

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE HOJAS DE NANCHE (*Byrsonima crassifolia* (L.) H. B. K.)

MORPHOLOGIC CHARACTERIZATION OF NANCHE (*Byrsonima crassifolia* (L.) H. B. K.) LEAVES

Eusebio Martínez Moreno^{1*}, Tarsicio Corona
Torres², Edilberto Avitia García³, Ana Ma.
Castillo González³, Teresa Terrazas⁴, Ma. Teresa
B. Colinas León³, Efraín de la Cruz Lázaro¹ y
Raúl Medina Torres⁵

¹División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Km 25 Carretera Villahermosa-Teapa. 86040, Villahermosa, Tabasco. ²Instituto de Recursos Genéticos y Productividad-Genética, Colegio de Postgraduados. 56230, Montecillo, Texcoco, Estado de México. ³Instituto de Horticultura, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco. 56230, Chapingo, Estado de México. ⁴Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. 04510, México, D. F. ⁵Unidad Académica de Agricultura, Universidad Autónoma de Nayarit. Apartado Postal 49. Km. 9 Carretera Tepic - Compostela. 63780, Xalisco, Nayarit, México.

* Autor para correspondencia (martinezmorano9@gmail.com)

RESUMEN

El objetivo del estudio fue caracterizar la variabilidad morfológica en hojas de árboles de nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) H. B. K.) de la Sierra de Tabasco, México. En 39 accesiones se muestrearon hojas desarrolladas de la estación, y se seleccionaron 10 hojas representativas de cada una para ser evaluadas mediante análisis de imagen con 17 caracteres. Tres componentes principales explicaron 77.28 % de la variabilidad total. Con una distancia euclidiana de 0.07 en el dendrograma, se formaron cinco grupos con características morfométricas similares. Los caracteres que mejor explican la variabilidad fueron: longitud del eje menor, índice de redondez, ángulo basal, ángulo de la quinta vena, relación longitud del eje mayor del limbo/longitud del eje menor, relación longitud del eje menor/longitud del pecíolo y relación ángulo basal/ángulo de la quinta vena.

Palabras clave: *Byrsonima crassifolia*, diversidad, caracterización, recursos vegetales naturales.

SUMMARY

The objective of this study was to characterize morphological leaf variability of 39 accessions of nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.)

H. B. K.) trees from the Sierra of Tabasco, México. Leaves developed during the same season were sampled, 10 most representative leaves selected, and then evaluated by image analysis comparing 17 characters. Three main components explained 77.28 % of total variability. Five groups with similar morphological traits were formed with an euclidian distance of 0.07 in the dendrogram. The characters that best explained the variability were smaller axis length, roundness index, basal angle, fifth vein angle, limb larger/limb smaller axis ratio, smaller axis/petiole length ratio and basal angle/fifth vein angle.

Index words: *Byrsonima crassifolia*, diversity, characterization, plant resources.

INTRODUCCIÓN

El nanche (*B. crassifolia* (L.) H. B. K.) es un recurso frutícola de Mesoamérica con amplia distribución, pero poco estudiado. Las hojas generalmente son alargadas, decusadas, simples y elípticas, de dimensiones variables, con margen entero, ápice agudo o redondeado y base aguda. Su consistencia es coriácea y el envés está cubierto por tricomas grisáceos o rojizos (Cordero y Boshier, 2003). Los pecíolos varían de 5 a 25 mm de largo, con yemas de 3 a 7 mm, agudas y cubiertas por dos estípulas ferruginosas. Poseen una estípula intrapeciolar ovada, de 2 a 5 mm de largo, pubescente y persistente.

Según González-Andrés (2001), los estudios de caracterización morfológica se pueden basar en caracteres cualitativos o cuantitativos, y dentro de estos últimos se encuentran los que consisten en medidas, llamados morfométricos. En el estudio de los recursos fitogenéticos de frutales, las investigaciones son escasas y no se cuenta con estudios profundos para lograr un conocimiento integral de los mismos y generar estrategias de conservación y utilización. En particular, para el nanche no se han realizado trabajos en los que se aplique la metodología de los programas de imagen para la caracterización de la diversidad genética existente. Los descriptores propuestos por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (ahora Bioversity International) para algunos frutales, por ejemplo, aguacatero (*Persea americana* L.), vid (*Vitis vinifera* L.), marañón (*Anacardium occidentale* L.), persimonia (*Diospyros kaki* L.) y litchi (*Litchi chinensis* Sonn.), toman en consideración características morfológicas de los órganos vegetales, en particular los de la hoja.

El análisis morfométrico de imágenes digitalizadas es una metodología que se ha aplicado en especies frutícolas para la definición y caracterización de cultivares, como en el caso de chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) (Andrés *et al.*, 2004), olivo (*Olea europaea* L.) (Potes, 1987) y carambolo (*Averrhoa carambola* L.) (Aparecida-Andrade y Geraldo-Martins, 2007). El presente trabajo tuvo el

objetivo de realizar la caracterización morfológica de las hojas de 39 colectas de nanche, lo que permitirá establecer algunos descriptores de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron hojas de 39 árboles de nanche ubicados en la Sierra del Estado de Tabasco, México, los cuales estaban en condición silvestre o semicultivado. De cada árbol se tomaron 10 hojas representativas de los cuatro puntos cardinales, de las ramas de la parte media y periférica de la copa (Alavez-López *et al.*, 2000), con base en los criterios: madurez completa, sanidad y sin daños físicos (Grava *et al.*, 2007). Las hojas colectadas se colocaron en una prensa botánica durante 15 d, periodo en el cual se hicieron cambios frecuentes de papel periódico para uniformar el secado. Para obtener las imágenes de las hojas, éstas se digitalizaron en un scanner Epson modelo 2400 Photo®. Las imágenes se midieron con el analizador de imágenes Image Tool versión 3.0 (Wilcox *et al.*, 2002), con el programa Adobe Photoshop® versión 7.0; los pecíolos se digitalizaron por separado.

Las variables morfométricas (Figura 1) fueron: área foliar (AF), en cm²; perímetro foliar (PF), en cm; índice de redondez del limbo (IRL), como el cociente $4 \pi \times \text{área} / \text{perímetro}^2$; ángulo de la quinta vena (A5V), de la base del ápice, en grados; ángulo apical (AA), en grados; ángulo basal (AB), en grados; longitud del eje mayor del limbo (LEMYL), en cm; longitud del eje menor del limbo (LEMNL), en cm; longitud del pecíolo (LP), en cm; ancho del pecíolo (AP), en cm; relación entre la longitud del eje mayor del limbo y la longitud del eje menor (LEMYLLEMNL); relación entre la longitud del eje mayor del limbo y la longitud del pecíolo (LEMYLLP); relación entre la longitud del eje menor del limbo y la longitud del pecíolo (LEMNLLP); relación entre la longitud y ancho del pecíolo (LPAP); relación entre el ángulo apical y el ángulo basal (AAAB); relación entre el ángulo basal y el ángulo de la quinta vena (ABA5V); y relación entre el ángulo apical y el ángulo de la quinta vena (AAA5V).

Con las medias de las variables se hizo una matriz básica de datos (MBD) y un análisis de correlación de Pearson para seleccionar los caracteres correlacionados ($P \leq 0.01$), y se generó una nueva MBD para efectuar el

análisis de componentes principales y el análisis discriminante canónico, los cuales auxiliaron en la identificación de diferencias entre grupos de individuos. Los análisis se llevaron a cabo con el programa SAS para Windows versión 8.0 (SAS Institute, 1999).

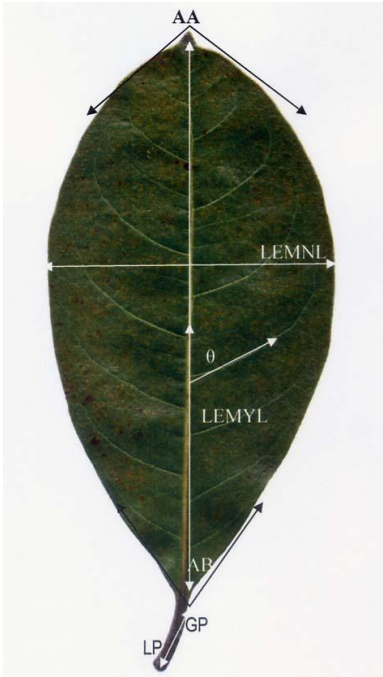


Figura 1. Hoja representativa de nanche *B. crassifolia* (L.) H. B. K. con los caracteres evaluados. LEMYL = longitud del eje mayor del limbo; LEMNL = longitud del eje menor del limbo; A5V = ángulo de la quinta vena; AA = ángulo apical; AB = ángulo basal; LP = longitud del pecíolo; AP = ancho del pecíolo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según el análisis de componentes principales (CP), los tres primeros explican 77.27 % de la variación total; CP1 31.35 %, CP2 25.79 % y CP3 20.13 % (Cuadro 1). El CP1 estuvo determinado positivamente por longitud del eje menor del limbo, índice de redondez del limbo, ángulo basal, ángulo de la quinta vena, relación entre longitud del eje menor del limbo y la longitud del pecíolo, y la relación entre el ángulo basal y el ángulo de la quinta vena; en cambio, la relación entre la longitud del eje mayor del limbo y la longitud del eje menor presentó valores negativos.

Cuadro 1. Valores propios y proporción de la variación explicada por los primeros tres componentes principales en 39 colectas de hoja de nanche (*B. crassifolia* (L.) H. B. K.).

| Componentes principales | Valor propio | Valor propio acumulado | Proporción de la varianza total explicada (%) | |
|-------------------------|--------------|------------------------|---|-----------|
| | | | Absoluta | Acumulada |
| 1 | 5.3295 | 5.3295 | 31.35 | 31.35 |
| 2 | 4.3847 | 9.7142 | 25.79 | 57.14 |
| 3 | 3.4226 | 13.1368 | 20.13 | 77.27 |

El CP2 estuvo influenciado de forma positiva por el perímetro foliar, la longitud del eje mayor del limbo y por la relación entre la longitud del eje mayor del limbo y la longitud del pecíolo; y tuvo influencia negativa del ángulo apical y de la relación entre la longitud y ancho del pecíolo. En el CP3 ejercieron mayor peso las variables área foliar, longitud del pecíolo, ancho del pecíolo, relación entre el ángulo apical y el ángulo basal, la relación entre el ángulo apical y el ángulo de la quinta vena (Cuadro 2).

De acuerdo con los vectores el CP1 se explica por siete caracteres, y los CP2 y CP3 se explican por cinco caracteres cada uno. En la Figura 2 se presenta la formación de cinco grupos de acuerdo con el CP1 y CP2, donde se observa la misma división de grupos que con el análisis de conglomerados. Con respecto al CP1, el Grupo IV está alejado de la media con valores positivos. En esta misma región del cuadrante, pero más cercano a la media, se encuentra el Grupo III. El Grupo II se encuentra sobre la media general. En la parte izquierda se encuentran los Grupos I y V, ambos con valores negativos. Si se toma como referencia al CP2, los Grupos I, IV y V se encuentran más cercanos a la media y con

valores positivos, mientras que los Grupos II y III tienen valores negativos; el Grupo III se ubica más cerca de la media.

La Figura 3 derivada del análisis de agrupamiento también muestra cinco grupos con características morfológicas similares de hojas, a una distancia de corte de 0.07. En el Grupo I las hojas se identifican por presentar los mayores valores de área foliar, perímetro foliar, longitud del eje menor del limbo y ancho del pecíolo. El área foliar es un atributo relacionado con la productividad agronómica, que al contar con mayor superficie foliar para hacer fotosíntesis se esperaría que produjera mayor cantidad de fotoasimilados y altos rendimientos de fruto (Roper, 1991). El Grupo II se caracteriza por tener los mayores valores de longitud del eje mayor del limbo, relación longitud del eje mayor del limbo/longitud del eje menor y de relación ángulo apical/ángulo basal; además presenta los menores valores de índice de redondez del limbo, ángulo basal, relación longitud del eje menor del limbo/longitud del pecíolo, relación ángulo basal/ángulo de la quinta vena y de la relación ángulo apical/ángulo de la quinta vena.

Cuadro 2. Valores de los vectores Eigen de los primeros tres componentes principales en 39 colectas de hoja de nanche (*B. crassifolia* (L.) H. B. K.) procedentes de Tabasco y su coeficiente de correlación (*r*).

| Carácter | Vectores Eigen | | | <i>r</i> | | |
|------------|----------------|---------|---------|----------|---------|--------|
| | CP1 | CP2 | CP3 | CP1 | CP2 | CP3 |
| AF | 0.2416 | 0.2187 | 0.3532 | 0.55 | 0.45 | 0.65** |
| PF | 0.1254 | 0.3221 | 0.3467 | 0.28 | 0.67** | 0.64 |
| LEMYL | 0.0237 | 0.3910 | 0.2787 | 0.05 | 0.81** | 0.51 |
| LEMNL | 0.3281 | 0.0411 | 0.3236 | 0.75** | 0.08 | 0.59 |
| IRL | 0.3233 | -0.2985 | 0.0195 | 0.74** | -0.62 | 0.03 |
| AB | 0.3659 | -0.1783 | -0.0963 | 0.84** | -0.37 | -0.17 |
| AA | 0.1681 | -0.2934 | 0.2665 | 0.38 | -0.61** | 0.49 |
| LP | -0.2044 | -0.1578 | 0.3702 | -0.47 | -0.33 | 0.68** |
| AP | 0.1407 | 0.2265 | 0.2336 | 0.32 | 0.47 | 0.43* |
| A5V | 0.1887 | -0.0466 | 0.0065 | 0.43* | -0.09 | 0.01 |
| LEMYLLEMNL | -0.3017 | 0.3107 | -0.0728 | -0.69** | 0.65 | -0.13 |
| LEMYLLP | 0.1974 | 0.3161 | -0.2308 | 0.45 | 0.66** | -0.42 |
| LEMNLLP | 0.3408 | 0.1715 | -0.1789 | 0.78** | 0.35 | -0.33 |
| LPAP | -0.2424 | -0.2886 | 0.1687 | -0.55 | -0.60** | 0.31 |
| AAAB | -0.2171 | -0.0647 | 0.3200 | -0.50 | -0.13 | 0.59** |
| ABA5V | 0.3138 | -0.1843 | -0.1117 | 0.72** | -0.38 | -0.20 |
| AAA5V | 0.0549 | -0.2467 | 0.2570 | 0.12 | -0.51 | 0.47* |

*, ** Significativos a $P < 0.05$, y $P < 0.01$, respectivamente. (AF), área foliar en cm^2 ; (PF), perímetro foliar en cm; (LEMYL), longitud del eje mayor del limbo en cm; (LEMNL), longitud del eje menor del limbo en cm; (IRL), índice de redondez del limbo; (AB), ángulo basal, (AA), ángulo apical; (LP), longitud del pecíolo; (AP), ancho del pecíolo; (A5V), ángulo de la quinta vena; (LEMYLLEMNL), longitud del eje mayor del limbo y la longitud del eje menor; (LEMYLLP), longitud del eje mayor del limbo y la longitud del pecíolo; (LEMNLLP), longitud del eje menor del limbo y la longitud del pecíolo; (LPAP), relación entre la longitud y ancho del pecíolo; (AAAB), relación entre el ángulo apical y el ángulo basal; (ABA5V), relación entre el ángulo basal y el ángulo de la quinta vena y (AAA5V), relación entre el ángulo apical y el ángulo de la quinta vena.

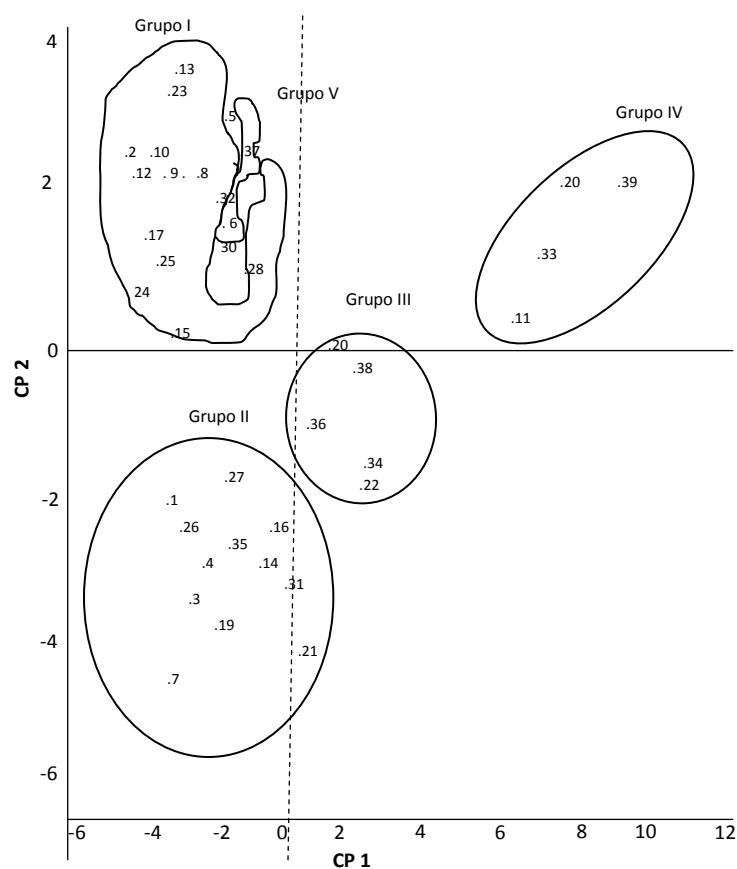


Figura 2. Diagrama de dispersión de 39 colectas de nanche (*B. crassifolia* (L.) H. B. K.) con base en los componentes principales 1 y 2, y en datos foliares.

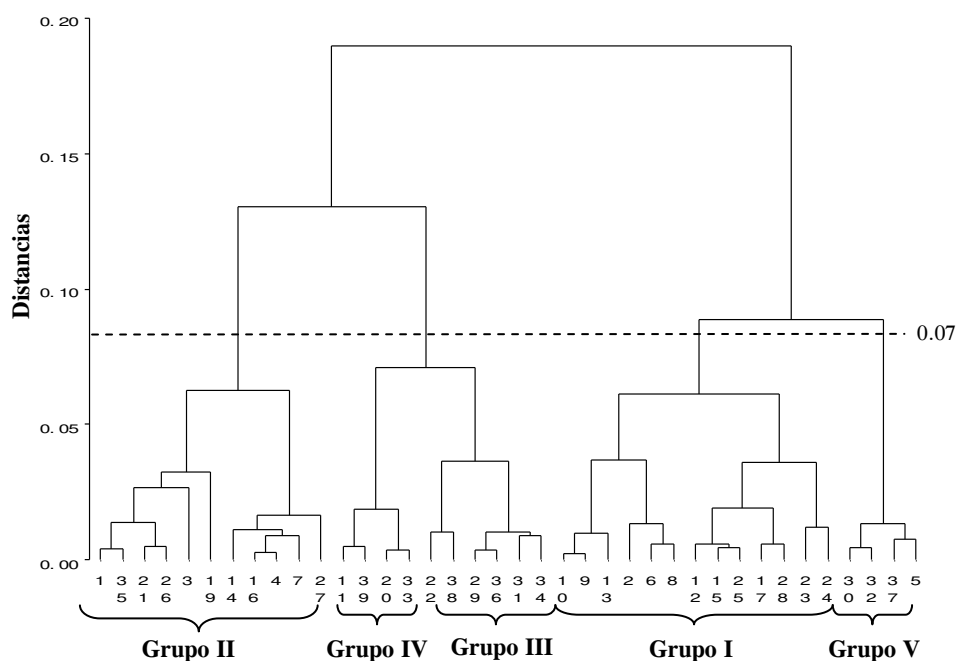


Figura 3. Dendrograma obtenido del análisis de agrupamiento con el método UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) para 17 caracteres morfológicos foliares de 39 colectas de nanche (*Byrsonima crassifolia* (L.) H. B. K.) procedentes de Tabasco, con base en distancias euclidianas.

El Grupo III de la Figura 3 se caracteriza por presentar los menores valores de área foliar, perímetro foliar, longitud del eje menor del limbo y ángulo de la quinta vena. El Grupo IV se caracteriza por mayores valores en los cocientes longitud del eje mayor del limbo/longitud del pecíolo y longitud menor del limbo/longitud del pecíolo, así como por los menores valores de ángulo apical, longitud del pecíolo, relación longitud del pecíolo/ancho del pecíolo, y la relación ángulo apical/ángulo basal. El Grupo V se distingue por tener los mayores valores en índice de redondez del limbo, ángulo basal, ángulo apical, longitud del pecíolo, ángulo de la quinta vena, relación longitud del pecíolo/ancho del pecíolo, relación ángulo basal/ángulo de la quinta vena y de relación ángulo apical/ángulo de la quinta vena; también tiene los menores valores de longitud del eje mayor del limbo, ancho del pecíolo, relación longitud del eje mayor del limbo/longitud del eje menor del limbo, y de la relación longitud del eje mayor del limbo/longitud del pecíolo.

Los caracteres foliares distintivos en los cinco grupos concuerdan con Potes (1987), quien reportó que las características de las hojas de *Olea europaea* L. presentan alta estabilidad, baja fluctuación ambiental y poseen valor discriminante. Según Andrés *et al.* (2004), los caracteres morfológicos que más aportan para la diferenciación de los cultivares de chirimoyo son área del limbo, índice de redondez, longitud del pecíolo, ángulo de la quinta vena, relación eje longitudinal/eje radial y el número de venas secundarias; muchos de estos caracteres también fueron importantes para el nanche. La información obtenida de estos resultados permite iniciar la definición de descriptores foliares del nanche.

CONCLUSIONES

Según el análisis de componentes principales, los tres primeros explican 77.28 % de la variabilidad foliar en

accesiones de nanche ubicadas en la Sierra de Tabasco, y a una distancia euclidiana de 0.07 conforman cinco grupos con características morfológicas de hoja similares. Los caracteres que mejor explican la variabilidad foliar fueron longitud del eje menor, índice de redondez, ángulo basal, ángulo de la quinta vena, relación longitud del eje mayor del limbo/longitud del eje menor, relación longitud del eje menor/longitud del pecíolo, y la relación ángulo basal/ángulo de la quinta vena.

BIBLIOGRAFÍA

- Alavez-López M J, J G Cruz-Castillo, L M Marroquín-Andrade, M Rubí-Arriaga (2000) Caracterización hortícola de árboles de chirimoyo *in situ*. Rev. Chapingo S. Hort. 6:179-193.
- Andrés A J, R Nieto-Ángel, A F Barrientos-Priego, M T Martínez-Damián, F González-Andrés, S D Segura-Ledezma, J G Cruz-Castillo, C Gallegos-Vázquez (2004) Variación morfológica de la hoja del chirimoyo. Rev. Chapingo S. Hort. 10:103-110.
- Aparecida-Andrade R, A B Geraldo-Martins (2007) Aspectos morfológicos de folhas na diferenciação de variedades de carambola. Rev. Bras. Frutic. 29:386-388.
- Cordero J, D H Boshier (2003) Árboles de Centroamérica. Un Manual para Extensionistas. Instituto Forestal de Oxford-CATIE. San José, Costa Rica. 928 p.
- González-Andrés F (2001) Caracterización morfológica: *In*: Conservación y Caracterización de Recursos Fitogenéticos. F González-Andrés, J Pita-Villamil (eds). Publicaciones Instituto Nacional de Educación Agrícola. Valladolid, España. pp:199-217.
- Grava de G L J, Y R Seigi, B RL Villas, C Backes, L C Paulo (2007) Análise da imagem digital para estimativa da área foliar em plantas de naranja "Pêra". Rev. Bras. Frutic. 29:420-424.
- Potes M F (1987) Contribuição da morfologia externa das folhas de *Olea europaea* L. para a caracterização das respectivas cultivares. Agron. Lusit. 42:247-260.
- Roper T R (1991) Leaf area and fruiting efficiency of large and small fruited cranberry cultivars. Fruit Var. J. 45:56-59.
- SAS Institute (1999) SAS/STAT User' Guide. Release 8.0 edition. North Carolina, USA. 1289 p.
- Wilcox C D, S B Dove, W D McDavid, D B Greer (2002) UTHSCSA. Image Tool for Windows Versión 3.0. University of Texas Health Science Center. San Antonio, Texas, USA. 57 p.