{Aplicação nitrogenada (g)}} \times 100$$

$$= \text{Recuperação eficiente aparente do N (\%)}$$

Por exemplo, no tratamento 50kgNha para o híbrido TNH0032100, 926kg/ha / 6,25 (coeficiente protéico) = 148,2kg/ha como Nitrogênio amoniacal na Figura N°7.

Na Testemunha para mesmo híbrido, 806,2 / 6,25 (coeficiente protéico) = 129kg/ha como Nitrogênio amoniacal na Figura N°7.

De acordo com a equação, $(148,2 - 129) / 50 \times 100 = 38,4 \%$

Na Figura N°8 pode-se observar que a recuperação eficiente aparente de nitrogênio diminui à medida que aumentam as diferentes doses de N aplicado em ambos os híbridos de milho. A recuperação eficiência aparente do N para o híbrido TNH0032100 com 50kgN/ha foi de 38,3%, a qual obteve a maior porcentagem de recuperação entre todos os tratamentos. Atualmente, considerou-se alto teor de liberação de N inorgânico a partir da matéria orgânica quedada do solo dentro da cultura de milho e observou-se baixo valor para a recuperação nitrogenada aplicada de acordo com alta adubação nitrogenada.

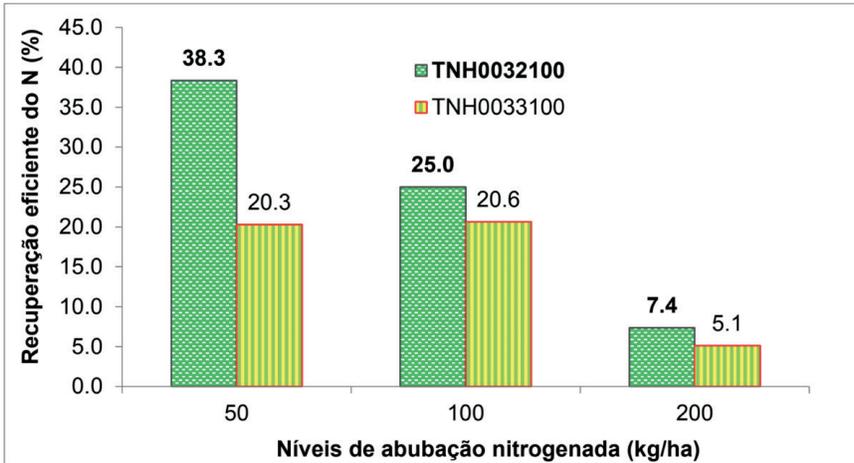


Figura N°8. Recuperação eficiente do N para cada híbrido

Os resultados obtidos (ver as Figuras N°5 e N°8), determinou-se a adubação econômica do N aplicado foi de 50kgN/ha para o híbrido TNH0032100.

CONCLUSÕES

De acordo com a análise dos dados obtidos durante a experimentação da cultura do milho, híbrido TNH0032100 e TNH0033100, com diferentes níveis de adubação nitrogenada (0kgN/ha, 50kgN/ha, 100kgN/ha e 200Nkg/ha), conclui-se que a diferença no rendimento entre os híbridos comparados resulta altamente significativa, onde destaca-se o híbrido TNH0032100, para adubação de 50kgN/ha; sendo também a combinação de híbrido e dose de N na qual apresenta maior rentabilidade (ao contrário com outras combinações); enquanto o híbrido TNH0033100, obteve maior rendimento com a adubação de 100kgN/ha, mas do ponto de vista econômica o tratamento que proporciona maior rentabilidade para o híbrido é 50kgN/ha, mesmo assim comparando os dois híbridos em estudo como aponta-se no híbrido TNH0032100 a que oferece maior retorno e determinou-se 50kgN/ha como a adubação econômica para o mesmo híbrido.

Atualmente, considerou-se alto teor de liberação de N inorgânico da matéria orgânica quedada a partir do solo dentro da cultura de milho e observou-se baixo valor para a recuperação nitrogenada aplicada de acordo com alta adubação nitrogenada.

AGRADECIMENTOS

Para este trabalho foi tese de María Lorena Galeano na Faculdade de Ciências Agropecuárias e Desenvolvimento Rural, Universidade Nacional de Pilar, Paraguai.

O autor dedicou-se à orientação com o Eng. MSc. Juan Alberto Bottino Fernández, e Eng. MSc. Gustavo Adolfo Retamozo Gimenez. Agradece aos paraguaios desenvolver a experiência educacional para o autor.

Atualmente, é muito importante realizar a produção sustentável de milho com baixos insumos e seleção de híbrido ou variedade que pode-se adaptar em cada região como um produto múltiplo como dieta humana, animal doméstico e bioenergia... etc. O autor traduziu do espanhol para o português para estender aos países de América Latina com o Brasil para este artigo.

Após a tradução do espanhol para o português pelo autor, o **Sr. Fernando Kondo** revisou a tradução para o português. Agradecê-lo.

REFERÊNCIAS

Arévalos, P., y Sunaga, S. 1999. Estudio de Suelo” Características Físico – Químicas de los Suelos del Área del Proyecto DERMASUR”. Proyecto de Desarrollo Rural y Mejoramiento Ambiental del Sur de Pilar (DERMASUR). 39 p.

Arias, Jiménez. C. A. 2007. Suelos Tropicales. Editorial Universidad Estatal a Distancia. San José, Costa Rica. 90-91.

Binder, D.L., D.H. Sander, and D.T. Walters. 2000. Maize response to time of nitrogen application as affected by level of nitrogen deficiency. *Agron. J.* 92: 1228-1236.

Bundy, L.G., and P.R. Carter. 1988. Corn hybrid response to nitrogen fertilization in the Northern Corn Belt. *J. Prod. Agric.* 1: 99-104.

Carlone, M.R., and W.A. Russell. 1987. Response to plant densities and nitrogen levels for four maize cultivars from different eras of breeding. *Crop Sci.* 27: 465-470.

Cox, W.J., S. Kalonge., D.J.R. Cherney, and W.S. Reid. 1993. Growth, yield and quality of forage maize under different nitrogen management practices. *Agron. J.* 85: 341-347.

Fiorenti, C. F. 2011. Influência da adubação nitrogenada no cultivo do feijoeiro em sucessão al milho e à Braquiária em sistema de semeadura direta. Universidade Estadual Paulista (UNESP) “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias Câmpus de Jaboticabal – SP-Brasil 86 p.

Galeano Lobos ML. 2012. Evaluación del rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*) variedad híbrida TNH 0032100 y TNH0033100, con diferentes niveles de aplicación de Nitrógeno. 62 p. (Tesis de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural, Universidad Nacional de Pilar en el Departamento de Ñeembucú, Paraguay).

Jahn, E., P. Cofre, y P. Soto. 1995. Calidad del ensilaje de maíz con diferentes poblaciones y niveles de fertilización nitrogenadas. p. 23-24. XX Reunión Anual SOCHIPA A.G., Coquimbo, Chile. 19 y 20 de octubre. Sociedad Chilena de Producción Animal, Temuco, Chile.

<https://www.atlasbig.com/pt-pt/paises-por-producao-de-milho>

<https://blog.jacto.com.br/conheca-o-panorama-da-agricultura-na-america-latina/>

Hanway, J.J. 1963. Growth stages of corn (*Zea mays* L.). *Agron. J.* 55: 487-492.

Muchow, R.C., and T.R. Sinclair. 1994. Nitrogen response of leaf photosynthesis and canopy radiation use efficiency in field-grown maize and sorghum. *Crop Sci.* 34: 721-727.

Proaño, J. y K. Tomita. 2021. Evaluación de tres híbridos de maíz con niveles nitrogenados durante la estación lluviosa, Guayaquil, Ecuador. *ALFA, Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias enero-abril Vol. (5) (13):* 53-64.

Reyes, P. 2003. *Diseño de Experimentos Aplicados*, México: Trillas. 61-68, 219-244.

Scharf, P.C., W.J. Wiebold, and J.A. Lory. 2002. Corn yield response to nitrogen fertilizer timing and deficiency level. *Agron. J.* 94: 435-441.

Sinclair, T.R., and R.C. Muchow. 1995. Effect of nitrogen supply on maize yield. I. Modeling physiological responses. *Agron. J.* 87: 632-641.

Tomita, K., E. Márquez, C. Pardo y R. Sánchez. 2001. Efecto de cal y fósforo en el cultivo de maíz variedad Across-7728 y Guararé-8128 en un Ultisol, Panamá (Variedad adaptable para agricultores pequeños y aplicación económica de materiales). *Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá, Colombia. Suelos Ecuatoriales. Vol. 31 (1):* 14-25.

Tomita, K. 2021. Efecto de la aplicación de yeso en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus*) y maíz (*Zea mays*) en un suelo Oxisol (Rhodic Kandudox), Yguazú, Alto Paraná, Paraguay. *Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo VII. Editora Artimes.* 156-168.

Tomita, K. y J. Proaño. 2022. Evaluación del rendimiento del grano con los tres híbridos asociados con tres niveles de la fertilización nitrogenada en el cultivo de maíz entre la aspersión y goteo por fertiriego durante la estación seca en un suelo Vertisol. *Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo VIII. Editora Artimes.* 200-208.

Valarezo Torres PV. 2017. Evaluación de tres híbridos de maíz *Zea mays* L. con tres distancias de siembra (Bachelors thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil). 44 p.