

Evaluación de la concentración de grados brix (°bx) en plántulas de tres especies de agave mezcalero: efecto de la fertilización

Evaluation of the concentration of brix degrees (° bx) in seedlings of three species of agave mezcalero: effect of fertilization

Kevin Alexis Pérez-González¹, Julio César Ríos-Saucedo², Ramiro Luján-Holguín¹, Rigoberto Rosales-Serna¹, Lorena Hernández-López³, Luis Manuel Valenzuela-Nuñez^{4*}

¹ Universidad Tecnológica De La Tarahumara. Belisario Domínguez 23, Centro, 33180 Guachochi, Chih.

² INIFAP Campo Experimental Valle del Guadiana. km 4.5 Carr. Durango-El Mezquital, Durango, Dgo. México. C. P. 34170.

³ Universidad Politécnica de Durango. México 45, Los Encinos, 34306 Durango, Dgo.

⁴ UJED Facultad de Ciencias Biológicas. Laboratorio de Biología y Ecología Forestal. Av. Universidad S/N. Fracc. Filadelfia. 35010 Gómez Palacio, Dgo.

*Autor para correspondencia: luisvn70@hotmail.com

RESUMEN

El género *Agave* es endémico del continente americano con aproximadamente 200 especies, de las cuales 75% se desarrollan en el territorio nacional e incluyen a 129 taxa endémicos, por lo que se considera a México como su centro de origen y diversidad. En la familia Agavaceae se ubican la mayoría de las especies que se utilizan para la producción de bebidas alcohólicas destiladas como el mezcal y el tequila. Con la evaluación periódica del tamaño de macollo, tamaño de roseta, número de hojas y evaluando la concentración de los grados brix de plántulas de *Agave durangensis*, *Agave angustifolia* y maguey verde (*Agave* sp), el objetivo general es estudiar la caracterización morfológica y evaluación de la concentración de los grados Brix (°Bx) en plántulas de 3 especies de agave mezcalero. Autores mencionan que el fertilizante ayuda a que las plantas desarrollen una mayor cantidad de hojas, en este caso por falta de tiempo esto no fue visible ya que las hojas presentes en las plantas durante los registros fueron constantes. El *A. angustifolia* presentó los índices más altos en °Bx, mientras que los dos restantes presentaron índices similares, esto se puede deber a la fisiología de hoja larga y delgada que presenta, mientras que el *A. durangensis* y *Agave* sp son de hoja más corta y ancha, ya que la forma de la hoja puede influir en la cantidad de azúcares que puede producir la planta.

Palabras clave: Fertilizante, grados Brix, inflorescencias, morfología, sobreexplotación.

ABSTRACT

The genus *Agave* is endemic to the American continent with approximately 200 species, of which 75% develop in the national territory and include 129 taxoendemic, for which Mexico is considered its center of origin and diversity. Most of the species used for the production of distilled alcoholic beverages such as mezcal and tequila are located in the Agavaceae family. With the periodic evaluation of the tiller size, rosette size, number of leaves and evaluating the concentration of the brix



degrees of seedlings of *Agave durangensis*, *Agave angustifolia* and green maguey (*Agave* sp), the general objective is to study the morphological characterization and evaluation of the concentration of Brix degrees (°Bx) in seedlings of 3 species of mezcal agave. Authors mention that the fertilizer helps the plants develop a greater number of leaves, in this case due to lack of time this was not visible since the leaves present on the plants during the records were constant. *A. angustifolia* presented the highest indices in °Bx, while the remaining two presented similar indices, this may be due to the physiology of the long and thin leaf that it presents, while *A. duranguensis* and *Agave* sp are more leafy. short and wide, as the shape of the leaf can influence the amount of sugars the plant can produce.

Key words: Fertilizer, °Brix, inflorescence, morphology, overexploitation.

INTRODUCCIÓN

La familia Agavaceae se distribuye en Canadá, Estados Unidos de América, México, Centroamérica y las Islas del Caribe. El género *Agave* es endémico del continente americano con aproximadamente 200 especies, de las cuales 75% se desarrollan en el territorio nacional e incluyen a 129 taxa endémicos, por lo que se considera a México como su centro de origen y diversidad.

México cuenta con cerca de 200 especies de agave, de las cuales, actualmente sólo entre 12 son magueyes mezcaleros. Los agaves han tenido y tienen una gran importancia económica y cultural para numerosos pueblos indígenas y mestizos, que los han aprovechado durante siglos como fuente de alimento, bebida, medicina, combustible, cobijo, ornato, fibras duras extraídas de las hojas (ixtle), abono, construcción de viviendas y elaboración de implementos agrícolas, entre otros usos. Son abundantes en las provincias florísticas de las Serranías Meridionales del centro de México, Sierra Madre Occidental, Altiplano mexicano, península de Baja California y Sierra Madre Oriental (Mendoza, 2007) sin embargo, debido a la demanda, así como a la sobreexplotación de las especies de agaves mezcaleros, las densidades de población de estos mismos se han visto afectadas disminuyendo así en grandes cantidades dejando así a las

poblaciones de los agaves con grandes escasez de planta (Bautista et al., 2017).

Con el incremento de la sobreexplotación de las especies de agave mezcaleros, es necesario identificar técnicas para el desarrollo del agave para obtener plantaciones de calidad y que satisfagan las necesidades demandadas por los productores y consumidores, para eso es necesario realizar programas de producción de plantas de calidad para abastecer de materia prima el mercado nacional e internacional, por lo anterior, el objetivo de este trabajo fué evaluar el efecto de la fertilización sobre la concentración de los grados Brix (°Bx) en plántulas de 3 especies de agave mezcalero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en el INIFAP en el Campo Experimental Valle del Guadiana, el cual se localiza en el km 4.5 de la carretera Durango - El Mezquital, en Durango, Durango.

Especies utilizadas

Se muestrearon 3 especies diferentes de agave mezcalero, agave cenizo (*Agave durangensis*), agave espadilla (*Agave angustifolia*) y maguey verde (*Agave* sp) a nivel de plántulas obtenidas a partir de reproducción vegetativa, las cuales se encontraban situados en charolas forestales de 77 cavidades dentro del invernadero Campo Experimental Valle del Guadiana. El riego de la

plantación se realizó periódicamente cada tercer día de manera manual en las mañanas.

Se realizó una división a cada charola de muestreo, en una división se utilizó el fertilizante Master 20-07-19, el cual contiene 20% de nitrógeno, 7% de fósforo y 19% de potasio, se realizó la fertilización los días lunes y viernes con una cantidad de 4 litros con 4gr de fertilizante para las 6 charolas, la otra división se dejó a riego sin fertilizante.

Variables evaluadas

Para el desarrollo de este estudio, se obtuvieron los datos morfológicos de las plántulas estudiadas, para obtener las diferentes variables requeridas. Se dividió la planta en dos, parte aérea y parte radicular y al final se sumaron los datos registrados para obtener la altura total de la planta. Con ayuda de un Vernier marca Mitotoyo® se midió la longitud desde el ápice de la hoja más alta hasta el final del macollo de la plántula. Con ayuda de un Vernier se midió la longitud desde el final del macollo de la plántula hasta la punta de la raíz más larga. Se contabilizó la cantidad total de hojas presentes en cada una de las plántulas.

Determinación de concentración de los grados Brix

Para efectuar esta medición se agregó al prisma una gota de jugo (macollo y hoja) utilizando un exprimidor observando a través del ocular del refractómetro para leer los grados Brix. Al término de cada medición se limpiaba el prisma para retirar la muestra y no afectar las mediciones restantes. Se hizo la medición de la cantidad de azúcares concentrados en el área del macollo con ayuda de un refractómetro y un exprimidor.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó estadística descriptiva, utilizando los promedios y la desviación estándar de cada unidad

experimental, comparando altura, diámetro de macollo, diámetro de roseta y número de hojas para las distintas especies de agave.

Se midió la altura de cada una de las hojas de cada plántula para así obtener la media de altura de las hojas. Se midió el ancho de cada una de las hojas de cada plántula para así obtener la media de altura de las hojas. Se realizaron dos medidas en el área del macollo en forma de cruz para así obtener el diámetro del macollo de cada plántula. Se realizaron dos medidas en el área de la roseta en forma de cruz para así obtener el diámetro del macollo de cada plántula.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental sistemático con un efecto de borde, tomando dos charolas de cada especie de agave, dando un total de 6 charolas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización morfológica de plántulas de agave mezcalero

El desarrollo en crecimiento total de las tres diferentes especies de agave mezcalero, se observa que el Agave angustifolia presenta una diferencia significativa de altura total sobre los dos agaves restantes, de igual forma las plantas de esta especie fertilizadas presentan un crecimiento no significativo pero mayor a la planta no fertilizada, seguido de Agave sp colectado en Sinaloa el cual fue fertilizado, después por el Agave durangensis en cual mostro similitud entre las planta fertilizada y la no fertilizada y por último el Agave sp sin fertilizar. En la Figura 1, se puede observar que las plantas fertilizadas de Agave angustifolia y Agave sp presentan un crecimiento no significativo estadísticamente, pero mayor a las plantas a las cuales no se les aplico fertilizante, mientras tanto en el Agave durangensis el uso del fertilizante no tuvo un efecto notable ya que los datos obtenidos son similares entre los dos tratamientos.

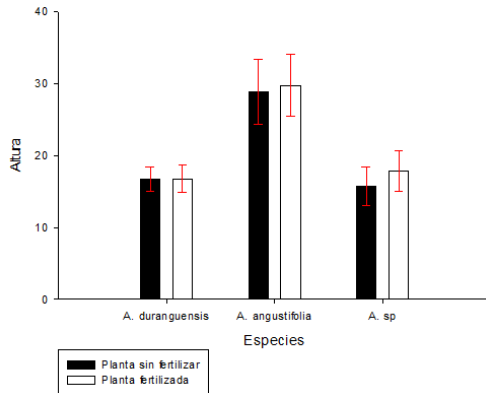


Figura 1. Altura total de tres especies de maguey mezcalero sometidas a fertilización.

Las plantas necesitan de dieciséis elementos químicos para su metabolismo, crecimiento y desarrollo. Estos se identifican como elementos esenciales (Granados, 1993). Debido a que las plantas no podrían completar su ciclo de vida o pueden interrumpir el desarrollo de crecimiento, por lo cual se tiene que hacer uso de algún fertilizante con los nutrientes necesarios para restaurar a la planta de acuerdo a la etapa de desarrollo en la que se encuentre.

El desarrollo en crecimiento aéreo de las tres diferentes especies de agave mezcalero, se observa que el Agave angustifolia presenta una diferencia significativa de altura aérea sobre los dos agaves restantes, de igual forma Agave angustifolia fertilizado presenta un crecimiento no significativo pero mayor a la muestra no fertilizada, seguido de Agave duranguensis y por último el agave verde colectado en Sinaloa, los cuales presentan datos similares entre sí. De igual forma en estos las plantas fertilizadas presentan un crecimiento no significativo pero mayor a las plantas sin fertilizar.

En el crecimiento radicular de las diferentes especies de agave, no se aprecian diferencias significativas entre las plantas, pero la especie Agave angustifolia sin fertilizar presenta una raíz relativamente más larga en comparación del resto, seguido por la misma especie, pero

fertilizada, después por Agave sp fertilizado y por Agave duranguensis sin fertilizar y por último Agave duranguensis fertilizado y por Agave sp sin fertilizar (Figura 2). El uso del fertilizante en el Agave verde resultó ser benéfico, aunque el resultado en comparación con la muestra no fertilizada no sea significativo el crecimiento fue mayor mientras que en las demás especies de agaves las plantas no fertilizadas obtuvieron mayor crecimiento.

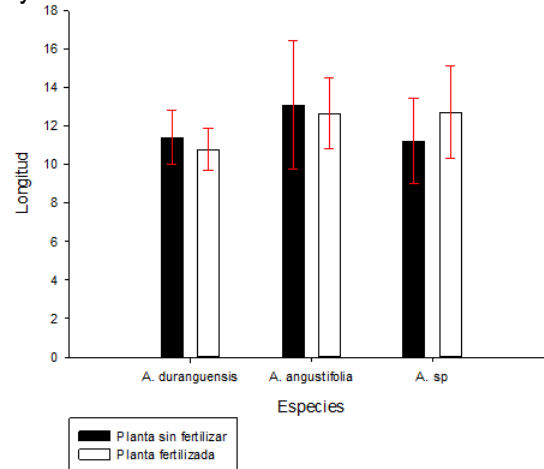


Figura 2. Longitud radicular de tres especies de maguey mezcalero sometidas a fertilización.

En la Figura 3, se muestra el promedio de ancho en las hojas de las plantas de las diferentes especies de agave, en donde no se aprecian diferencias significativas sin embargo se muestra que el agave verde resalta a los demás mostrando un promedio de anchura más alto en sus hojas a los demás, donde las plantas con fertilizante sobresalen del resto, seguido del el Agave duranguensis donde resaltan las plantas sin fertilizar y por último el Agave angustifolia donde el fertilizante fue beneficioso para este. El uso del fertilizante de desarrollo fue beneficioso para estas plantas ya que ayudo a que las hojas ganaran anchura. De igual forma debido a la morfología del agave verde de la región de Sinaloa zona cálida es de hoja ancha por lo cual supero a las dos especies restante en este punto.



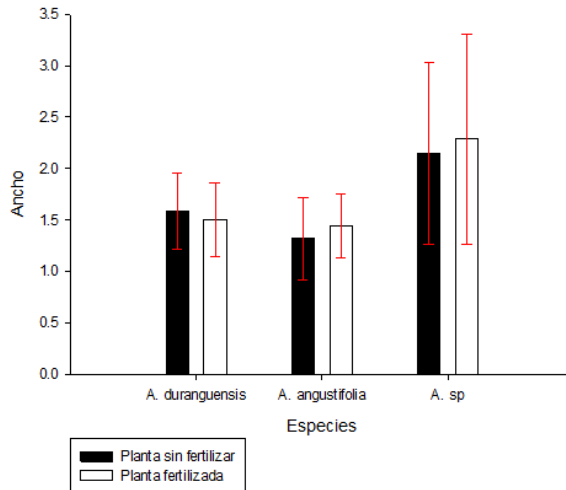


Figura 3. Ancho de hojas de tres especies de maguey mezcalero sometidas a fertilización.

En la altura de las hojas de las diferentes especies de agave se denota que el *Agave angustifolia* sobresale del resto por su morfología de hojas largas por lo que se puede apreciar una diferencia significativa con los otros dos agaves restantes, mientras que el *Agave duranguensis* y el *Agave sp* son de hojas más cortas, sin embargo, entre estas dos especies se aprecia que la altura de hojas en el *A. duranguensis* es mayor al agave verde, pero sin ser una diferencia significativa. Las especies más beneficiadas por el uso del fertilizante es el *A. duranguensis* seguido del agave verde, mientras que el *A. angustifolia* el uso de fertilizante no fue efectivo (Figura 4).

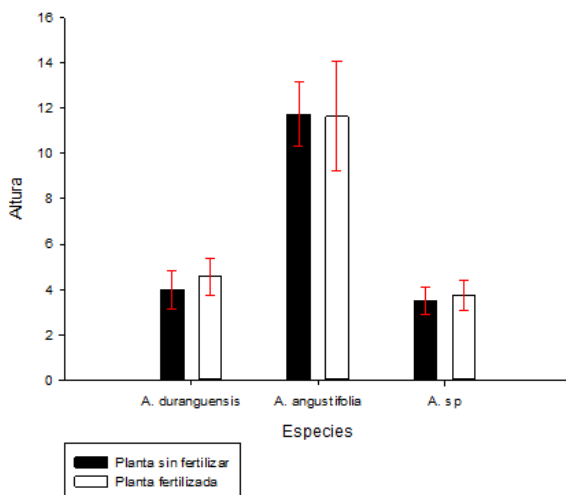


Figura 4. Altura promedio de macollo de tres especies de maguey mezcalero sometidas a fertilización.

La abertura de la roseta de las diferentes especies, muestra que el *Agave angustifolia* presenta el diámetro de abertura de roseta mayor en las especies, también presentan una diferencia significativa con el agave verde el cual presenta datos similares entre las plantas fertilizadas y no fertilizadas en cuanto al *A. duranguensis* no presenta diferencias significativas con el resto de las especies, pero las plantas sin fertilizante presentan una abertura de roseta mayor a las fertilizadas, de igual manera la abertura en esta especie es mayor a la abertura del agave verde (Figura 5).

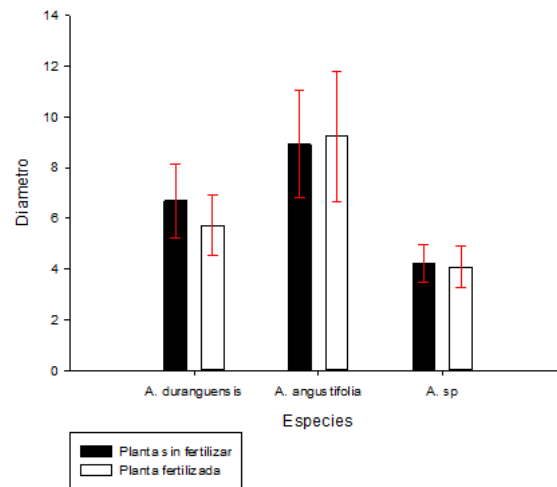


Figura 5. Diámetro promedio de roseta de tres especies de maguey mezcalero sometidas a fertilización.

El fertilizante no resultó de mucha ayuda a las plantas en este punto del estudio ya que los datos obtenidos entre las plantas fertilizadas y no fertilizadas presentan datos similares, pero sin ser iguales.

A continuación, en la Figura 6, se muestran la concentración de los grados Brix de *A. duranguensis* sin fertilizar y con fertilizar, en donde se aprecian que las plantas fertilizadas en la primera semana de aplicación del fertilizante presentaron datos bajos, pero después de esta los datos empezaron a incrementar, mientras que las plantas no fertilizadas muestran datos de

incremento desde la primera semana de estudio, sin embargo llega un punto donde estos datos empiezan a incrementar lentamente al mismo tiempo donde las plantas fertilizadas las rebasan con datos más altos. Lo cual indica que el fertilizante utilizado ayuda a la planta a acumular una cantidad de azúcares mayor a lo normal.

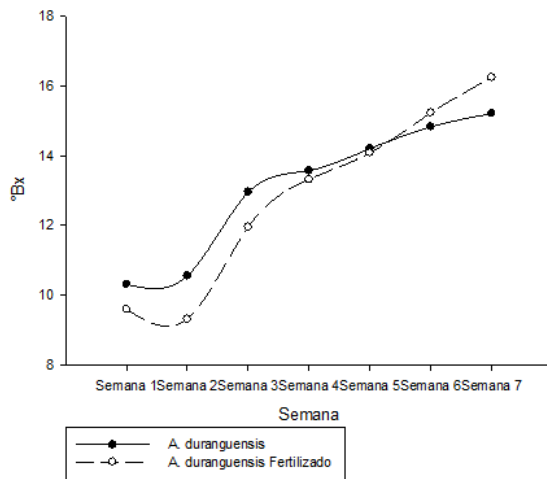


Figura 6. °Bx de macollo en *A. duranguensis*.

Los datos obtenidos y analizados de la especie *A. angustifolia* muestran que los grados Brix de las plantas sin fertilizante y con fertilizante son diferentes desde la primera semana de estudio, en donde se aprecian que la muestra de plantas fertilizadas presenta un incremento mayor y constante a las plantas sin fertilizante las cuales muestran datos más bajos pero de igual manera en constante incremento conforme pasa el tiempo de desarrollo, lo que indica que el fertilizante ayuda a la planta a acumular más azúcares (Figura 7).

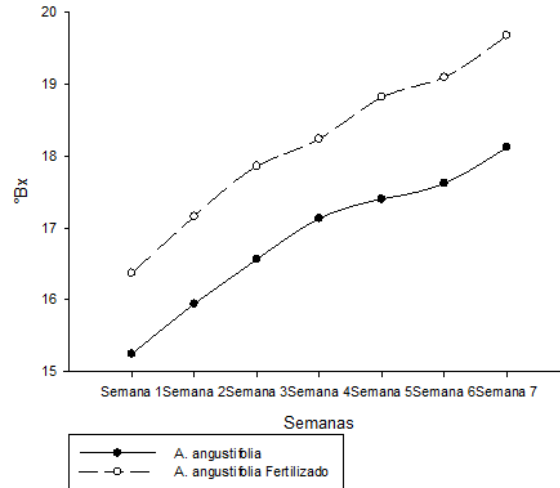


Figura 7. °Bx de macollo en *A. angustifolia*.

En cuanto a los datos del Agave sp proveniente de la región de Sinaloa, en la figura 8, se muestran los grados Brix las plantas fertilizadas presentan un incremento bastante notable durante la primera semana mientras que las plantas sin fertilizar presentan datos similares durante las primeras tres semanas de estudio, después de esto ambas plantas muestran un dato muy similar en la semana cuatro en donde se emparejan, después de esto las plantas sin fertilizar muestran un incremento mayor a las plantas fertilizadas, al final en la última semana de estudio las plantas fertilizadas presentan un incremento mayor en la cantidad de azúcares respecto a las demás plantas. Esto muestra que el uso del fertilizante en esta especie puede ayudar a que la acumulación de los azúcares, pero a la vez ayuda a que estos azúcares se distribuyan a toda la planta y no solo se mantengan en el área del macollo.

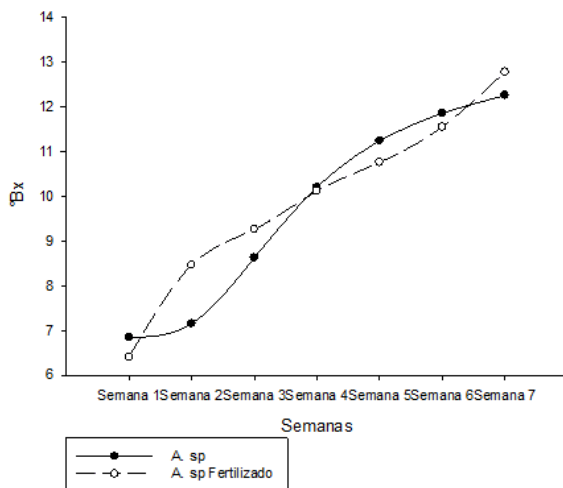


Figura 8. °Bx de macollo en Maguey verde (*A. sp*).

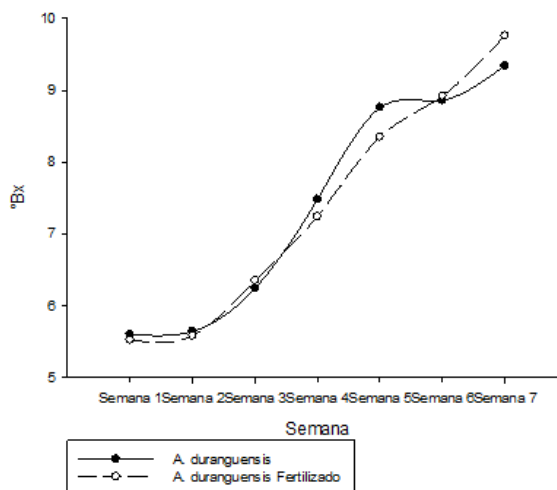


Figura 9. °Bx en hoja de *A. duranguensis*.

Los datos obtenidos del estudio del área de la hoja de las plantas de la especie *A. duranguensis* muestran que las plantas sin fertilizante dominaron las dos primeras semanas que fue en donde ambas plantas cruzaron, los datos de ambas siguieron de forma similar por una semana más sin embargo las plantas sin fertilizante predominaron mostrando datos más altos a las demás plantas, en la última semana las plantas fertilizadas rebasaron a las no fertilizadas. El uso del fertilizante en esta especie de agave ayudó a que la planta acumulara azúcar en el área del macollo, pero esta solo se mantuvo ahí y no circuló hacia las hojas (Figura 9).

Esta especie de agave mostró datos similares la primera semana, sin embargo, las plantas fertilizadas mostraron un incremento mayor en los grados Brix, llevando incrementos constantes durante el tiempo de estudio, las plantas no fertilizadas mostraron durante las primeras semanas datos similares con incrementos con muy poca diferencia, en la semana cuatro tanto plantas fertilizadas como no fertilizadas mostraron un incremento notable. Después de esto las plantas sin fertilizar obtuvieron un incremento continuo acercándose a los datos de las plantas fertilizadas, pero sin, pero sin lograr alcanzarlas. Por lo mismo se puede decir que el uso del fertilizante en esta especie tiene un impacto benéfico en el área de acumulación y circulación de los azúcares en toda la planta (Figura 10).

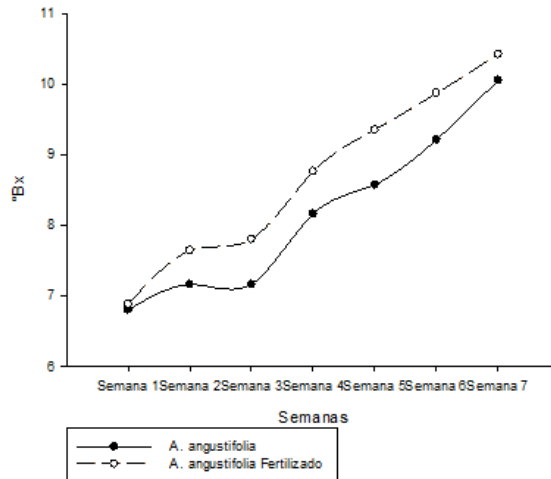


Figura 10. °Bx en hoja de *A. angustifolia*.

En cuanto a los datos del *Agave sp* proveniente de la región de Sinaloa se muestran los grados Brix de las hojas de las plantas fertilizadas y no fertilizadas las cuales presentan datos muy similares durante las dos primeras semanas de estudio, después de este tiempo las plantas no fertilizadas tuvieron un incremento mayor y notable a las plantas fertilizadas durante la semana tres a la cinco, en donde fue que los datos de las plantas se juntaron, al final en la última semana de estudio las plantas fertilizadas presentan un incremento mayor en la cantidad de azúcares respecto a las demás plantas (Figura 11).

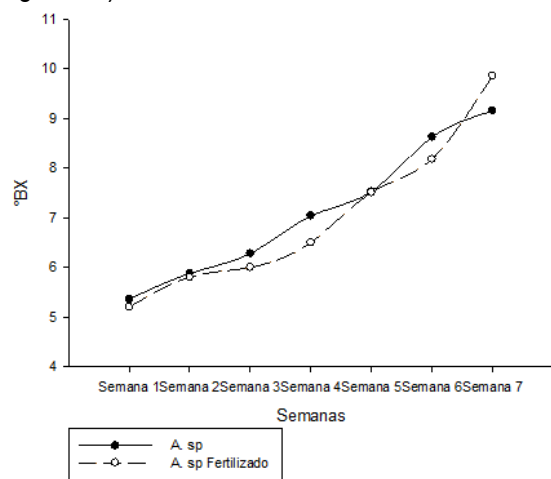


Figura 11. °Bx en hoja de Magüey verde.

El uso del fertilizante en esta especie puede ayudar en la acumulación de los azúcares en la planta, pero a la vez ayuda a que estos azúcares se distribuyan a toda la planta y no solo se mantengan en el área del macollo.

Según López (2018) en el agave el fertilizante que más ayudo fue el fertilizante orgánico ya que ayudo en la altura y el número de hojas, mientras que para el diámetro de roseta el fertilizante químico fue el indicado para un crecimiento mayor y para un diámetro de macollo más grande se encuentra el fertilizante de liberación controlada. De acuerdo a los datos obtenidos de las especies estudiadas (Tabla 1), las plantas fertilizadas de cada especie arrojaron que el uso de este fertilizante químico (con nutrientes NPK) ayudo haciendo que el crecimiento de estas se viera reflejado más en algunas especies que en otras, ya que la especie más beneficiada de este tratamiento es *A. angustifolia*, seguido por *Agave sp* y por ultimo *A. duranguensis* el cual presento datos muy similares pero no iguales entre plantas fertilizadas y no fertilizadas.

El contenido de grados Brix en las poblaciones de sotol en el estado de Durango son aceptables en relación a otras especies productoras de bebidas alcohólicas como es el agave *Agave tequilana* (Bautista, Salcedo, Parra, & Garcia, 2001) reportaron intervalos en las concentraciones de grados Brix de 25 a 30° y se clasifican como de buena calidad.

Tabla 1. Comparación de crecimiento entre las tres diferentes especies de agave estudiadas.

Especie	H total		H aérea		H radicular		Ø de macollo		Ø de roseta	
	SF	F	SF	F	SF	F	SF	F	SF	F
<i>A. duranguensis</i>	16.75	16.76	5.35	5.97	11.40	10.79	1.58	1.54	6.68	5.71
<i>A. angustifolia</i>	28.88	29.77	15.80	17.12	13.09	12.65	1.56	1.79	8.93	9.23
<i>Agave sp</i>	15.73	17.85	4.51	5.14	11.22	12.71	1.22	1.40	4.23	4.08



En un estudio de sotol en poblaciones naturales mencionan que hay variación marcada en la concentración de grados Brix tanto por categoría en altura, diámetro de roseta y diámetro de macollo, a mayor diámetro de macollo (35.5 cm) mayor concentración de grados Brix (35°) según Rios *et al* (2020). El diámetro de roseta oscilo entre 1.2 a 2.4 m, sin mostrar diferencias significativas entre estratos, se pudo apreciar estratos con diámetros de rosetas menores entre 1.2 a 1.5 m con concentraciones de hasta 25° Brix. Sin embargo, se aprecia una tendencia positiva en la relación diámetro de roseta-concentración de grados Brix, los individuos según García (2002).

En las plantas estudias las especies *A. durangensis* y *A. angustifolia* son las que presentaron datos de grados Brix más altos, dicho esto y analizando lo dicho por (García-Mendoza, 2002), se puede observar que estas mismas especies presentaron un diámetro de macollo similar, mientras que en el diámetro de roseta la especie dominante fue el *A. angustifolia*, seguido a esto en los resultados obtenidos en los grados Brix se observa que el *A. angustifolia* predomino nuevamente sobre el *A. durangensis*, por lo que se puede decir que en realidad existe una conexión en el porcentaje de grados Brix con el diámetro de macollo y que también existe una conexión con el diámetro de roseta que presenta la planta.

Mientras que en el área de las hojas en las plantas se observa que la especie *A. angustifolia* muestra índices de azúcares mayores a las demás especies estudias, esto puede ser debido a que la fisiología de esta especie es de hojas alargadas y no anchas, por otro lado las especies de *A. durangensis* y *Agave sp* muestran datos similares en los grados Brix en las hojas pero sin rebasar los datos obtenidos por el *A. angustifolia*, dicho lo anterior estas especies son de hojas cortas y anchas lo que puede ser un factor importante en la obtención de este dato (Tabla 2).

Tabla 2. Comparación de °Bx entre las tres especies de agave estudiadas.

Especie	°Bx Macollo		°Bx Hoja	
	SF	F	SF	F
<i>A. durangensis</i>	13.09	12.82	7.42	7.39
<i>A. angustifolia</i>	16.86	18.18	8.16	8.67
<i>Agave sp</i>	9.54	10.00	7.13	7.01

Según García (2017) y Tapia (2019) en sus investigaciones ambos concuerdan que según el diámetro y peso del macollo tienen relación en la concentración de azúcares (grados Brix) ya que se puede observar que en ambas investigaciones los individuos que tuvieron mayor concentración de azúcares (grados brix) fueron los que tuvieron entre 140 a 213 kilogramos obtuvieron de 30% a 50% en concentración de azúcares (grados Brix).

López (1990) menciona que existen mayores incrementos, aunque no significativos estadísticamente en el rendimiento al fertilizar al suelo; a diferencia de la aplicación al "macollo" en la que se aprecian menores incrementos, así como efectos nocivos, aún sin tener significancia estadística.

CONCLUSIONES

El uso del fertilizante en las plantas del agave es un aditivo beneficioso ya que aporó los nutrientes necesarios para que la misma planta tuviera una acumulación mayor de los azúcares, de igual forma ayudo a que se desarrollara el crecimiento aéreo y radicular. Autores mencionan que el fertilizante ayuda a que las plantas desarrollen una mayor cantidad de hojas, en este caso por falta de tiempo esto no fue visible ya que las hojas presentes en las plantas durante los registros fueron constantes.

El *A. angustifolia* presento los índices más altos en °Bx, mientras que los dos restantes presentaron índices similares, esto se puede deber a la fisiología de hoja larga y delgada que presenta, mientras que el *A. durangensis* y

Agave sp son de hoja más corta y ancha, ya que la forma de la hoja puede influir en la cantidad de azúcares que puede producir la planta.

Por parte fuera de las mediciones se monitorearon charolas de agave en donde se dejó una separación de una fila entre las plantas, esto durante el tiempo de monitoreo se observó que las plantas presentaron un diámetro de roseta mayor no significativo a las plantas que se encontraban en charolas totalmente llenas de plantas.

También es importante que se realicen prácticas de manejo sustentables en la cosecha del agave, permitiendo que las especies continúen regenerándose, ya que actualmente existe una preocupación por preservar las diferentes especies de agave silvestre y cultivado que está siendo explotado sin medidas de control alguno y se pone en riesgo su conservación.

Universidad Politécnica de Durango, Durango, México.

Tapia, J. A. (2019). Composición, estructura y dinámica de la microbiota durante la fermentación de jugo de agave para la producción de tequila. Tesis de Doctorado en Ciencia de los Alimentos. Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México. 94 p.

Téllez, M. P. (1998). El Cocimiento, una Etapa Importante en la Producción del Tequila. *Bebidas Mexicanas* 7(1): 19-20.

López-Uriarte, P. J. (1990). Evaluación de diferentes dosis de fertilización (N·P·K) en agave tequilero (*Agave tequilana* Weber). Tesis de Licenciatura. Facultad de Agricultura. Universidad de Guadalajara. Zapopan, México. 108 p.

LITERATURA CITADA

Bautista, J. M., Salcedo, H. I., Parra, N., García, O. I. (2001). Azúcares en agaves (*Agave tequilana* Weber) cultivados en el estado de Guanajuato *Acta Universitaria*. 11(1):33-38

Bautista, J. A., Antonio-José, A. A., León-Núñez, M. J. (2017). Efectos socioeconómicos y ambientales de la sobreproducción de maguey mezcalero en la región del mezcal de Oaxaca, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 14: 635-655

García-Mendoza, A. (2002). Los agaves de México. *Ciencias* 87: 14-23

Granados S. ,D. (1993). Los Agaves de Mexico. Universidad Autonoma de Chapingo, Chapingo Texcoco, México. 252 p.

Lopez, S. E. (2018). Establecimiento y evaluación inicial de una plantación comercial de sotol (*Dasylirion spp*) y agave (*Agave durangensis*).

