

## EVALUACIÓN DE DOS DIFERENTES BOKASHI PARA EL DESARROLLO DEL AGAVE SALMIANA

Nanci Karina Peña<sup>a</sup>, Jovani Cabrera<sup>a</sup>, Martin Cuamatzi<sup>a</sup>, Apolonia Hernández<sup>a</sup>, Nerit Montiel<sup>a</sup>  
<sup>a</sup>Universidad Politécnica de Tlaxcala región poniente, carretera federal libre a cuatro carriles México-  
Veracruz, Hueyotlipan, Tlaxcala, México

### Resumen

La demanda de subproductos del *Agave* en el estado de Tlaxcala ha provocado que la especie se encuentre en peligro de extinción. Aunado con el lento desarrollo y problemas fitosanitarios que presenta. Hasta el momento no se cuenta con las concentraciones nutrimentales que requiere el cultivo. Por otro lado, se sabe que la falta de nutrientes en el suelo es una limitante en la producción de la especie. Ante esto es necesario aplicar abonos orgánicos con el fin de aportar a las plantas los nutrientes necesarios para su buen crecimiento y desarrollo.

En el presente trabajo se evaluaron las propiedades físicas y químicas de dos diferentes abonos orgánicos: a) bokashi1 y b) bokashi2, para ser implementados en el desarrollo del *Agave salmiana*; siendo que hasta el momento el bokashi1 presenta óptimos contenidos de N, P y Ca (1.232 %, 1.98% y 29.45 mg respectivamente).

### Introducción

México es considerado centro de origen y de diversidad de los *Agaves* sp. No se tiene claro cuántas especies se han documentado actualmente, algunos autores mencionan que se han reconocido 166, otros 200 y algunos más mencionan hasta 273, diferentes especies de agaves (magueyes) en el continente americano, distribuidas una pequeña parte de Estados Unidos, México, América Central y América del Sur. Se considera que el 75% de todas las especies se encuentran en nuestro país y 55% crecen exclusivamente aquí, lo que muestra la gran importancia biológica del territorio nacional para los *Agaves* sp [4,5].

El género *Agave* sp. pertenece al orden de los Asparagales y a la familia de las *Agavaceas* [9]. Siendo útil para una amplia gama de aplicaciones entre el desarrollo cultural mexicano; como uso alimenticio, medicinal, religioso, textil, para construcción e incluso ornamental, entre otros [5] (Tabla 1).

Tabla 1. Principales usos del *Agave* sp.

Usos	Producto	Parte de la planta
Alimentación	Azúcar	Tallo (piña)
	Guisos	Flores y frutos
	Dulce	Escapo floral
	Mixiote	Hojas
	Gusanos rojos (Chinicuiles)	Cutícula del cogollo
	Pan de Pulque	Tallo (piña)

	Tortilla	Perianto de flores+nixtamal
Bebidas	Aguamiel, atole de aguamiel, pulque, Mezcal, Tequila, sotol, Bacanora, Vinagre, Jarabe	Tallo (piña)
Agrícola	Cerca viva, Evitar erosión como formadora de suelo Abono orgánico Planta líder de ecosistema	Planta completa Composta de hojas
Forraje	Bovinos, caprinos, porcinos	Hojas, escapos florales, flores y parte de la inflorescencia, bagazo.
Entre otros.		

Actualmente especies de *Agave* sp. se encuentran en peligro de extinción dado a los problemas nutrimentales, fitosanitarios, lento crecimiento y por el ineficiente sistema de propagación vegetativa o asexual. Algunos autores, mencionan que del 84% de las plántulas que logran germinar, sufren mortalidad por desecación. Solo el 1% tiene la posibilidad de sobrevivir y llegar a su fase adulto para reproducirse en su ambiente [2].

Aunado lo anterior, en el estado de Tlaxcala, la demanda de los subproductos que se obtienen del *Agave salmiana*; son de manera clandestina (gusano rojo, gusano blanco, mixiote), Calculándose una pérdida de 300 plántulas en una sola noche. Por lo que se considera una especie en peligro de extinción.

Es de importancia mencionar que esta planta perenne comparada con otras especies vegetales, tiene características benéficas, por la tolerancia a la sequía, el almacenamiento de agua, la baja permeabilidad de la epidermis y la capacidad de resistir la deshidratación [3]. INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) considera al *Agave*, una especie adecuada para suelos erosionados, suelos con pendientes y de mala calidad. Siendo que Tlaxcala es uno de los estados con mayor grado de erosión con 93.7% [1].

Actualmente en la región se está produciendo y reproduciendo la variedad denominada San Isidro o “Pua larga” con dos objetivos principales. Por un lado, evitar la extinción de la plántula; dado que la variedad tiene como característica particular, la dureza de la penca, lo que imposibilita el despliegue de la cubierta (mixiote) [13]. Por otro lado, dado a las características que presenta la plántula, es idónea para la recuperación de suelos erosionados del estado.

Sin embargo, el establecimiento de las plántulas de *Agave* sp depende en gran medida de las condiciones óptimas durante su desarrollo, de manera que si las plántulas no crecen en condiciones favorables, la supervivencia dependerá de su habilidad para adaptarse y/o resistir los factores limitantes, como la época de sequía y la falta de nutrimentos en el suelo [3].

Instituciones como el INIFAP, recomienda que la aplicación de abonos orgánicos sea de 2-3 kg para el *Agave* sp. Aunque poco se sabe sobre las concentraciones nutrimentales que requiere el cultivo. Ante esto, es necesario aportar a las plántulas de *Agave* sp. los nutrimentos necesarios para su buen crecimiento y desarrollo, como los abonos orgánicos. Donde se emplea el uso de estiércoles, guanos y compostas. La incorporación de cantidades crecientes de abono orgánico, promueven la formación de hojas de mayor longitud y anchura y tallos de mayor diámetro en *Agave* [10]. Estudios mencionan, que la aplicación de altas concentraciones de abonos orgánicos en sustratos, las plántulas de *Agave* sp. presentan mayor altura [7].

De manera específica, en el estado de Tlaxcala, siendo una región productora de *Agave* pulquero es muy común que los magueyeros no realicen ninguna labor orgánica o enmienda al suelo. Esto por considerar al *Agave salmiana* como una plántula rustica y resistente a la sequía, que no requiere fertilización, ni otros cuidados de desarrollo. Siendo que la limitación de un solo elemento nutritivo resulta suficiente motivo para limitar el normal crecimiento de la planta. Esto resalta la importancia de aplicar abonos orgánicos para el buen desarrollo del *Agave* sp. Por lo que, esta investigación tiene como objetivo principal, estudiar la efectividad de diferentes abonos orgánicos, sobre el crecimiento y desarrollo de *Agave salmiana*.

## **METODOLOGÍA**

La presente investigación se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Politécnica de Tlaxcala Región Poniente, localidad de Hueyotlipan, Tlaxcala. Ubicado en el Altiplano central mexicano a 2 560 msnm.

Para observar el efecto de los abonos orgánicos en el *Agave* sp. Se realizó como primera fase, la preparación de las dos diferentes compostas tipo bokashi, conteniendo cada uno los siguientes materiales: 1) Bokashi1: estiércol, tierra fértil, rastrojo de maíz, melaza, levadura y cal; 2) Bokashi2: estiércol, rastrojo de maíz, desperdicios de hogar, arena de río, cenizas, plumas, melaza y levadura.

La preparación consistió en construir una pila a partir de capas paralelas de cada uno de los materiales. Se mezclaron todos los materiales de forma uniforme; al mismo tiempo se adicionó agua y mezcla de levadura con melaza y se realizó la prueba del puño para tener un control sobre la humedad. La mezcla de los materiales se realizó durante 30 días en dos tiempos (mañana y tarde) hasta obtener la madurez del bokashi.

La siguiente fase, fue el trasplante de plántulas de *Agave salmiana* variedad “Púa larga” en los diferentes tratamientos (Tabla 2). Las plántulas utilizadas presentaron al momento del trasplante una edad de 2 meses y una altura promedio de 10 cm. Por otra parte, las mezclas que se realizaron con suelo arcillo del sitio de Hueyotlipan y tezontle para ambos bokashi, fueron en una relación 1:1.

Tabla 2. Tratamientos utilizados en el desarrollo de *Agave salmiana*

<b>TRATAMIENTOS</b>		
<b>Bokashi 1</b>	<b>Bokashi2</b>	<b>Testigo</b>
Bokashi	Bokashi	Tezontle.
Bokashi1+Suelo arcilloso	Bokashi2 +Suelo arcilloso	
Bokashi1+Tezontle	Bokashi2+Tezontle	

Cabe mencionar que se está utilizando un diseño de bloques completamente al azar con 10 réplicas para cada tratamiento. Las variables a medir durante el desarrollo del *Agave salmiana* son: altura, número de espinas, número de hojas, longitud de hoja, ancho de hoja y área foliar.

A los dos diferentes bokashi se les determinó por triplicado, el contenido de Nitrógeno total, Fosforo, Potasio, Calcio, Conductividad eléctrica y pH.

- La determinación de Nitrógeno se realizó por el método de Kjeldhal [1]. El cual consiste en convertir todos los componentes del nitrógeno oxidados tales como nitratos y nitritos a nitrógeno reducido a sulfato de amonio.
- El fosforo se determinó por el método de Olsen. Se realizó por colorimetría del fosforo extraído del suelo mediante una solución de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) 0.5 M a pH 8.5.
- El potasio se determinó por el método de Peech (Cobaltinitrito).
- La conductividad eléctrica (CE) se realizó por medio de un conductímetro HI 993310 sobre el extracto de suelo.
- El pH se determinó en extractos acuoso de agua:composta (1:15) con un potenciómetro Orion Modelo 720 [4].

## RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis físico-químicos de los dos diferentes Bokashi (Tabla 3). Se observa mayor contenido de nitrógeno en Bokashi1 (1.232 %) en comparación con el Bokashi2 (1.036 %), lo cual podría verse reflejado en el desarrollo de las plántulas de *Agave salmiana*.

En cuanto al potasio, se observa para ambos Bokashi, mayores porcentajes en comparación con el nitrógeno (2.31, 2.16 % respectivamente). La presencia de elementos como potasio y nitrógeno elevan el rendimiento en *A. salmiana*. La utilización de nitrógeno en la síntesis de materia seca, está en dependencia de la presencia de potasio. Cabe mencionar, que las plántulas de *Agave* sp. absorben más potasio que nitrógeno [12].

Para el caso del fósforo, se observan porcentajes muy cercanos entre los Bokashi 1 y 2 (1.98 y 2.01% respectivamente). Esto indica, que las plántulas de *A. salmiana* en estado juvenil, presentan actividad metabólica en los puntos de crecimiento, como hojas y raíces [11].

El mayor contenido de calcio se observa en Bokashi2 (35.13 mg) en comparación con el Bokashi1 (29.45 mg). La presencia de calcio, podría favorecer a las plántulas de *A. salmiana*, un incremento en la actividad metabólica, especialmente en raíces [6]. Además el calcio ejerce cierta influencia en la capacidad de intercambio catiónico en la raíz, y presenta una correlación positiva con el contenido de este elemento.

El pH que presentan los Bokashi 1 y 2, son valores alcalinos (7.42 y 7.31 % respectivamente). Estos valores, indican ser favorables para el buen desarrollo del *A. salmiana*. Siendo que valores ácidos provocan la incidencia de virus o pudrición del tallo.

Tabla 3.- Propiedades físicas y químicas de dos diferentes abonos orgánicos tipo bokashi.

	<b>Bokashi1</b>	<b>Bokashi2</b>
<b>Nitrógeno total (%)</b>	1.232	1.036
<b>Potasio (%)</b>	2.31	2.16
<b>Fósforo (%)</b>	1.98	2.01
<b>Calcio (mg/100 g)</b>	29.45	35.13
<b>pH</b>	7.42	7.31
<b>CE (DSm<sup>-1</sup>)</b>	10.60	9.44

## CONCLUSIÓN

Hasta el momento el bokashi1, es el abono orgánico que presenta contenidos nutrimentales óptimos. Donde se observa mayor altura y longitud de hoja en plántulas de *Agave salmiana*.

## REFERENCIAS

1. Alvarado-Cardona M, Colmenero-Robles JM, Valderrábano-Almegua ML, “La erosión hídrica del suelo en un contexto ambiental, en el Estado de Tlaxcala, México”, *Ciencia Ergo Sum*, Vol. 14, No. 3, p. 317-326, 2007.
2. Arizaga S, Ezcurra E, “Propagation mechanisms in *Agave Macroacantha* (Agavaceae), a tropical arid-land Succulent rosette”, *American Journal of Botany*, Vol.89, No 4, p. 632-641, 2002.
3. Bautista-Sánchez G, “Fertilización fosfatada y nitrogenada de *Agave potatorum* Zucc”. *Memorias de seminarios de Investigación, Universidad Tecnológica de la Mixteca*, En línea [www.utm.mx/~mtello/Extensos/extenso030909.pdf](http://www.utm.mx/~mtello/Extensos/extenso030909.pdf), 2008. (Fecha de consulta: 28 de marzo de 2013).
4. CONABIO, “Mapa Mezcales y Diversidad”. © *Conabio, México*. 2005.
5. García-Herrera JE, Méndez-Gallegos SJ, Talavera-Magaña D, “El género *Agave* spp. En México: principales usos de importancia Socioeconómica y agroecológica”, *VIII Simposium-Taller Nacional y 1er Internacional “Producción y Aprovechamiento del Nopal”*, No.5, 2010.
6. Gopalakrishnan S, Goswami Nn, Bagchi D, “Cation exchange capacities of the roots of different varieties of Jute in relation to uptake of calcium and potassium”, *Soils and fertilizers* Vol. 36, No.6, p.65-76,1982.
7. Hernández GE, “Crecimiento en vivero de vitroplantas de *Agave angustifolia* Haw bajo efectos de sustratos orgánicos y fertirriego”, *Tesis de Maestría ITVO*, p. 219, 2003.
8. Illsley GC, Rivera G, Tlacotempa A, Morales P, García J, Gómez T, Martínez J, Marcial J, Castro F, Calzada M, Mancilla S, García P, Casarrubias L, Hernández F, Flores J, “Manual de manejo campesino de magueyes Mezcaleros”, *Grupo de Estudios Ambientales A.C., CONABIO*. 2004.
9. Narváez-Zapata JA, Sánchez-Teyer, LF, “Agaves as a Raw Material: Recent Technologies and Applications”, *Recent Patents on Biotechnology*, Vol.3, p.185-191, 2009.
10. Otero R, “El cultivo del henequén (*Agave fourcroydes* Lem) como planta textil y su aprovechamiento integral”, *Temas* p. 23-46, 1999.
11. Pacheco RAJ, Vásquez VL, “Abonado y fertirriego sobre el crecimiento y condición nutrimental de *Agave angustifolia* Haw en vivero”. *Tesis de licenciatura. ITVO*, p. 96, 2005.
12. Pérez-Toro A, “Enfermedades, plagas y anomalías del henequén en la región del estado de Yucatán”, *Chapingo*, Vol. 3, No. 28, p. 208-211,1949.
13. Steicneck O, “The relation between potassium and nitrogen in the production of plant material” *International Potash Institute. Memoria*, p. 230,1974.
14. Vásquez AL, “Blindan el maguey”, *Agropeuarias/Tlaxcala. Info-rural*, <http://www.inforural.com.mx/spip.php?article23001>, 2008. (Fecha de consulta: 8 de marzo de 2013).