

Fertilización Química, Yeso Agrícola y su Efecto sobre la Producción de Yerba Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)
 Chemical Fertilization, Agricultural Gypsum and its Effect on the Production of Yerba Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)

Revista sobre estudios e investigaciones del saber académico

Santiago Ferreira¹ 

<https://orcid.org/0000-0003-3701-0635>

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, San Lorenzo, Paraguay. santiferr43@gmail.com

Anahí Ferreira¹ 

<https://orcid.org/0000-0002-5494-1696>

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, San Lorenzo, Paraguay. ferrana30@gmail.com

Jimmy Rasche¹ 

<https://orcid.org/0000-0002-2517-6868>

¹Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias, San Lorenzo, Paraguay. jwrasche@agr.una.py

Resumen

La yerba mate es una planta nativa del Paraguay, la misma se destaca por formar parte de la cultura del país. Actualmente su producción se ve afectada por el deterioro de los suelos, siendo así una necesidad realizar un mejor manejo y una correcta fertilización para satisfacer la demanda. La investigación tuvo por objetivo evaluar el efecto de la fertilización química y del yeso agrícola sobre la producción de yerba mate, año uno. El experimento se realizó en San Alberto, Alto Paraná, en un cultivo de 4 años (primer año de cosecha) en asociación con plantas de paraíso, en diseño de bloques completamente al azar con 3 tratamientos T1: (sin fertilización química); T2: fertilización química (60-40-60 kg. ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O) y T3: fertilización química con aplicación de yeso agrícola (60-40-60 kg. ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O + 2 t. ha⁻¹ de yeso agrícola) y 19 repeticiones, totalizando 57 unidades experimentales. Se determinaron los rendimientos comercial, no comercial y total. Se realizó análisis de varianza y se comparó las medias con el test de Tukey al 5%. No hubo diferencia significativa entre tratamientos, la producción de la parte comercial (T1:937 kg. ha⁻¹, T2:972 kg. ha⁻¹ y T3: 1278 kg. ha⁻¹), no comercial (T1:102 kg. ha⁻¹, T2:157 kg. ha⁻¹ y T3: 138 kg. ha⁻¹) y total (T1:1039 kg. ha⁻¹, T2:1129 kg. ha⁻¹ y T3: 1415 kg. ha⁻¹) no fueron influenciadas por la aplicación de fertilizantes químicos ni de la enmienda con yeso agrícola en el primer año del experimento.

Palabras clave: fertilización química, rendimiento, *Ilex paraguariensis*

Área del conocimiento: Ciencias Agrarias.

Correo de Correspondencia: santiferr43@gmail.com

Conflictos de Interés: El autor declara no tener conflicto de interés.

 Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons CC-BY

Fecha de recepción: 12/10/2023

Fecha de Aprobación: 23/05/2024

Página Web: <https://revistas.uni.edu.py/index.php/rseisa>

Abstract

Yerba mate is a native plant of Paraguay, it stands out for being part of the country's culture. Currently its production is affected by the deterioration of the soils, being thus a necessity to make better management and a correct fertilization to satisfy the demand. The research aimed to evaluate the effect of chemical fertilization and agricultural gypsum on the production of Yerba mate, year one. The experiment was carried out in San Alberto, Alto Parana, in a crop of 4 years of age (first year of harvest) in association with plants of paradise, in design of blocks completely random with 3 treatments T1: (Without chemical fertilization); T2: Chemical fertilization (60-40-60 kg. ha⁻¹ of N, P₂O₅, K₂O) and T3: Chemical fertilization with application of agricultural gypsum (60-40-60 kg. ha⁻¹ of N, P₂O₅, K₂O 2 t. ha⁻¹ of agricultural gypsum) and 19 repetitions, totaling 57 experimental units. Commercial, non-commercial and total yields were determined. Analysis of variance was performed and the means were compared with the 5% Tukey test. There was no significant difference between treatments, production of the commercial part (T1:937 kg. ha⁻¹, T2:972 kg. ha⁻¹ and T3: 1278 kg. ha⁻¹), non-commercial (T1:102 kg. ha⁻¹, T2:157 kg. ha⁻¹ and T3: 138 kg. ha⁻¹) and total (T1:1039 kg. ha⁻¹, T2:1129 kg. ha⁻¹ and T3: 1415 kg. ha⁻¹) were not influenced by the application of chemical fertilizers or the amendment.

Keywords: chemical fertilization, yield, *Ilex paraguariensis*.

Citación recomendada: Ferreira, S.; Ferreira, A.; Rasche, J. (2024). Fertilización Química, Yeso Agrícola y su Efecto sobre la Producción de Yerba Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Revista sobre estudios e investigaciones del saber académico (Encarnación), 18(18): e2024007

Introducción

El cultivo de yerba mate ha posicionado a Paraguay como tercer exportador mundial después de Argentina y Brasil (Skromeda, 2019); a nivel nacional, se ha extendido en gran parte de la Región Oriental, en los principales departamentos de Itapúa, Guairá, Alto Paraná y Caaguazú, siendo producida en un 82% por la agricultura familiar con un rendimiento promedio de 4.422 kilogramos por hectárea (DCEA, 2021). El desarrollo de la yerba mate puede resistir en suelos degradados, es decir, en condiciones de baja fertilidad (Oliveira y Rotta, 1985), donde la continua cosecha de hojas y ramas finas de yerba, genera consigo la exportación de nutrientes, que reduce finalmente el rendimiento del cultivo (Panteadó y Goulart, 2019); en conjunto, la baja capacidad de intercambio catiónico característico de este suelo, es decir, la baja capacidad de retener nutrientes como el Ca^{+2} , Mg^{+2} y K^{+} (Fink et al., 2016), y el aumento de la demanda, generan la necesidad de realizar estrategias de manejo, como la aplicación de yeso agrícola o sulfato de calcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), que aportan nutrientes como calcio y azufre, además, favorece el desarrollo del sistema radicular en las capas más profundas del suelo, de esa forma, permite la adsorción de agua y nutrientes, inclusive volviéndose más tolerantes al déficit hídrico (Caires et al., 2003; Tertulino et al., 2015; Mariño et al., 2015), la fertilización química que por lo general abarca los macronutrientes N, P y K, son exigidos en mayor cantidad, los cuales cumplen una función específica en el metabolismo de las plantas, y que el exceso o la falta de uno de ellos podría provocar limitaciones en el crecimiento del cultivo (Dechen & Nachtigall, 2007).

El rendimiento promedio de yerba mate en nuestro país hoy día no alcanza los 5000 kg ha⁻¹, siendo que existen técnicas que permiten al menos triplicar el rendimiento, en algunos casos la reposición de estos elementos como N, Ca, P y K son fundamentales ya que son los nutrientes más limitantes en la producción de yerba mate, pues esto permitiría corregir la deficiencia de los mismos (Pandolfo et al., 2003), aumentando los rendimientos en el tiempo, sin embargo, se debe conocer cuáles son los nutrientes que aplicados vía fertilización causarán aumento en la producción, considerando la necesidad de la planta de yerba mate y la capacidad del suelo de suplir los mismos naturalmente.

El objetivo general del trabajo consistió en evaluar el efecto de la fertilización química y del yeso agrícola sobre la producción de yerba mate, año uno.

El objetivo específico fue evaluar la producción de la yerba mate (parte comercial y no comercial) y total.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en San Alberto, Alto Paraná, en un cultivo de 4 años (primer año de cosecha) en asociación con plantas de paraíso, en diseño de bloques completamente al azar con 3 tratamientos T1: (sin fertilización química); T2: fertilización química (60-40-60 kg. ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O) y T3: fertilización química con aplicación de yeso agrícola (60-40-60 kg. ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O + 2 t.ha⁻¹ de yeso agrícola) y 19 repeticiones, totalizando 57 unidades experimentales.

Los materiales utilizados fueron fertilizantes químicos, yeso agrícola, balanza con precisión de un decimal para pesar el fertilizante y el yeso y balanza con precisión de cinco gramos para pesar la cosecha de hojas, balde, bolsita de papel y de plástico, cinta métrica, estacas, martillo, tijera de poda, bolsa de cancheo entre otros materiales.

Inicialmente se realizó la cosecha de la yerba mate (parte comercial compuesta por hoja y tallos finos) y parte no comercial (tallos de más de 1 cm de diámetro). Para determinar el rendimiento comercial y no comercial se cosecharon las hojas y ramas presentes en las plantas de cada unidad experimental y fueron pesadas con una balanza, los resultados obtenidos fueron expresados en kilogramos por hectárea.

Se determinaron los rendimientos comercial, no comercial y total. Se realizó análisis de varianza y se comparó las medias con el test de Tukey al 5%

Resultados y Discusión

La aplicación de fertilizante químico o la de fertilizante químico más yeso no permitió aumento de la producción de yerba mate según el análisis de varianza, no encontrándose diferencia significativa entre los tres tratamientos, sea en producción comercial, no comercial como por el peso total de lo cosechado (Tabla 1).

Tabla 1.

Producción comercial, no comercial y total de yerba mate de primer año por efecto de fertilización química y yeso agrícola. San Alberto, 2021.

Tratamientos	Peso comercial	Peso no Comercial	Peso Total
kg ha ¹
Testigo	937 a*	102 a	1.039 a
Fertilización Química	972 a	157 a	1.129 a
Fertilización Química + Yeso Agrícola	1.278 a	138 a	1.415 a

*Medias con letras comunes en la columna no son significativamente diferentes (Tukey p=0,05)

El cultivo de yerba mate es exigente en calcio, por lo que era de esperarse mayor producción de la misma al aplicar yeso agrícola, así mismo es una planta que exporta bastantes nutrientes, principalmente N y K en las hojas por lo que era de esperarse respuesta a la fertilización química, contrario a resultado obtenidos por otros autores quienes observaron respuestas a la fertilización química con nitrógeno (Pandolfo et al., 2003; Ribeiro, 2013; Santin et al., 2013), fósforo (Santin et al., 2017) y potasio (Santin et al., 2014). En relación al yeso agrícola en yerba mate no se encontraron estudios que demuestre su influencia sobre este cultivo.

Una explicación para la falta de respuesta a los fertilizantes puede ser a que la yerba mate es una planta perenne y en el primer año de fertilización no se observa el efecto de las fertilizaciones, necesitando ser evaluada a mediano y largo plazo, otra cosa que pudo haber influenciado es la edad de la yerba mate que al ser de cuarto año, primer año de cosecha comercial por lo que el rendimiento alcanzado en apenas un 20 a 25% de la media de producción a nivel nacional que es de 5.000 kg ha⁻¹ (Giménez et al., 2020), las plantas aún no están muy desarrolladas y la fertilidad del suelo es suficiente para aportar los nutrientes necesario para la planta en esta etapa de producción. También hay que considerar que al inicio existe alta variabilidad en el tamaño y porte de las plantas, ya que estas son provenientes de semillas y existe alta heterogeneidad genética en la finca y esa variabilidad en el crecimiento disminuye con los años.

Conclusión

La producción de la parte comercial, no comercial y total de yerba mate no fue influenciada por la aplicación de fertilizantes químicos ni por la enmienda con yeso agrícola en el primer año del experimento. Los efectos por la aplicación de yeso agrícola en este trabajo son de corto plazo (2 años después de la aplicación 2020) por lo que era de esperarse la no respuesta inmediata del yeso agrícola; por otra parte, podría considerarse que los niveles de los nutrientes se encuentran en cantidades suficientes para el desarrollo inicial del cultivo, por lo que no se observó influencia a la aplicación de fertilizante químico.

Se debe seguir evaluando la respuesta del yeso agrícola en el cultivo de yerba mate, ya que el efecto residual puede presentarse inclusive tres años después de la aplicación. Respecto a la yerba mate, este es un cultivo perenne que recién a los 10 años llega a su techo productivo y estas solo se encuentran en su quinto año de implantación y segundo año productivo.

Bibliografía

- Caires, E. F., Blum, J., Barth, G., Garbuio, F. J., & Kusman, M. T. (2003). Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27(2), 275–286. <https://doi.org/10.1590/s0100-06832003000200008>
- DCEA (Dirección de Censos y Estadísticas Agropecuarias). (2021). Síntesis estadística de los 16 principales cultivos: año agrícola 2020/2021. Ministerio de Agricultura y Ganadería. https://informacionpublica.paraguay.gov.py/public/1152699-SINTESISESTADISTICAS_16principalescultivos_25082021-1pdf-SINTESISESTADISTICAS_16principalescultivos_25082021-1.pdf
- Dechen, A. R., & Nachtigall, G. R. (2007). Elementos requeridos à nutrição de plantas. In R. Ferreira de Novais, V. H. Alvarez V, N. F. De Barros, R. L. Fontes, R. Bertola Cantarutti & J. C. Lima Neves (Eds.), *Fertilidade do solo* (pp. 91–132). Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- Fink, J. R., Inda, A. V., Bavaresco, J., Barrón, V., Torrent, J., & Bayer, C. (2016). Adsorption and

- desorption of phosphorus in subtropical soils as affected by management system and mineralogy. *Soil and Tillage Research*, 155, 62–68.
<https://doi.org/10.1016/j.still.2015.07.017>
- Giménez Pereira, A., Núñez Balbuena, J. M., & Benítez Ortiz, D. (2020). Compendio estadístico 2020. INE (Instituto Nacional de Estadística). <http://www.ine.gov.py>
- Mariño Macana, Y. A., Silva Floriano de Toledo, F. H., Oliveira Ferreira, E. V., Vicente de Ferraz, A., Arthur Junior, J. C., & de Moraes Gonçalves, J. L. (2015). Distribuição de raízes finas de dois clones de Eucalipto cultivados com gesso agrícola. In XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo (pp. 1–5). Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- Oliveira, Y. M., & Rotta, E. (1985). Área de distribuição natural de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In Seminário sobre atualidades e perspectiva florestais (pp. 17–36). EMBRAPA-CNPQ.
- Pandolfo, C. M., Floss, P. A., Croce, D. M. D., & Dittrich, R. C. (2003). Resposta da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) à adubação mineral e orgânica em um latossolo vermelho alumino férrico. *Ciência Florestal*, 13(2), 37. <https://doi.org/10.5902/198050981740>
- Panteado Junior, J. F., & Gomes dos Reis Goulart, I. C. (2019). Erva 20: sistema de produção para erva-mate. EMBRAPA.
- Ribeiro, M. M. (2013). Influência da adubação nitrogenada na incidência de *Gyropsylla spegazziniana* (Hemiptera:Psyllidae) praga da erva-mate cultivada [reponame:Repositório Institucional da UFPR]. <http://hdl.handle.net/1884/3887>
- Santin, D., Benedetti, E. L., de Almeida, I. C., de Barros, N. F., & Wendling, I. (2014). Calagem melhora a disponibilidade de cálcio no solo e a produtividade de *Ilex paraguariensis* St. Hil. In Congreso sudamericano de yerba mate, 6.; Simposio internacional de yerba mate y salud, 2. Grupo Interdisciplinario de Yerba Mate y Salud, 2014.
- Santin, D., Benedetti, E. L., De Barros, N. F., De Almeida, I. C., & Wendling, I. (2017). Intervalos de colheita e adubação potássica influenciam a produtividade da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) no estado do Paraná. *FLORESTA*, 46(4), 509. <https://doi.org/10.5380/rf.v46i4.41551>
- Santin, D., Benedetti, E. L., Kaseker, J. F., Bastos, M. C., Reissmann, C. B., Wendling, I., & Barros, N. F. d. (2013). Nutrição e crescimento da erva-mate submetida à calagem. *Ciência Florestal*, 23(1), 55-66. <https://doi.org/10.5902/198050988439>
- Skromeda, M. M. (2019). Evaluación de la brotación en yerba mate bajo distintos niveles nutricionales [Tesis de Magister Scientiae en Producción Vegetal, Universidad Nacional de Mar del Plata]. inta.gob.ar.
- Tertulino Rocha, J. H., de Moraes Gonçalves, J. L., de Oliveira Godinho, T., & da Silva Souza Filho, L. F. (2015). Nutrição e fertilização com enxofre e uso de gesso em plantações de eucalipto (208a ed.). Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais.

Agradecimientos

A la casa de estudios (Facultad de Ciencias Agrarias), PUBIABM (Programa Universitario de Becas para la Investigación “Andrés Borgognon Montero”). Así también a la empresa Fertimax SAE por donar los fertilizantes para el experimento.

Al PUBIABM (Programa Universitario de Becas para la Investigación “Andrés Borgognon Montero”), por el apoyo financiero para desarrollar el experimento.

Financiamiento

Empresa 13 de Mayo S.A (PUBIABM) Programa Universitario de Becas para la Investigación “Andrés Borgognon Montero”