

Definición de rangos para caracteres morfológicos en plantaciones comerciales de Agave tequilero

Alejandro Velasco Ramírez¹, Martha Isabel Torres Morán¹, Ricardo Nuño Romero², Salvador A. Hurtado de la Peña¹ y Ana Paulina Velasco Ramírez¹

¹Instituto de Manejo y Aprovechamiento de Recursos Fitogenéticos. Departamento de Producción Agrícola. ²Departamento de Desarrollo Sustentable. CUCBA. Universidad de Guadalajara. Km. 15.5 Carretera a Nogales, Zapopan Jalisco, México. CP 45110. Tel: (33)3777-1150 ext. 3141 e-mail *peti_rouge@hotmail.com

Introducción

México se considera centro de origen del género Agave (Nobel, 1998; García-Mendoza, 1995), del que según Granados (1993) existen 272 especies, mientras que otros autores reportan de 136 a 150 especies (Rzedowski y Calderón, 1990). Las especies de Agave se han utilizado para satisfacer y complementar una serie de necesidades básicas como alimento, fibras, forraje, medicamento, construcción y elaboración de bebidas alcohólicas (Ramírez y col., 2000).

El agave azul se ha utilizado, principalmente para la elaboración de la bebida conocida mundialmente como tequila y que en la segunda mitad del siglo pasado, obtuvo su denominación de origen, reportada en la Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-1994.

La demanda de materia prima para la industria del tequila provocó un aumento en la superficie de cultivo del agave tequilero (Agave tequilana Weber, var. Azul) en Jalisco que era de 20 350 ha en 1969 a 62 000 ha en 1998 (Consejo Regulador del Tequila 2007). En consecuencia, aumentaron también los problemas fitosanitarios, de limitación de territorio y agronómicos. Lo anterior pone en evidencia el giro sustancial que ha sufrido este cultivo en los últimos años. De hecho las inspecciones realizadas a cargo del Consejo Regulador del Tequila (CRT) no contaban con información suficiente que se hubiera generado para este cultivo con anterioridad, ya que los métodos agronómicos en la actualidad se han modificado con el objetivo de prevenir enfermedades y optimizar la producción. Los agricultores tradicionales cosechaban los hijuelos que producían las plantas madre en campo y realizaban la práctica conocida como “tostoneo y achicalado” que consistía en la eliminación total de las raíces de los hijuelos y en el periodo de un secado de hasta varios meses para su posterior plantación directamente en el campo de cultivo. La aparición de enfermedades causadas por hongos y bacterias provocó la modificación de esta práctica y se inició el cultivo de los hijuelos en fase de vivero en donde se les controla la sanidad con aplicación de insecticidas y fungicidas y normalmente son mantenidos bajo sistema de riego. Una de las ventajas de esta modificación es que los cultivos pueden ser comenzados en su plantación definitiva con hijuelos de tamaño uniforme lo cual puede permitir el monitoreo más confiable de la edad del cultivo.

Una herramienta con la que puede contarse para la determinación de la edad de un cultivo es la estadística. Para este caso, pueden ser utilizados los análisis de datos que representan conteos de categorías de un experimento multinomial haciendo inferencias acerca de las probabilidades por categorías para datos clasificados según sus variables, además de que la estadística descriptiva para las variables medidas, permitió describir la población de plantas de agave tequilero usada en el presente trabajo

El objetivo del presente trabajo, fue definir rangos de medida en caracteres morfológicos de *Agave tequilano* y cuantificar la variabilidad que presentan en plantaciones comerciales de tres años.

Materiales y Métodos

Para definir los rangos de caracteres morfológicos, se realizaron mediciones de una muestra de 100 plantas de *Agave tequilano* Weber variedad azul ubicadas en una plantación experimental del CUCBA. Se midieron las variables Altura de Planta (AP), Ancho de hoja (AH), Largo de hoja (LH), Diámetro de tallo (DT), Número de espinas (NE), Número de hojas (NH). En el la Figura 1 se muestra el diagrama de las medidas.

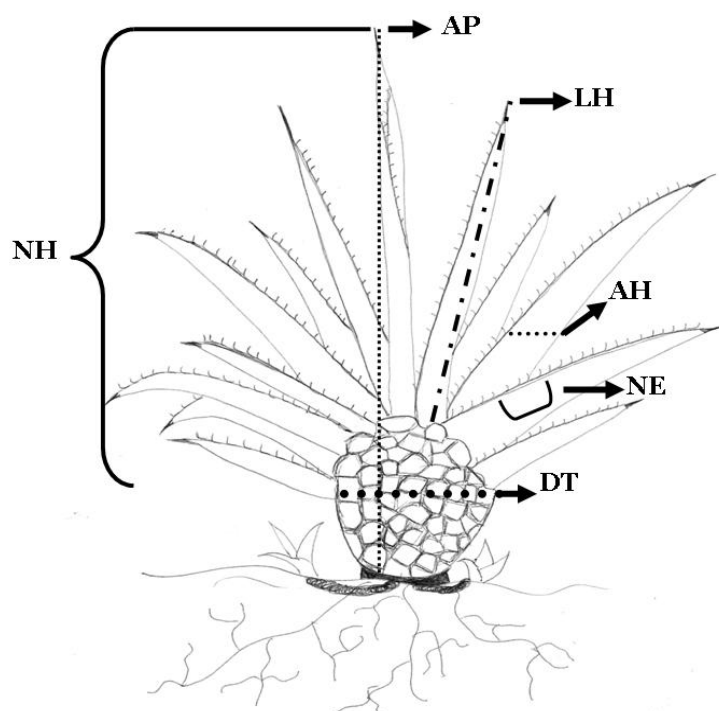


Figura 1. Diagrama de las variables medidas en plantas de *A. tequilano*. AP= altura de planta, AH= ancho de hoja, LH= largo de hoja, DT= diámetro de tallo, NE= número de espinas, NH= número de hojas.

Se calcularon la Media (X), Mediana (M), Moda, varianza (S^2) y desviación estándar (S) para cada variable. Se realizó un análisis de varianza para cada una de ellas y se calcularon los límites de rango para cada caso. Todos estos análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa Excel de Windows. Se obtuvo un histograma de frecuencias para las variables que resultaron estadísticamente significativas, de acuerdo a lo mencionado por Mendenhall y Sincich (1997).

Resultados y Discusión.

En el Cuadro 1 puede observarse que se trata de plantas con promedio de altura de 1.3 m y promedio en el número de hojas de 52.63. Estas medidas proporcionan “a priori” una idea del porte de la planta, sin embargo el análisis

detallado de los datos que se presentan, permite inferir que las variables morfológicas menos homogéneas son Número de hojas ($\bar{X}=52.63$), Longitud de la hoja ($\bar{X}=98.482$) y Área foliar en cm^2 ($\bar{X}=550.121$) que son variables que presentaron 87.5 y 93.4 de varianza respectivamente. La concordancia entre las medidas de media, moda y mediana, indican que las características morfológicas que no variaron entre las plantas medidas, fueron: Número de espinas en 10 cm ($\bar{X}=8.37$), Diámetro de tallo ($\bar{X}=28.535$) y Ancho de hoja ($\bar{X}=7.439$).

Cuadro 1. Estadística descriptiva para variables morfológicas de *A. tequilana*

VARIABLES	MEDIA \bar{X}	MEDIANA M	MODA	DESVIACION S	VARIANZA
Número de Hojas	52.63	52	50	9.3535009	87.488
Altura de planta	1.356	1.355	1.25	0.1271919	0.01618
Diámetro de tallo	28.535	27.7	27	4.566863	20.8562
Long. de Hoja	98.482	96.8	105	9.6646642	93.4057
Ancho de hoja	7.439	7.5	8	0.6962954	0.48483
No. Espinas en 10 cm	8.37	8	8	1.0977939	1.20515
Área foliar cm^2	550.121	544.781	546	79.626715	6340.41

El análisis de varianza realizado para cada variable, dio como resultado la significancia estadística de la variación en los datos medidos (Cuadro 2). Las variables, Longitud de hoja, Altura de planta y Área foliar fueron estadísticamente significativas, lo cual quiere decir que la variación encontrada en los datos, puede ser debida a que los hijuelos provienen de poblaciones diferentes, o bien tenían diferentes tamaños al inicio de la plantación.

Las diferencias encontradas en las variables Número de hojas, Diámetro de tallo, Ancho de hoja y Número de espinas, fueron no significativas.

Cuadro 2. Significancia del análisis de varianza para las variables medidas

Variable	Significancia	Nivel de significancia
Número de hojas	No Significativa	
Altura de planta	** Altamente significativa	P= 0.00095931
Diámetro de tallo	No Significativa	
Long. de Hoja	** Altamente significativa	P = 0.00575015
Ancho de hoja	No Significativa	
No. Espinas en 10 cm	No Significativa	
Área foliar cm^2	** Altamente significativa	P= 0.00095931

En el histograma de frecuencias se encontró que la variable altura de planta, está representada por una grafica de dos picos bien delimitados. Esto quiere decir, que se trata de una variable bimodal (con dos modas) bien marcadas y diferentes. De lo anterior puede estimarse que las plantas provienen por lo menos de dos poblaciones diferentes y definidas por su altura. Esto puede estar correlacionado con la edad de los hijuelos al inicio de la plantación (Figura 1).

Los anteriores resultados concuerdan con lo reportado por Torres-Morán (2005) quien concluyó en un estudio de micropropagación de *A. tequilana*, que los hijuelos no son materiales homogéneos a pesar de que provienen de propagación asexual y que esta variabilidad puede ser atribuible a la edad o a diferencias genéticas entre los mismos.

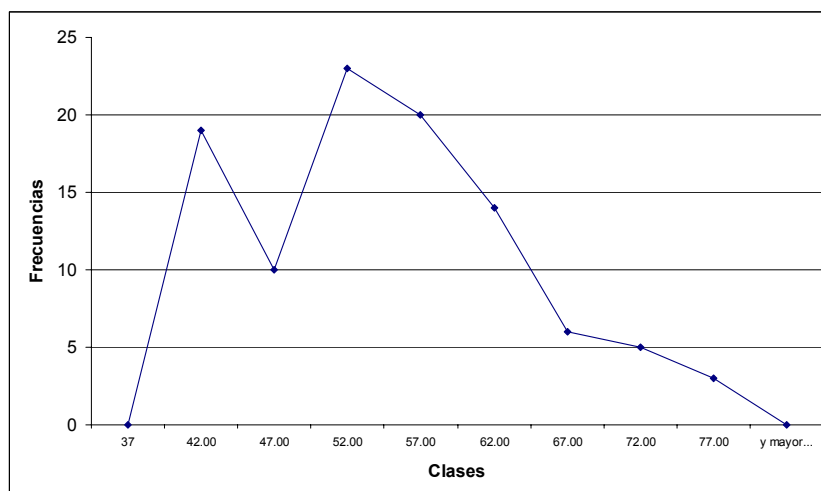


Figura 1. Histograma de frecuencias para la variable Altura de Planta

Finalmente, se reportan los rangos para las medidas morfológicas tomadas en los agaves, éstos proporcionan una estimación de la talla y apariencia fenotípica de las plantas de un cultivo de 3 años.

VARIABLE	RANGO	L _{IN}	L _{SUP}
Número de hojas	52.63±1.85	50.78	54.48
Altura de planta (m)	1.356±0.0252	1.336	1.376
Diámetro de tallo (cm)	28.535±0.906	27.629	29.441
Long. de Hoja (cm)	98.42±1.9176	96.5024	100.3376
Ancho de hoja (cm)	7.439±0.138	7.301	7.577
No. Espinas en 10 cm	8.37±0.218	8.152	8.587
Área foliar cm ²	550.12±15.7996	534.32	565.91

L_{IN}= Límite inferior

L_{SUP}= Límite superior

Conclusiones

Las herramientas estadísticas utilizadas, permiten hacer inferencias sobre la edad de los cultivos a partir de la medición de características morfológicas.

Literatura citada

CRT. 2007. Consejo Regulator del Tequila

(<http://www.consejoreguladordeltequila.org.mx>)

García-Mendoza A (1995) Riqueza y endemismo de la familia Agavaceae de México. In: conservación de plantas en peligro de extinción: Diferentes enfoques. E Linares, P Dávila, F Chiang, R Bye, T Elias (eds). Instituto de biología, UNAM, México. pp: 51-70.

Granados S D (1993) Los Agaves en México. Universidad autónoma de chapingo. Chapingo, México. 252 p.

Mendenhall, W. y T. Sincich. 1997. Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. 4^a. Ed. Prentice Hall. México, D.F.

Rzedowski R J y R G Calderón (1990) Flora fanerogámica del valle de México. Instituto de Ecología Michoacana, México. 394 p.

Ramírez V P, R O Pascka, A L Herrera, F Castillo, M Livera, F Rincón y F Zavala (2000) Recursos Fitogenéticos de México para la alimentación y la Agricultura. Informe Nacional. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas y Sociedad Mexicana de Fitogenetica, A.C. Chapingo, México. pp: 1-100

Torres Morán M.I. 2005. Evaluación de diferentes fuentes y niveles de Nitrógeno y Calcio en plantas de Agave tequilana Weber var azul *in vitro* y en invernadero. Tesis Maestría en Ciencias Agrícolas y Forestales. UdeG.

