

TABLAS DE PRODUCCIÓN PARA EL INVENTARIO DE CORTADILLO (*Nolina cespitifera* Trel.) EN EL SURESTE DE COAHUILA

David Castillo Quiroz¹, J. Trinidad Sáenz Reyes², Luis Mario Torres Espinosa¹ y David Sánchez Aspeytia¹

RESUMEN

Nolina cespitifera es un recurso forestal no maderable de las zonas áridas y semiáridas del sur de Coahuila y Nuevo León y del norte de Zacatecas. La fibra de las hojas de esta planta se aprovecha para fabricar escobas. El objetivo de este trabajo fue validar la tarifa y elaborar tablas de producción por los tipos de vegetación del sureste de Coahuila: matorral desértico rosetófilo, transición izotal-pastizal, bosque de pino-encino y bosque de encino. Para ello se muestrearon 600 plantas en todos los tipos de vegetación; se hizo un análisis basado en pruebas de: homogeneidad de varianzas y de medias, y la comparación de la pendiente del modelo con el cual se generó la tarifa, contra la correspondiente a los datos de las plantas estudiadas, así como con la pendiente de los modelos por tipos de vegetación. Los resultados indican que se requieren ajustes al modelo predictor y la elaboración de tablas de producción por cada comunidad vegetal. Estas se obtuvieron con análisis de regresión y correlación, en los que la variable dependiente fue el peso en verde de las hojas y las variables independientes, altura, diámetro promedio basal, área basal y volumen. Los modelos seleccionados a partir de los análisis de varianza, máximo coeficiente de determinación, mínimo cuadrado medio del error, menor coeficiente de variación, fueron: $Y = 0.18487(\text{Vol})^{0.6552}$ (matorral desértico rosetófilo), $Y = 0.05573(\text{Vol})^{0.7351}$ (transición entre izotal y pastizal), $Y = 0.00958(\text{Vol})^{0.9031}$ (bosque de pino-encino) y $Y = 0.1016(\text{Vol})^{0.7506}$ (bosque de encino).

Palabras clave: Cortadillo, inventario, *Nolina cespitifera*, tablas de producción, zonas áridas y semiáridas.

Fecha de recepción: 12 de marzo de 2008.

Fecha de aceptación: 13 de mayo de 2009.

¹ Campo Experimental Saltillo, Centro de Investigación Regional Noreste, INIFAP. Correo-e: castillo.david@inifap.gob.mx

² Campo Experimental Uruapan, Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, INIFAP.

ABSTRACT

Cortadillo (*Nolina cespitifera*) is a non-timber forest resource of the arid and semiarid zones of Northeastern Mexico, specifically of South Coahuila and Nuevo Leon states and the Northern part of the state of Zacatecas. Fiber obtained from the leaves of this plant is used, combined with tassels of sorghum, to manufacture brooms. The objective of this work was to validate an existing production tariff and to develop tables for cortadillo leaf production by type of vegetation: rosetophyllous desert scrub, grassland-yucca transition, pine-oak forest and oak forest. 600 plants was sampled along all vegetation types and the following statistical analyses were performed: homogeneity of variances, homogeneity of means and a comparison of the slope of the previously existing model versus the one generated with our data from the sampled plants, as well as with the slope of models generated for the plants of each vegetation type. Preliminary results showed that the model required to be adjusted and that tables of production needed to be developed for each vegetation community. These tables were generated by means of regression analyses and correlation, with fresh weight of leaves as the dependent variable, and height of plant, mean basal diameter, basal area, and volume as independent variables. Models were selected based on analysis of variance, maximum determination coefficient, minimum mean square of error and minimum variation coefficient. Resulting models were: $Y = 0.18487(\text{Vol})^{0.6552}$ (rosetophyllous desert scrub), $Y = 0.05573(\text{Vol})^{0.7351}$ (grassland-yucca transition), $Y = 0.00958(\text{Vol})^{0.9031}$ (pine-oak forest) and $Y = 0.1016(\text{Vol})^{0.7506}$ (oak forest).

Key words: Cortadillo, inventory, *Nolina cespitifera*, production tables, arid and semiarid zones.

INTRODUCCIÓN

El cortadillo, *Nolina cespitifera* Trel. es un recurso forestal no maderable de las zonas áridas y semiáridas del sur y centro del estado de Coahuila, sur de Nuevo León y norte de Zacatecas (García y Galván, 1995; Castillo y Sáenz, 1993). La recolección de este recurso constituye una opción productiva para los pobladores de la región y, en muchos casos, es la fuente principal de ingresos económicos. Del cortadillo se obtiene una fibra dura de alta resistencia que se utiliza como materia prima en la fabricación de escobas, cepillos, muebles rústicos y cartuchos de explosivos (Sáenz y Castillo, 1993).

En Coahuila, el cortadillo crece en la región centro y sureste; sin embargo, en esta última tiene gran importancia debido a su amplia distribución y a que

representa una fuente de captación de recursos económicos para alrededor de 3,000 familias campesinas de 37 predios, ubicados en los municipios de Saltillo, General Cepeda y Parras de la Fuente (Castillo, 1995; Castillo y Sáenz, 1993; SEMARNAT, 2003).

Para el consumo racional y sostenido de este recurso es necesario evaluar las existencias y su producción anual, lo que permite valorar la biomasa útil con base en turnos de aprovechamiento y un plan de manejo. Con el propósito de disminuir el trabajo en campo y reducir los costos de inventario, Castillo y Sáenz (2005) elaboraron una tarifa para estimar la producción de hoja del cortadillo en la región sureste de Coahuila. Para ello, evaluaron un total de 260 plantas en cinco tipos de vegetación (matorral desértico micrófilo, transición izotal-pastizal, bosque de pino-encino y bosque de encino) y mediante el método de análisis de regresión y correlación, generaron 16 modelos y seleccionaron el mejor con base en los análisis de varianza, máximo coeficiente de correlación, mínimo cuadrado medio del error y menor coeficiente de variación, eligieron el modelo $Y = 0.3187 DB^{1.91109}$, con el cual se generó la tarifa; en ésta se determina el peso de hojas en función del diámetro promedio basal de la planta de cortadillo. Sin embargo, para el empleo de la misma en un solo tipo de vegetación y en otras regiones, se recomienda realizar ajustes al modelo predictor, por lo tanto, el objetivo en este documento fue validar estadísticamente la tarifa previamente generada y elaborar tablas de producción de hojas de cortadillo por tipo de vegetación para el sureste de Coahuila.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo se realizó en el sureste de Coahuila, específicamente en los municipios de Saltillo, General Cepeda y Parras de la Fuente. Ubicado geográficamente en las siguientes coordenadas: 25° 07' 30" a 25° 20' 15" latitud norte y 100° 52' 20" a 101° 41' 20" longitud oeste y altitudes que varían de 1,440 a 2,340 m (Figura 1). Comprende los siguientes tipos de vegetación: matorral desértico rosetófilo, transición izotal-pastizal, bosque de pino-encino y bosque de encino.

Datos de campo

Para determinar la confiabilidad de la tarifa elaborada por Sáenz y Castillo (2005) en muestreos o inventarios de producción de hoja de cortadillo por tipo de vegetación, se obtuvo información de campo a través de la evaluación de 600 plantas de esta especie, distribuidas en forma proporcional en función del área que ocupan, de la densidad en cada uno de los tipos de vegetación y de la variabilidad

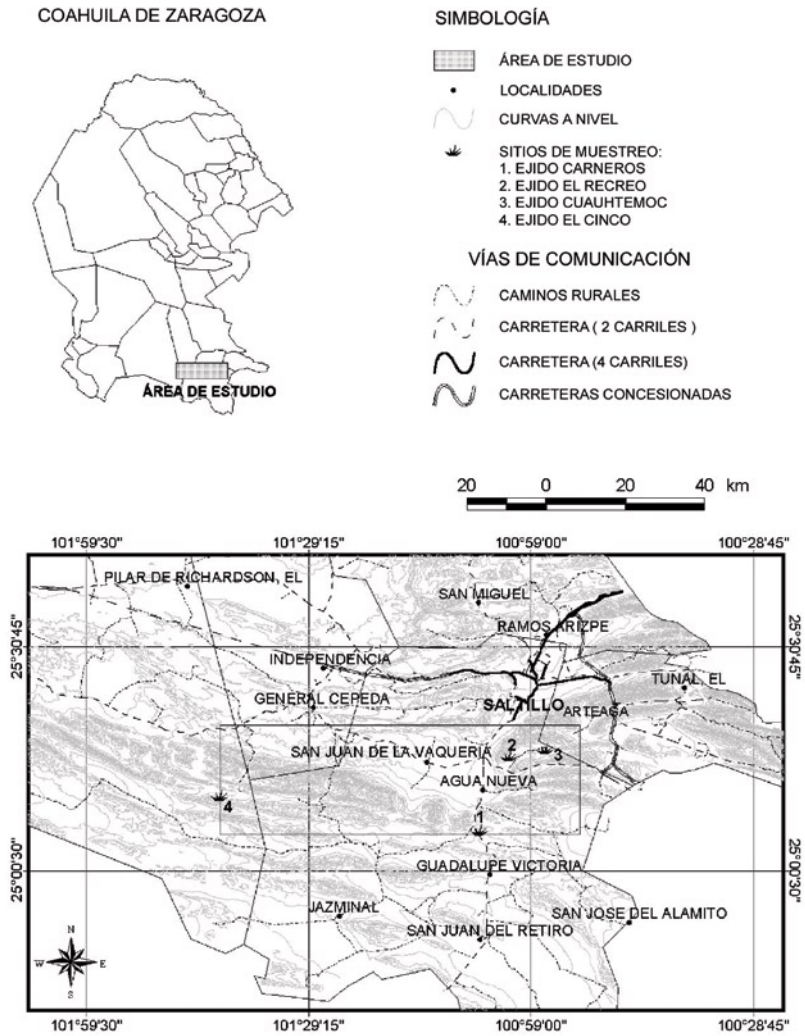


Figura.1. Localización del área de estudio y ubicación de los sitios de muestreo, en la región sureste de Coahuila.

poblacional; en el matorral desértico rosetófilo se muestrearon 85 plantas; en la transición izotal-pastizal 75; en el bosque de pino-encino 170 y en el bosque de encino 270, a las cuales se les tomó la lectura de las siguientes variables:

- 1.- Altura de la planta (cm), que se midió desde la base de las hojas hasta el nivel más alto de la mayoría de las hojas.
- 2.- Diámetro promedio basal (cm), en el que se promedió el diámetro mayor y menor tomado entre 10 a 15 cm sobre la base de la planta.
- 3.- Área basal (cm²), que se estimó con el diámetro promedio basal y la fórmula del área del círculo.
- 4.- Peso de las hojas (g) en verde, que se determinó en cada una de las plantas medidas.

Análisis estadístico

Con los datos anteriores, se llevó a cabo la validación de la tarifa mediante un análisis con base en las pruebas de:

Homogeneidad de varianzas.- Es una prueba estadística que consiste en comparar la varianza de los datos reales contra los estimados con la tarifa de rendimiento, de tal manera que indica si estadísticamente son iguales a un nivel de confiabilidad.

Homogeneidad de medias.- Esta prueba es similar a la anterior y reafirma si el comportamiento de ambas poblaciones son estadísticamente iguales.

Homogeneidad de pendientes.- Consiste en generar un modelo con los datos recabados y después comparar el coeficiente de regresión de la variable independiente de este modelo contra el del modelo con el que se elaboró la tarifa.

Generación de tablas de producción

Los datos de cada tipo de vegetación se analizaron mediante regresión y correlación con el paquete de cómputo SAS (Statistical Analysis System Versión 8). Se consideró como variable dependiente el peso en verde de las hojas y como variables independientes la altura de la planta, diámetro promedio basal, el área basal y volumen.

Se realizó el ajuste al modelo $Y = 0.3187 DB^{1.91109}$, empleado en la tarifa, pero con la finalidad de corroborar su confiabilidad, se probaron modelos de regresión lineal simple y múltiple, exponencial, logarítmico y potencial; linearizados

mediante la correspondiente transformación de las variables en cada caso en particular, los cuales se compararon y seleccionaron con base en los análisis de varianza, máximo coeficiente de correlación, mínimo cuadrado medio del error y menor coeficiente de variación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Validación de la tarifa

Los resultados de las pruebas de validación con el total de datos, es decir, tomados en todos los tipos de vegetación, indican que en las pruebas de homogeneidad de varianzas y medias, son iguales estadísticamente con una confiabilidad del 99%, sin embargo, en la prueba de homogeneidad de pendientes se determinó que son diferentes estadísticamente al mismo nivel de confiabilidad. Posteriormente, se realizaron las mismas pruebas de validación con los datos en cada tipo de vegetación, donde se distribuye el cortadillo. En los resultados se observa que solamente en la prueba de homogeneidad de medias y pendiente en el bosque de pino-encino existe igualdad estadística, así como homogeneidad de pendiente en la transición entre izotal y pastizal (Cuadro 1), por lo tanto, la necesidad de ajuste al modelo predictor y la generación de tablas de producción de hoja por tipo de vegetación.

Cuadro 1. Resultados estadísticos de las pruebas de validación de la tarifa de rendimiento de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) para el sureste de Coahuila.

| Prueba | | Tipo de Vegetación | | | | |
|----------------------------|-------------|--------------------|------|-------|-------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Homogeneidad de varianza | | | | | | |
| | F calculada | 1.48* | 2.33 | 2.65 | 2.19 | 3.05 |
| | F tabla | 1.48 | 1.32 | 1.32 | 1.48 | 1.48 |
| Homogeneidad de medias | | | | | | |
| | t calculada | 1.04* | 6.40 | 9.40 | 1.85* | 6.42 |
| | t tablas | 2.62 | 2.66 | 2.66 | 2.62 | 2.62 |
| Homogeneidad de pendientes | | | | | | |
| | t calculada | 15.80 | 5.08 | 2.39* | 2.37* | 5.15 |
| | t tablas | 2.62 | 2.66 | 2.66 | 2.62 | 2.62 |

1 = Incluye los 4 tipos de vegetación; 2 = Matorral desértico rosetófilo; 3 = Transición entre izotal y pastizal; 4 = Bosque de Pino-encino; 5 = Bosque de encino; *Son iguales estadísticamente.

Generación de tablas de producción

Los resultados de los análisis de regresión con el modelo potencial empleado en la generación de la tarifa, indican un bajo coeficiente de correlación entre las variables peso de hojas y diámetro basal (Cuadro 2).

Cuadro 2. Coeficientes de correlación de los modelos potenciales generados por tipo de vegetación para estimar el peso de hojas de cortadillo.

| Tipo de vegetación | Modelo | Coefficiente de correlación (r) |
|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Matorral desértico rosetófilo | $Ln Y = Ln (1.0875) + 1.2611 Ln DB$ | 0.735 |
| Transición entre Izotal y pastizal | $Ln Y = Ln (0.0344) + 1.4529 Ln DB$ | 0.663 |
| Bosque de Pino-encino | $Ln Y = Ln (0.0344) + 1.4529 Ln DB$ | 0.721 |
| Bosque de encino | $Ln Y = Ln (0.6930) + 1.5168 Ln DB$ | 0.775 |

Y = Peso de hojas (g); DB = Diámetro promedio basal (cm).

Con el propósito de incrementar el coeficiente de correlación, se generó una nueva variable con base en el volumen de un cilindro $Vol = (\pi) (radio^2) (altura)$, dado que para seleccionar una ecuación de regresión siempre será más conveniente apoyarse en la forma geométrica del elemento a modelar, que tratar de encontrar entre un centenar el mejor modelo desde el punto de vista estadístico (Talavera y Sáenz, 2003).

Con base en los diagramas de dispersión de la tarifa generada por Saézn y Castillo, (2005), que destacan que los modelos de mejor ajuste son el logarítmico o el potencial, y con la finalidad de corroborar la confiabilidad de la tarifa, se efectuó un análisis de regresión con estos modelos, aunque también se incluyó el exponencial y lineal simple con la variable volumen. La comparación y selección del mejor modelo matemático fue con base a los análisis de varianza (F calculada), mayor coeficiente de correlación (r), menor cuadrado medio del error (CME) y menor coeficiente de variación (CV).

Los resultados confirman que el modelo potencial es el de mejor ajuste en cada uno de los tipos de vegetación y con la variable volumen se incrementa el valor del coeficiente de correlación en 7.1% para el matorral desértico rosetófilo; en 3.7% para transición izotal-pastizal; 12.8 % para bosque de pino-encino y 4.4% para el bosque de encino, con respecto al modelo potencial con el diámetro promedio basal como variable independiente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Estadísticos de regresión de los modelos probados para estimar peso de las hojas de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.).

| Modelo | F cal | R | CME | CV |
|---|--------|-------|-----------|-------|
| Matorral desértico rosetófilo | | | | |
| $Y = -2214.658 + 681.298 \text{ Ln DB}$ | 61.14 | 0.648 | 43138.63 | 33.68 |
| $Y = 170.70 + 0.019 \text{ Vol}$ | 138.61 | 0.794 | 28057.67 | 27.16 |
| $Y = -3870.415 + 366.731 \text{ Ln Vol}$ | 102.43 | 0.742 | 33532.47 | 29.69 |
| $\text{Ln } Y = \text{Ln}(1.088) + 1.261 \text{ Ln DB}$ | 95.85 | 0.735 | 0.094 | 4.85 |
| $\text{Ln } Y = 5.610 + 0.000003 \text{ Vol}$ | 123.73 | 0.775 | 0.082 | 4.51 |
| $\text{Ln } Y = \text{Ln}(-1.688) + 0.655 \text{ Ln Vol}^*$ | 154.27 | 0.806 | 0.071 | 4.21 |
| Transición entre izotal y pastizal | | | | |
| $Y = -2077.367 + 614.394 \text{ Ln DB}$ | 43.28 | 0.608 | 26858.96 | 36.39 |
| $Y = 140.344 + 0.0016 \text{ Vol}$ | 46.67 | 0.624 | 26098.36 | 35.87 |
| $Y = -3248.58 + 305.57 \text{ Ln Vol}$ | 48.23 | 0.632 | 25761.52 | 35.64 |
| $\text{Ln } Y = \text{Ln}(0.034) + 1.453 \text{ Ln DB}$ | 57.03 | 0.663 | 0.114 | 5.62 |
| $\text{Ln } Y = 5.298 + 0.000003 \text{ Vol}$ | 56.30 | 0.663 | 0.115 | 5.63 |
| $\text{Ln } Y = \text{Ln}(-2.887) + 0.735 \text{ Ln Vol}^*$ | 68.82 | 0.700 | 0.105 | 5.38 |
| Bosque de pino-encino | | | | |
| $Y = -3084.520 + 925.572 \text{ LnDB}$ | 89.40 | 0.600 | 129033.77 | 53.01 |
| $Y = 28.391 + 0.0030 \text{ Vol}$ | 273.17 | 0.794 | 74544.75 | 40.29 |
| $Y = -5562.244 + 514.620 \text{ Ln Vol}$ | 193.43 | 0.735 | 91268.71 | 44.59 |
| $\text{Ln } Y = \text{Ln}(-0.678) + 1.717 \text{ Ln DB}$ | 177.77 | 0.721 | 0.223 | 7.50 |
| $\text{Ln } Y = 5.284 + 0.000005 \text{ Vol}$ | 314.14 | 0.812 | 0.159 | 6.34 |
| $\text{Ln } Y = \text{Ln}(-4.648) + 0.903 \text{ Ln Vol}^*$ | 408.93 | 0.849 | 0.133 | 5.79 |
| Bosque encino | | | | |
| $Y = -2820.345 + 951.258 \text{ Ln DB}$ | 217.54 | 0.671 | 14652.64 | 60.04 |
| $Y = 133.042 + 0.0046 \text{ Vol}$ | 507.39 | 0.806 | 90578.91 | 47.51 |
| $Y = -4753.685 + 476.469 \text{ Ln Vol}$ | 279.13 | 0.714 | 128368.70 | 56.56 |
| $\text{Ln } Y = \text{Ln}(0.693) + 1.517 \text{ Ln DB}$ | 400.75 | 0.775 | 0.199 | 7.21 |
| $\text{Ln } Y = 5.571 + 0.000006 \text{ Vol}$ | 320.24 | 0.735 | 0.227 | 7.68 |
| $\text{Ln } Y = \text{Ln}(-2.286) + 0.750 \text{ Ln Vol}^*$ | 534.51 | 0.819 | 0.166 | 6.58 |

Y = Peso de hojas (g); DB = Diámetro promedio basal (cm); Vol = Volumen (cm³); Ln = Logaritmo natural; F cal = "F" calculada en el análisis de varianza; r = Coeficiente de correlación; CME = Cuadrado medio del error; CV = Coeficiente de variación; * = Modelo seleccionado por tipo de vegetación.

Para la comparación de la hipótesis de que los estimadores de los parámetros iguales a cero contra la alternativa de que son diferentes de cero, se efectuó la prueba de *t-student* y los resultados indican que la hipótesis nula se rechaza en todos los casos, por lo tanto los parámetros son significativamente diferentes de cero y deben ser considerados en el modelo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Estadísticos de la prueba de *t-student* del modelo seleccionado para generación de tablas de producción de hojas de cortadillo por tipo de vegetación en el sureste de Coahuila.

| Tipo de vegetación/variable | G. L. | Parámetro estimado | Error Estandar | T para H_0 Parámetro=0 | Prob> T |
|--------------------------------------|-------|--------------------|----------------|--------------------------|----------|
| Matorral desértico rosetófilo | | | | | |
| Intercepto | 1 | -1.6881 | 0.6461 | -2.613 | 0.0107 |
| Ln (Vol) | 84 | 0.6552 | 0.0528 | 12.421 | 0.0001 |
| Transición Izotal-pastizal | | | | | |
| Intercepto | 1 | -2.8871 | 1.0734 | -2.690 | 0.0089 |
| Ln (Vol) | 74 | 0.7351 | 0.0886 | 8.296 | 0.0001 |
| Bosque de Pino-encino | | | | | |
| Intercepto | 1 | -4.6483 | 0.5423 | -8.572 | 0.0001 |
| Ln (Vol) | 169 | 0.9031 | 0.0447 | 20.222 | 0.0001 |
| Bosque de encino | | | | | |
| Intercepto | 1 | -2.2864 | 0.3679 | -6.215 | 0.0001 |
| Ln (Vol) | 269 | 0.7506 | 0.0325 | 23.120 | 0.0001 |

Vol = Volumen (cm³); Ln = Logaritmo natural.

Los análisis de varianza del modelo potencial por tipo de vegetación, considerando como variable dependiente al peso de hojas y como independiente al volumen, indican que el modelo ajustado es altamente significativo, debido a que el valor de probabilidad de que la varianza del modelo respecto a la varianza del error fueran iguales, fue menor al 1% (Cuadro 5), lo que significa que la varianza explicada por el modelo es superior a la varianza del error.

Los modelos seleccionados se presentan en el Cuadro 5. Con ellos se elaboraron las tablas de producción de hojas de cortadillo para cada tipo de vegetación (cuadros 6, 7, 8 y 9); muestran los valores estimados (g) a partir de la medición en campo de la altura (cm) y el diámetro promedio basal (cm) de la planta, con lo cual se reducen los tiempos y costos del inventario de existencias de este recurso forestal no maderable, a nivel de producción de hojas. Sin las tablas sería necesario cortar y pesar las hojas de cada una de las plantas ubicadas en cada uno de los sitios de muestreo, lo que constituye un método destructivo de evaluación y con alto costo.

Cuadro 5. Modelos seleccionados para estimar el peso de hojas de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) por tipo de vegetación para la región sureste de Coahuila.

| Tipo de vegetación | Modelo linearizado | Ecuación original | Probabilidad |
|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|--------------|
| Matorral desértico rosetófilo | $Ln Y = Ln (-1.688) + 0.655 Ln Vol$ | $Y=0.18487(Vol)^{0.6552}$ | 0.0001 |
| Transición entre izotal y pastizal | $Ln Y = Ln (-2.887) + 0.735 Ln Vol$ | $Y=0.05573 (Vol)^{0.7351}$ | 0.0001 |
| Bosque de pino encino | $Ln Y = Ln (-4.648) + 0.903 Ln Vol$ | $Y=0.00958 (Vol)^{0.9031}$ | 0.0001 |
| Bosque de encino | $Ln Y = Ln (-2.286) + 0.750 Ln Vol$ | $Y=0.1016 (Vol)^{0.7506}$ | 0.0001 |

Y = Peso de hojas (g); Vol = Volumen (cm³); Ln = Logaritmo natural.

Cuadro 6. Tabla de producción para estimar el peso (g) de hojas de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) en el matorral desértico rosetófilo en el sureste de Coahuila.

| Diámetro basal (cm) | Altura (cm) | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 90 | 100 | 105 | 110 |
| 20 | 90 | 97 | 104 | 110 | 117 | 123 | 129 | 135 | 141 | 147 | 153 | 158 | 163 | 169 | 174 |
| 25 | 120 | 130 | 139 | 148 | 157 | 165 | 173 | 181 | 189 | 197 | 204 | 212 | 219 | 226 | 233 |
| 30 | 153 | 165 | 177 | 188 | 199 | 210 | 220 | 230 | 240 | 250 | 260 | 269 | 278 | 287 | 296 |
| 35 | 187 | 202 | 216 | 230 | 244 | 257 | 269 | 282 | 294 | 306 | 318 | 329 | 340 | 351 | 362 |
| 40 | 222 | 240 | 257 | 274 | 290 | 306 | 321 | 336 | 350 | 364 | 378 | 392 | 405 | 419 | 432 |
| 45 | 260 | 280 | 300 | 320 | 338 | 357 | 374 | 392 | 409 | 425 | 441 | 457 | 473 | 488 | 504 |
| 50 | 298 | 322 | 345 | 367 | 389 | 410 | 430 | 450 | 469 | 488 | 507 | 525 | 543 | 561 | 578 |
| 55 | 338 | 365 | 391 | 416 | 440 | 464 | 487 | 510 | 532 | 553 | 574 | 595 | 615 | 635 | 655 |
| 60 | 378 | 409 | 438 | 466 | 493 | 520 | 546 | 571 | 596 | 620 | 644 | 667 | 690 | 712 | 734 |
| 65 | 420 | 454 | 486 | 518 | 548 | 578 | 606 | 634 | 662 | 689 | 715 | 741 | 766 | 791 | 815 |
| 70 | 463 | 500 | 536 | 570 | 604 | 636 | 668 | 699 | 729 | 759 | 788 | 816 | 844 | 871 | 898 |
| 75 | 507 | 548 | 587 | 624 | 661 | 697 | 731 | 765 | 798 | 831 | 862 | 893 | 924 | 954 | 983 |
| 80 | 552 | 596 | 638 | 680 | 719 | 758 | 796 | 833 | 869 | 904 | 938 | 372 | 1005 | 1038 | 1070 |
| 85 | 599 | 645 | 691 | 736 | 779 | 821 | 862 | 902 | 940 | 979 | 1016 | 1053 | 1089 | 1124 | 1159 |
| 90 | 644 | 695 | 745 | 793 | 839 | 885 | 929 | 972 | 1014 | 1055 | 1095 | 1134 | 1173 | 1211 | 1249 |
| 95 | 691 | 746 | 800 | 851 | 901 | 950 | 997 | 1043 | 1088 | 1132 | 1175 | 1218 | 1259 | 1300 | 1340 |
| 100 | 739 | 798 | 855 | 910 | 964 | 1016 | 1066 | 1116 | 1164 | 1213 | 1257 | 1302 | 1347 | 1391 | 1434 |

Cuadro 7. Tabla de producción para estimar el peso (g) de hojas de cortadillo (*Nolina cespitífera* Trel.) en la zona de transición entre izotal y pastizal en el sureste de Coahuila.

| Diámetro basal (cm) | Altura(cm) | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | |
| 20 | 57 | 63 | 68 | 73 | 77 | 82 | 87 | 91 | 96 | 100 | 104 | 109 | 113 | 117 | 121 | |
| 25 | 80 | 87 | 94 | 101 | 107 | 114 | 120 | 127 | 133 | 139 | 145 | 151 | 156 | 162 | 168 | |
| 30 | 104 | 114 | 123 | 132 | 141 | 149 | 157 | 166 | 174 | 182 | 189 | 197 | 205 | 212 | 219 | |
| 35 | 131 | 143 | 154 | 165 | 176 | 187 | 197 | 208 | 218 | 228 | 237 | 247 | 257 | 266 | 675 | |
| 40 | 159 | 174 | 188 | 201 | 215 | 228 | 240 | 253 | 265 | 277 | 289 | 301 | 312 | 324 | 335 | |
| 45 | 189 | 206 | 223 | 239 | 255 | 271 | 286 | 301 | 315 | 329 | 344 | 358 | 371 | 385 | 398 | |
| 50 | 221 | 241 | 260 | 279 | 298 | 316 | 334 | 351 | 368 | 385 | 401 | 417 | 434 | 449 | 465 | |
| 55 | 254 | 277 | 300 | 321 | 343 | 363 | 384 | 404 | 423 | 443 | 462 | 480 | 499 | 517 | 535 | |
| 60 | 289 | 315 | 341 | 365 | 389 | 413 | 436 | 459 | 481 | 503 | 525 | 546 | 567 | 587 | 608 | |
| 65 | 325 | 354 | 383 | 411 | 438 | 465 | 491 | 516 | 541 | 566 | 590 | 614 | 638 | 661 | 684 | |
| 70 | 362 | 395 | 427 | 458 | 488 | 518 | 547 | 575 | 603 | 631 | 658 | 685 | 711 | 737 | 763 | |
| 75 | 401 | 437 | 473 | 507 | 541 | 573 | 605 | 637 | 668 | 698 | 728 | 758 | 787 | 846 | 844 | |
| 80 | 441 | 481 | 520 | 557 | 594 | 630 | 666 | 700 | 734 | 768 | 801 | 833 | 865 | 897 | 928 | |
| 85 | 482 | 526 | 568 | 609 | 650 | 689 | 728 | 766 | 803 | 839 | 875 | 911 | 946 | 980 | 1114 | |
| 90 | 525 | 572 | 618 | 663 | 707 | 749 | 791 | 833 | 873 | 913 | 952 | 991 | 1029 | 1066 | 1103 | |
| 95 | 568 | 619 | 669 | 718 | 765 | 812 | 857 | 902 | 945 | 988 | 1031 | 1073 | 1114 | 1155 | 1195 | |
| 100 | 612 | 668 | 722 | 774 | 825 | 875 | 924 | 972 | 1019 | 1066 | 1112 | 1157 | 1201 | 1245 | 1288 | |

Cuadro 8. Tabla de producción para estimar el peso (g) de hojas de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) en el bosque de pino-encino en el sureste de Coahuila.

| Diámetro basal (cm) | Altura (cm) | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 |
| 20 | 48 | 54 | 59 | 64 | 69 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 |
| 25 | 72 | 80 | 88 | 96 | 104 | 112 | 120 | 127 | 135 | 142 | 150 | 157 | 165 | 172 | 180 |
| 30 | 100 | 111 | 123 | 134 | 145 | 155 | 166 | 177 | 187 | 198 | 208 | 219 | 229 | 240 | 250 |
| 35 | 132 | 147 | 162 | 177 | 191 | 205 | 219 | 234 | 248 | 262 | 275 | 289 | 303 | 319 | 330 |
| 40 | 169 | 187 | 206 | 225 | 243 | 261 | 279 | 299 | 315 | 333 | 350 | 368 | 385 | 403 | 420 |
| 45 | 208 | 232 | 255 | 278 | 301 | 323 | 346 | 368 | 390 | 412 | 434 | 455 | 477 | 498 | 520 |
| 50 | 252 | 280 | 308 | 336 | 364 | 391 | 418 | 445 | 471 | 498 | 524 | 551 | 577 | 603 | 629 |
| 55 | 299 | 333 | 366 | 399 | 432 | 464 | 496 | 528 | 560 | 592 | 623 | 654 | 685 | 716 | 747 |
| 60 | 350 | 390 | 429 | 467 | 505 | 543 | 581 | 618 | 655 | 692 | 729 | 765 | 802 | 838 | 874 |
| 65 | 405 | 450 | 495 | 540 | 584 | 628 | 671 | 714 | 757 | 800 | 842 | 884 | 926 | 968 | 1010 |
| 70 | 463 | 515 | 566 | 617 | 668 | 718 | 767 | 817 | 866 | 914 | 963 | 1011 | 1059 | 1107 | 1154 |
| 75 | 524 | 583 | 641 | 699 | 756 | 813 | 869 | 925 | 981 | 1036 | 1091 | 1145 | 1199 | 1254 | 1307 |
| 80 | 589 | 655 | 721 | 786 | 850 | 913 | 977 | 1039 | 1102 | 1164 | 1225 | 1287 | 1348 | 1408 | 1469 |
| 85 | 657 | 731 | 804 | 876 | 948 | 1019 | 1090 | 1160 | 1229 | 1298 | 1367 | 1436 | 1504 | 1571 | 1639 |
| 90 | 729 | 811 | 892 | 972 | 1051 | 1130 | 1208 | 1286 | 1363 | 1440 | 1516 | 1592 | 1667 | 1742 | 1817 |
| 95 | 804 | 894 | 983 | 1071 | 1159 | 1246 | 1332 | 1418 | 1503 | 1587 | 1671 | 1755 | 1838 | 1921 | 2003 |
| 100 | 882 | 981 | 1078 | 1175 | 1271 | 1367 | 1461 | 1555 | 1649 | 1741 | 1834 | 1925 | 2017 | 2107 | 2108 |

Cuadro 9. Tabla de producción para estimar el peso (g) de hojas de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) en el bosque de encino en el sureste de Coahuila.

| Diámetro basal (cm) | Altura (cm) | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 |
| 20 | 121 | 132 | 143 | 154 | 164 | 175 | 185 | 194 | 204 | 214 | 223 | 232 | 241 | 250 | 259 |
| 25 | 170 | 185 | 200 | 215 | 230 | 244 | 258 | 272 | 285 | 299 | 312 | 325 | 337 | 350 | 362 |
| 30 | 223 | 244 | 264 | 283 | 302 | 321 | 339 | 357 | 375 | 392 | 410 | 427 | 443 | 460 | 476 |
| 35 | 281 | 307 | 332 | 357 | 381 | 404 | 428 | 250 | 473 | 495 | 516 | 538 | 559 | 580 | 600 |
| 40 | 343 | 375 | 406 | 436 | 465 | 494 | 523 | 550 | 578 | 604 | 630 | 657 | 683 | 708 | 734 |
| 45 | 410 | 448 | 484 | 520 | 555 | 590 | 624 | 657 | 689 | 721 | 753 | 784 | 815 | 845 | 875 |
| 50 | 480 | 524 | 567 | 609 | 651 | 691 | 730 | 769 | 807 | 845 | 882 | 919 | 955 | 990 | 1025 |
| 55 | 554 | 605 | 655 | 703 | 755 | 797 | 843 | 888 | 932 | 975 | 1018 | 1060 | 1101 | 1143 | 1183 |
| 60 | 631 | 689 | 746 | 801 | 855 | 908 | 960 | 1011 | 1062 | 1111 | 1160 | 1208 | 1255 | 1302 | 1348 |
| 65 | 712 | 777 | 841 | 904 | 865 | 1024 | 1083 | 1141 | 1197 | 1253 | 1308 | 1362 | 1415 | 1468 | 1520 |
| 70 | 795 | 869 | 940 | 1010 | 1078 | 1145 | 1210 | 1275 | 1338 | 1400 | 1462 | 1522 | 1582 | 1641 | 1699 |
| 75 | 882 | 964 | 1043 | 1120 | 1196 | 1270 | 1343 | 1414 | 1484 | 1553 | 1621 | 1688 | 1755 | 1820 | 1885 |
| 80 | 972 | 1062 | 1149 | 1234 | 1317 | 1399 | 1476 | 1558 | 1635 | 1711 | 1786 | 1860 | 1933 | 2005 | 2077 |
| 85 | 1064 | 1163 | 1258 | 1354 | 1443 | 1532 | 1620 | 1706 | 1791 | 1874 | 1956 | 2037 | 2117 | 2196 | 2274 |
| 90 | 1160 | 1267 | 1371 | 1473 | 1572 | 1670 | 1765 | 1859 | 1951 | 2042 | 2132 | 2220 | 2307 | 2393 | 2478 |
| 95 | 1258 | 1374 | 1487 | 1597 | 1705 | 1811 | 1914 | 2016 | 2116 | 2215 | 2312 | 2408 | 2502 | 2595 | 2688 |
| 100 | 1358 | 1484 | 1606 | 1725 | 1842 | 1956 | 2068 | 2178 | 2286 | 2392 | 2497 | 2600 | 2702 | 2803 | 2903 |

CONCLUSIONES

La tarifa de producción deberá aplicarse cuando existan todos los tipos de vegetación donde se distribuye la especie y se desee hacer el inventario de existencias a nivel biomasa de hojas de cortadillo. Cuando en un ejido o predio particular se observe solamente algún(os) tipo(s) de vegetación, se recomienda el empleo de la(s) tabla(s) de producción correspondiente.

Para el empleo de las tablas de producción, las variables a medir en campo son: diámetro, promedio basal y la altura de la planta, las cuales se localizan en la tabla correspondiente al tipo de vegetación y se ubica el peso estimado de las hojas de cortadillo.

El uso de la tarifa o tablas de producción facilita y disminuye el trabajo de campo, lo cual repercute en menor costo de los inventarios de este recurso forestal no maderable.

Para el uso de las tablas de producción en otras regiones, deberán realizarse ajustes al modelo predictor o a las tablas regionales.

REFERENCIAS

- Castillo Q., D. 1994. Determinación del turno de aprovechamiento de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.). In: Memoria de Primer simposio internacional sobre Agavaceas. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. México. pp. 51.
- Castillo Q., D. 1995. Establecimiento de plantaciones de cortadillo en la región ixtlera del sur del municipio de Saltillo, Coah. In: Memoria del Taller de Identificación de Proyectos Productivos para el Programa de Desarrollo Regional Sustentable de las zonas ixtleras y candelilleras. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. pp. 153 .
- Castillo Q., D. y J. T. Sáenz R. 1993. Aspectos ecológicos del cortadillo *Nolina* sp. en el sur de Saltillo, General Cepeda y Parras de la Fuente, Coahuila. INIFAP-CIRNE Campo Experimental La Saucedá. Folleto Técnico No. 4. Saltillo, Coah., México. 17 p.
- Castillo Q., D., O. U. Martínez B., A. Cano P. y C. A. Berlanga R. 2004. *Nolina cespitifera* Trel. recurso forestal no maderable de importancia económica en el estado de Coahuila. In: Memorias del IV Simposio Internacional sobre Agavaceae y Nolinaceae. Los agaves de importancia económica en México. pp. 43.

- Castillo Q., D. y J. T. Sáenz R. 2005. Tarifa de rendimiento de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) para el sureste de Coahuila. Campo Experimental Saltillo, INIFAP-CIRNE. Folleto Técnico Núm. 19. Saltillo, Coah., México. 23 p.
- Castillo Q., D., J. T. Sáenz R. y E. E. Villavicencio G. 2004. Análisis dimensional de cortadillo (*Nolina cespitifera* Trel.) para el estado de Coahuila. *In: Memorias del IV Simposio Internacional sobre Agavaceae y Nolinaceae. Los agaves de importancia económica en México.* pp. 43.
- Draper, N. R. and H. Smith. 1966. Applied regression analysis. John Wiley & Sons, Inc. New York, NY. USA. 407 p.
- García, M. A. y R. Galván V. 1995. Riquezas de las familias Agavaceae y Nolinaceae en México. Bol. Soc. Bot. Méx. 56: 7-24.
- Manzanilla, H., L. Vázquez G., D. A Moreno G., E. Talavera Z., J. Espinosa A., J. G. Flores G., A. Rueda S., J. D Benavides S., J. Villa C., M. Martínez, D., J. A Eguiarte V., Y. Chávez, H., C. Orduña T., J. T Sáenz R., L. Madrigal H. y A Gómez Tagle R. 1997. Sistema de Manejo Integrado de los Recursos Forestales SIMANIN. Libro Técnico Núm. 1. Campo Experimental Colomos, INIFAP-CIRPAC. Guadalajara, Jal. México. pp. 98-105.
- Pinkava, D. J. and J. A. Villarreal Q. 2003. Cuatrociénegas Región México. *In: Centers of plants Diversity The Americas. Middle America Caribbean Islands* <http://www.nmnh.si.edu/botany/projects/cpd/ma/ma10.htm> (27 de septiembre de 2006).
- Sáenz, J. T. y D. Castillo Q. 1992. Guía para la evaluación del cortadillo en el Estado de Coahuila. Folleto Técnico No. 3. Campo Experimental La Sauceda, INIFAP-CIRNE. Saltillo, Coah., México. 13 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) 2003. Aprovechamientos forestales. Unidad de Administración y Aprovechamientos de Recursos Naturales. Subdelegación de Gestión para la Protección Ambiental, Delegación Coahuila. Saltillo, Coah., México. http://www.semarnat.gob.mx/estado/nuevoleon/Documents/Aprovechamientos/Forestales/Avisos_no_maderables_vigentes_a_diciembre_de_2006.xls (26 de septiembre de 2006).
- Talavera Z., E. y J. T Sáenz, R. 2003. Tabla de volumen de *Pinus pseudostrobus* para la región oriente de Michoacán. Folleto Técnico No. 3. Campo Experimental Morelia, INIFAP-CIRPAC. Morelia, Mich., México. 15 p.
- Villarreal Q., J. A. 2001. Listados Florísticos de México. XIII Flora de Coahuila. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. México. 138 p.