

ISBN: 970-27-0770-6

FERTILIZACIÓN FOLIAR DE *Agave tequilana* WEBER VARIEDAD AZUL EN EL ESTADO DE SINALOA

Martha Isabel Torres Morán¹
Moisés Martín Morales Rivera¹
José de Jesús Sánchez González¹
Andrés Rodríguez García¹
Lino de la Cruz Larios¹
José Guadalupe Rodríguez Flores *
Lilia del Rocío Corona González*

**¹Departamento de Producción Agrícola
Instituto de Manejo y Aprovechamiento de Recursos Filogenéticos (IMAREFI)**

Introducción

En la actualidad, el cultivo del Agave tequilero (*Agave tequilana*, Weber, variedad azul) se ha extendido fuera de los límites geográficos que marca la norma para denominación de origen del tequila, lo que implica que se esté convirtiendo en uno de los cultivos más importantes de nuestro país por ser precisamente la materia prima en la elaboración de esa bebida, ahora reconocida internacionalmente. En el año 2004, se reportó una plantación de 86'915,000 plantas en la zona de denominación de origen (Velázquez, 2004) y las plantas fuera de los municipios autorizados, ascendieron a 9'045,300 que se utilizan en la elaboración de destilados de agave. Tal es el caso de la localidad La Noria, que se encuentra en el Municipio de Mazatlán, Sinaloa, en donde se existen grandes plantaciones de esta especie, que es destinada a su procesamiento en forma artesanal en el lugar.

Al igual que en la zona tequilera, durante décadas el Agave ha sido cultivado en el estado de Sinaloa de una manera rústica y por consiguiente, se le daba escaso o nulo manejo.

En el Agave existen pocos reportes sobre un paquete tecnológico y aún no se cuenta con publicaciones que reporten experimentos al respecto, probablemente porque los estudios, se ven afectados por su largo ciclo biológico. La aplicación de fertilizantes foliares, también ha sido poco evaluada para este cultivo, por lo tanto el presente trabajo tiene como objetivo la evaluación de algunos productos que se administran por vía foliar.

Objetivos

Evaluar la respuesta del cultivo de Agave tequilana, Weber, variedad azul, a la aplicación de fertilizantes foliares

Materiales y métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en un predio de la vinata, “Los Osuna”, propiedad del Ing. Alfonso de Jesús Pelayo Osuna en la localidad La Noria, del Municipio de Mazatlán, en el estado de Sinaloa. Se estableció en una plantación cuyos hijuelos provienen de plantas certificadas como *Agave tequilana* Weber variedad azul producidos en el estado de Jalisco.

Para el presente estudio se utilizaron tres fertilizantes foliares comerciales: Bioforte + adherente, Agro-K+ maxi-grow + adherente y Triple 18 ultrasol + adherente. El diseño de tratamientos fue un factorial A x B en donde el factor A se constituyó con los tres fertilizantes foliares y el factor B las dos dosis, dando una combinación de seis tratamientos de fertilización: 1A; Bioforte + adherente (2 lt/ha), 1B; Bioforte + adherente (4 lt/ha), 2A; Triple 18 ultrasol + adherente (6 kg/ha), 2B; Triple 18 ultrasol + adherente (12 kg/ha), 3A; Agro-k + maxigrow + adherente (2 lt/ha) y 3B; Agro-k + maxigrow + adherente (4 lt/ha).

Los seis tratamientos se establecieron en un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. El experimento se realizó en tres lotes de 60 X 30 m, formados por 20 surcos de agave con la densidad poblacional ya mencionada. La fecha de plantación se realizó el mes de septiembre de 2003. La aplicación de los tratamientos se realizó a los 16 meses de la plantación y la segunda aplicación de los tratamientos fue a los 30 días posteriores. Los tratamientos fueron aplicados con aspersora manual.

Los datos fueron tomados 60 días posteriores de la aplicación de los tratamientos. Las variables medidas en cada tratamiento fueron: Altura de planta, Ancho de la hoja, Longitud de la hoja, Diámetro de tallo, Numero de hojas, Área foliar, Área foliar total

Dentro de cada unidad experimental se tomaron al azar diez plantas en donde se midieron las variables descritas anteriormente. Con las medias de cada unidad experimental se llevó a cabo un análisis de varianza y un análisis de correlación simple entre pares de variables. Los análisis estadísticos se realizaron usando el Sistema de Análisis Estadístico (SAS). Con el fin de identificar los tratamientos que promovieron en mayor grado la expresión de los caracteres estudiados se realizó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) al 0.01 de probabilidades.

Resultados y discusión

Se realizó el análisis de varianza para cada variables medida, en el Cuadro 1 se presenta el resultado de significancia para cada una de las variables y fuentes de variación.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para dosis de fertilizante foliar en *Agave tequilaza*

FV	GL	ALTURA DE PLANTA (cm)	ANCHO DE HOJA (cm)	AREA FOLIAR (cm ²)	AREA FOLIAR TOTAL (cm ²)	DIAMETRO DE TALLO (cm)	LONGITUD DE HOJA (cm)	NUMERO DE HOJAS (núm)		
Repetición	3	21.5	0.16	1531.66	7002325.5	4.77	6.48	34.26		
Fertilización	2	22.3	0.38	5729.62	40680064.0	**	0.13	67.56	* 245.00	**
Dosis	1	8.0	2.27	**	6334.50	1623936.0	0.27	2.03	0.42	
Interacción	2	2.4	0.07	1507.25	5369728.0	0.98	31.10	42.05		
Error	15	38.1	0.25	2477.50	4703027.0	1.4	18.10	14.06		
C.V.		9.3	10.1	16.49	29.96	10.80	7.10	16.10		
Medias		66.3	5.02	301.77	7237.4	11.12	59.90	32.28		

* Significativo **Altamente significativo

En el cuadro anterior se observan con diferencia significativa longitud de hoja y diferencias altamente significativas para área foliar total (AFT) y número de hojas (NH) en el factor Fertilización, y para el factor Dosis; solo la variable ancho de hoja (AH) presenta alta significancia. Los resultados anteriores indican que al menos uno de los tratamientos de fertilización ocasiona cambios en la expresión de las variables medidas.

En el Cuadro 2 podemos observar las medias de los factores A y B considerados en el análisis. Para el factor A es notorio ver que el producto Triple 18 ultrasol (2) es el que presenta valores más altos en la mayoría de las variables en comparación con los otros dos productos y podemos considerar que éste nos genera plantas con mayor altura, mayor longitud y ancho de hojas así como un mayor número de hojas viéndose reflejado en el área foliar y generando un porte de planta más grande respecto a los tratamientos Bioforte + adherente (1) y AgroK + Maxigrow (3) que solamente son superiores respecto a diámetro de tallo.

El efecto obtenido en el producto Triple 18 ultrasol (2), pudo ser ocasionado por el alto contenido de macroelementos, ya que Sánchez (2005), demostró que con su aplicación previene la deficiencia de nutrientes en el cultivo de piña. La piña puede asimilar hasta un 80% del nitrógeno necesario para desarrollo fisiológico del cultivo a través de la fertilización foliar, y los mejores resultados se obtienen cuando se utilizan como suplemento de la fertilización al suelo. Es posible por ser el mismo metabolismo (MAC) que el agave pudiera asimilar los macroelementos como el nitrógeno de igual manera que la piña.

De igual manera Bueno (2000), demostró que en plántulas de *Agave cocui*, donde evaluó la respuesta a la fertilización química de varios fertilizantes (N, P, K, Calcio (Ca))

los fertilizantes foliares fueron mejores que los fertilizantes aplicados al suelo. Siendo estas de la misma familia que el *Agave tequilana*, estos resultados obtenidos, apoyan la respuesta a la aplicación foliar de el producto Triple 18 ultrasol (2), que contiene macroelementos esenciales para desarrollo de la planta. Para el factor B (Dosis), la dosis sencilla nos da un tipo de planta con diámetro ancho, plantas altas de longitud de hoja más larga y un número de hoja mayor. La dosis doble nos presenta una planta caracterizada por hojas más anchas y por lo tanto nos presentara mayor área foliar.

Cuadro 2. Medias generales de los factores Producto (A) y Dosis (B)

VARIABLE	PRODUCTO (FACTOR A)			DOSIS (FACTOR B)	
	Bioforte	Triple 18 ultrasol	AgroK + Maxigrow	SENCILLA	DOBLE
DIAMETRO DE TALLO	11.2	11.0	11.2	11.2	11.0
ALTURA DE PLANTA	65.1	68.2	65.6	66.9	65.7
LONGITUD DE HOJA	58.9 b	63.2 a	57.6 b	60.2	59.6
	DMS _{0.01} = 7.8				
ANCHO DE HOJA	5.1	5.2	4.8	4.7 b	5.3 a
	DMS _{0.01} = 0.93				
NUMERO DE HOJAS	25.3 a	27.6 a	17.0 b	23.4	23.2
	DMS _{0.01} = 6.8				
AREA FOLIAR	297.9	330.2	277.1	285.5	318.0
AREA FOLIAR TOTAL	7684.9 a	9235.0 a	4792.2 b	6977.29	4243.9
	DMS _{0.05} = 3,269				

Letras iguales, significan medias iguales estadísticamente

En el cuadro 3 se presentan las medias de las interacciones Producto x Dosis (A x B) donde se observan en forma detallada cada una de las combinaciones, se puede observar para la variable área foliar total que los tratamientos que promovieron mayor expresión en las plantas, fueron los Triple 18 ultrasol + adherente dosis sencilla y Triple 18 ultrasol + adherente dosis doble y la diferencia de éstos con los demás tratamientos es grande.

Cuadro 2. Medias generales de los factores Producto (A) y Dosis (B)

VARIABLE	PRODUCTO (FACTOR A)			DOSIS (FACTOR B)	
	Bioforte	Triple 18 ultrasol	AgroK + Maxigrow	SENCILLA	DOBLE
DIAMETRO DE TALLO	11.2	11.0	11.2	11.2	11.0
ALTURA DE PLANTA	65.1	68.2	65.6	66.9	65.7
LONGITUD DE HOJA	58.9 b	63.2 a	57.6 b	60.2	59.6
	DMS _{0.01} = 7.8				
ANCHO DE HOJA	5.1	5.2	4.8	4.7 b	5.3 a

DMS _{0.01} = 0.93					
NUMERO DE HOJAS	25.3 a	27.6 a	17.0 b	23.4	23.2
DMS _{0.01} = 6.8					
AREA FOLIAR	297.9	330.2	277.1	285.5	318.0
AREA FOLIAR	7684.9a	9235.0a	4792.2b	6977.29	4243.9
TOTAL					
DMS _{0.05} = 3,269					

Letras iguales, significan medias iguales estadísticamente

Este compuesto tiene la mayor concentración de macroelementos, a lo cual podría atribuirse los resultados obtenidos. El comportamiento anterior, concuerda con lo reportado por Hernández (2002), que el agave puede asimilar los macroelementos como el nitrógeno, de manera similar a la piña que también es una planta MAC.

Para la variable ancho de hoja se observa que estadísticamente, sólo la media del tratamiento Agro-k + maxigrow + adherente con dosis sencilla fue diferente y más baja que las demás. De igual forma se puede observar que los tratamientos Bioforte + adherente dosis doble y Agro-k + maxigrow + adherente con dosis sencilla, fueron los que reportaron menor longitud de hoja. Para la variable Longitud de hoja (LH) y ancho de hoja (AH), los tratamientos que contienen reguladores de crecimiento, fueron mejores que el tratamiento Agro-k + maxigrow + adherente que contiene estos compuestos en cantidades mínimas, sin embargo, estadísticamente no hubo diferencias entre los tratamientos Bioforte + adherente y Triple 18 ultrasol + adherente con todas sus dosis. Los tratamientos Agro-k + maxigrow + adherente con sus dos dosis se tuvo una menor respuesta para la variable número de hojas, y los tratamientos restantes resultaron iguales estadísticamente. De igual manera, en el caso de esta variable, los tratamientos que tuvieron menor efecto, fueron los que no contienen reguladores de crecimiento.

Cuadro 3. Medias de la interacción Producto x Dosis (A xB)

VARIABLE	DOSIS	Bioforte	Triple 18 ultrasol	AgroK + Maxigrow	Promedio
DIAMETRO DE TALLO	SENCILLA	11.1	11.5	11.2	11.2
	DOBLE	11.4	10.5	11.2	11.0
	Promedio	11.2	11.0	11.2	
ALTURA DE PLANTA	SENCILLA	65.9	69.3	65.6	66.9
	DOBLE	64.4	67.2	65.6	65.7
	Promedio	65.1	68.2	65.6	
LONGITUD DE HOJA	SENCILLA	60.3 a	64.6 a	55.6 b	60.2
	DMS _{0.01} = 7.8 DOBLE	57.5 b	61.7 a	59.6 a	59.6
	Promedio	58.9	63.2	57.6	
ANCHO DE HOJA	SENCILLA	4.7 a	5.0 a	4.4 b	4.7
	DMS _{0.01} = 0.93 DOBLE	5.4 a	5.4 a	5.2 a	5.3
	Promedio	5.1	5.2	4.8	
NUMERO DE HOJAS	SENCILLA	24.4 a	30.3 a	15.6 b	23.4
	DMS _{0.01} = 6.8 DOBLE	26.2 a	24.8 a	18.5 b	23.2
	Promedio	25.3	27.6	17.0	
AREA FOLIAR	SENCILLA	286.2	324.8	245.4	285.5

	DOBLE	309.6		335.6		308.8		318.0
	Promedio	297.9		330.2		277.1		
AREA FOLIAR TOTAL	SENCILLA	7249.1	a	9867.8	a	3814.9	b	3627.5
DMS _{0.05} = 3,269	DOBLE	8120.8	a	8602.3	a	5769.5	a	4243.9
	Promedio	7684.9		9235.0		4792.2		

Letras iguales, significan medias iguales estadísticamente

Conclusiones

La aplicación de fertilizantes foliares en el *Agave tequilana*, Weber, variedad azul indujo mayor desarrollo vegetativo que se vio reflejado en la Longitud de Hojas, Ancho de Hoja y Número de Hojas. El producto que agronómicamente fue superior es el Triple 18 Ultrasol que tuvo influencia en el noventa por ciento de las variables medidas. La asimilación de macro elementos de Triple 18 Ultrasol probablemente fue debido a que la aplicación fue realizada cuando las condiciones ambientales no le permiten a la planta tomarlos por las raíces. La aplicación de fertilizantes foliares en dosis simple es suficiente para el aprovechamiento de la planta.