

PRIMEROS RESULTADOS DEL EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN INORGÁNICA EN EL CRECIMIENTO DE *Agave potatorum* Zucc.

Gabriel Bautista Aparicio^{1*}, Saúl Sánchez-Mendoza¹, Martha Angélica Bautista Cruz², Miguel Crisanto Martínez¹.

¹NovaUniversitas. Carretera a Puerto Ángel Km. 34.5, Ocotlán de Morelos, Oaxaca. México C.P. 71513. ²Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Oaxaca, Hornos 1003, Xoxocotlan, Oaxaca, México, 71230.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la aplicación de tres dosis de nitrógeno (N) (0, 50 y 100 kg ha⁻¹) y cuatro de fósforo (P) (0, 30, 60 y 90 kg ha⁻¹) sobre el crecimiento de *Agave potatorum* Zucc. Se utilizó un diseño bifactorial con arreglo completamente al azar. Se evaluaron altura de planta (AP) y número de hojas desplegadas (HD). Respecto al control, la dosis de 30 kg ha⁻¹ P incremento 5.09 y 15.05% el HD en la primera y segunda medición respectivamente, para AP los incrementos fueron del 77.7, 39.5 y 37.81% en la primera, segunda y tercera medición respectivamente. Para la interacción N*P la aplicación de 100 kg de N ha⁻¹ más 30 kg de P ha⁻¹ incrementó en 110, 91.1 y 88.9%% la AP en la primera, segunda y tercera medición respectivamente. Se concluye que la aplicación de dosis bajas de P (30 kg ha⁻¹) y elevadas de N (100 kg ha⁻¹) generan un efecto positivo en AP, no así para HD.

Palabras clave: nutrición vegetal, producción, especies silvestres.

INTRODUCCIÓN

El maguey es un cultivo de importancia económica para el estado de Oaxaca por ser la materia prima para la producción de mezcal [1]. *Agave potatorum* es una especie importante para el estado de Oaxaca por la producción de mezcal el cual tiene una alta demanda regional, se cotiza hasta tres veces más que el precio del mezcal que se obtiene de otras especies [2]. Debido a la producción intensiva de mezcal, las poblaciones naturales de esta especie se ven seriamente

amenazadas por lo que surge la necesidad de generar conocimientos acerca de su manejo. Debido a las adaptaciones fisiológicas y anatómicas de esta especie, las plantas pueden proliferar en zonas con escasa precipitación y suelos de baja fertilidad [3], sin embargo, investigaciones realizadas en maguey sobre aspectos de fertilización han demostrado que responde de manera positiva, variables como AP, HD, diámetro de tallo y acumulación de biomasa son las que mejor respuesta han presentado [4,5]. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación diferentes dosis de N y P sobre el crecimiento de *Agave potatorum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron plántulas de maguey similares en edad (7 meses), tamaño y libres de plagas y enfermedades. En invernadero, las plantas fueron puestas en bolsas polietileno, como sustrato se utilizo una mezcla a base de suelo, arena y sustrato comercial (Sunshine) en una proporción 2:1:1, se implementaron riegos semanales. Se aplicaron tres dosis de N (0, 50 y 100 kg ha⁻¹) y cuatro dosis de P (0, 30, 60 y 90 kg ha⁻¹). Como fuentes de nutrientes se empleó sulfato de amonio (20.5% N) y superfosfato de calcio triple (46% P). Se realizó una sola aplicación, dos semanas después del trasplante. Mensualmente se hicieron mediciones para las variables número de hojas desplegadas (HD) y altura de la planta (AP). Al término del experimento se evaluará el diámetro de tallo, la biomasa radicular, la biomasa aérea fresca y seca y el contenido de sólidos solubles totales. Los tratamientos se establecieron utilizando un experimento bifactorial en un diseño completamente al azar con ocho repeticiones. En total se evaluaron 12 tratamientos con un total de 96 unidades experimentales. Se realizó un análisis de varianza con los incrementos en AP y HD obtenidos en cada medición, las medias se compararon mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), con el programa SAS versión 9.1 [6].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La AP y HD no mostraron cambios significativos con los tratamientos fertilizados respecto al control (Cuadro 1). Resultados similares fueron encontrados por Martínez *et al* [4], quienes no encontraron diferencias significativas en las variables AP y HD en *Agave potatorum* al evaluar dosis de 50, 100 y 150 kg N ha⁻¹. En *Agave lechuguilla* dosis de 100 kg ha⁻¹ de N estimularon un número de HD, contrario a lo mostrado en nuestro estudio [7].

Cuadro 1. Incremento en número de hojas desplegadas (HD) y altura de planta (AP) en *Agave potatorum* Zucc. como respuesta a la aplicación diferentes dosis de N y P.

Tratamiento	MM1		MM2		MM3	
	AP	HD	AP	HD	AP	HD
kg ha ⁻¹ de N						
0	2.65a	3.15a	4.67a	4.96a	6.64a	7.06a
50	2.14b	3.03b	4.24a	4.81a	6.500a	7.25a
100	2.97a	2.40c	4.69a	4.37b	6.64a	6.90a
<i>p</i>	<0.0001	<0.0001	0.4378	0.0056	0.6445	0.7129
kg ha ⁻¹ de P						
0	1.98c	2.87b	3.87b	4.45b	5.58b	6.87a
30	3.52a	3.04a	5.4a	5.12a	7.69a	7.50a
60	2.19c	2.75c	4.24b	4.54b	6.07b	6.91a
90	2.67b	2.79d	4.53ab	4.75ab	6.44ab	7.00a
<i>p</i>	<0.0001	<0.0001	0.0077	0.0120	0.0031	0.5435
C.V.	21.51	29.5	34.85	15.24	29.58	23.56

AP, altura de planta; C.V., coeficiente de variación; HD, número de hojas desplegadas; MM, medición mensual; *P*, significancia de F. Medias con letras iguales por columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, <0.05).

El nulo efecto que se obtuvo por la fertilización nitrogenada en las variables de crecimiento muestra que *A. potatorum* tiene menor avidez por nitrógeno que las especies de importancia agrícola, lo que sugiere que es más eficiente en el uso del nitrógeno que las plantas C3, aunque esto no está totalmente esclarecido [8]. Las plantas MAC usan menor cantidad de nitrógeno, lo

cual se asocia con el hecho de que habitan en sustratos con deficiencias severas de nutrientes [9]. Con 30 kg ha⁻¹ de P se presentaron los mejores resultados HD y AP, respecto al control, para HD se obtuvieron incrementos porcentuales de 5.9 y 15.05 para la primera y segunda medición respectivamente, para AP los incrementos porcentuales fueron de 77.7, 39.5 y 37.81 en la primera, segunda y tercera medición respectivamente (Cuadro 1). Nobel *et al* [7] encontraron que en *A. lechuguilla* con 500 kg de P ha⁻¹ se incrementa el HD. En la interacción N*P para HD no se tuvieron efectos significativos en comparación al control (Cuadro 2).

Cuadro 2. Incremento en número de hojas desplegadas (HD) y altura de planta (AP) en *Agave potatorum* Zucc. como respuesta a la interacción de diferentes dosis de N y P.

Tratamiento	MM1		MM2		MM3	
	AP	HD	AP	HD	AP	HD
0*+0**	2.13cde	3.37a	3.40b	5.12a	4.87b	7.37a
0+30	3.63ab	3.25b	5.75ab	5.25a	7.11ab	7.12a
0+60	1.95de	3.0d	4.37ab	4.37ab	5.91ab	6.50a
0+90	2.91bcd	3.0d	5.18ab	5.12a	6.91ab	7.25a
50+0	2.06cde	3.25b	4.48ab	4.37ab	6.46ab	6.75a
50+30	2.45cde	2.75e	4.22ab	5.0ab	6.77ab	7.50a
50+60	1.92e	3.0d	4.40ab	4.87ab	6.46ab	7.25a
50+90	2.15cde	3.12c	3.85ab	5.0ab	6.30ab	7.50a
100+0	1.75e	2.0g	3.75b	3.87b	5.51b	6.50a
100+30	4.48a	3.12c	6.50a	5.12a	9.20a	7.87a
100+60	2.71bcde	2.25f	3.96ab	4.37ab	5.85b	7.00a
100+90	2.96bc	2.25f	4.57ab	4.12ab	6.11ab	6.25a
<i>p</i>	<.0001	<.0001	0.016	0.0021	0.0147	0.7470

AP, altura de planta; HD, número de hojas desplegadas; MM, medición mensual; *P*, significancia de F; * kg ha⁻¹ de N; ** kg ha⁻¹ de P. Medias con letras iguales por columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, <0.05).

Para AP, el mejor tratamiento fue 100 kg ha⁻¹ de N más 30 kg ha⁻¹ de P, comparado con el control promovió incrementos del 110.13, 91.1 y 88.9% para la primera, segunda y tercera medición

respectivamente (Cuadro 2). A partir del análisis de la interacción N*P se demuestra el potencial que puede tener la aplicación de N y P en el crecimiento de *A. potatorum*, podemos inferir que dosis altas de N y bajas de P promueven AP. Martínez *et al* [5], no encontraron diferencias significativas para AP al evaluar dosis de fertilización altas (90-60-45), medias (60-40-30) y bajas (30-20-15) en *A. potatorum* y *A. angustifolia*. En *A. tequilana* se el rendimiento de la piña (tallo sin hojas) se duplicó con respecto al testigo cuando las plantas se fertilizaron con 120N-80P-60K, pero la aplicación de 120N-120P-60K generó rendimientos menores [10]. La buena respuesta obtenida para AP puede atribuirse a que el P, es un componente clave de ácidos nucleicos, fosfolípidos y ATP [11], por otra parte la deficiencia de N disminuye el metabolismo CAM, la fijación nocturna de CO₂, la síntesis de clorofila [12], desarrollo del área foliar, del sistema radical y en general del crecimiento de la planta [13].

CONCLUSIONES

La aplicación de 100 kg ha⁻¹ de N más 30 kg ha⁻¹ de P hasta el tercer mes de evaluación ha generado un efecto positivo para la variable AP, no así para NH. Los resultados sugieren que la aportación de N y P pueden ser una alternativa para el manejo y conservación de *A. potatorum*.

REFERENCIAS

- [1] M. V. Chagoya, 2004, Diagnóstico de la cadena productiva del sistema producto maguey mezcal. Oaxaca, México. pp. 24-46.
- [2] L. A. Sánchez, 2005, Oaxaca, Tierra de Maguey y Mezcal. 2a. ed. Instituto Tecnológico de Oaxaca. Oaxaca. México. 235 p.
- [3] B. C. Castro, 2007, Manual para la producción y paquete tecnológico para agave. Secretaría de Desarrollo Rural del estado de Puebla. Puebla, México. pp. 1-13.

- [4] R.S. Martínez, S.A. Trinidad, C. Robles, S. A. Galvis, M. T. M. Hernández, R.J.A. Santizo, S. G. Bautista, S. E. C. Pedro, 2012, Crecimiento y sólidos solubles de *Agave potatorum* Zucc. inducidos por riego y fertilización. *Revista Fitotecnia Mexicana* 35:61-68.
- [5] R. S. Martínez, S. A. Trinidad, S. G. Bautista, S. E. C. Pedro, 2013, Crecimiento de plántulas de dos especies de mezcal en función del tipo de suelo y nivel de fertilización. *Revista Fitotecnia Mexicana* 36:387-393.
- [6] SAS Institute, 2004, SAS® 9.1 SQL Procedure User's Guide. Cary, NC, USA.
- [7] P. S. Nobel, E. Quero, H. Linares, 1988, Differential growth responses of agaves to nitrogen, phosphorus, potassium, and boron applications. *J. Plant Nutr.* 11:1683-1700.
- [8] U. Lüttge, 2004, Ecophysiology of crassulacean acid metabolism. *Ann. Bot.* 93:629-652.
- [9] Ch. C. Lin, 2009, The effects of environmental factors in the induction of crassulacean acid metabolism (CAM) expression in facultative CAM plants. *JULS* 3:64-66.
- [10] Z. G. Valenzuela, D. R. González, 1995, Fertilización del agave tequilero (*Agave tequilana* Weber) en la región de Tequila, Jalisco, México. Ensayo de una metodología para analizar crecimiento en cultivos multianuales mediante una técnica no destructiva. *Terra* 13:81-95.
- [11] P.D. Schachtman, J. R. Robert, S.M. Ayling, 1998, Phosphorus Uptake by Plants: From Soil to Cell. *Plant Physiology* 116: 447-453
- [12] A.C. Franco, E. Ball, U. Lüttge, 1991, The influence of nitrogen, light and water stress on CO₂ exchange and organic acid accumulation in the tropical C₃-CAM tree, *Clusia minor*. *Journal of Experimental Botany* 42: 597-603.
- [13] B. Uvalle, C. G. Vélez, 2007, Nutrición del agave tequilero (*Agave tequilana* Weber var. Azul). pp. 69-88. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Pacífico Centro. Libro Técnico Núm. 4.