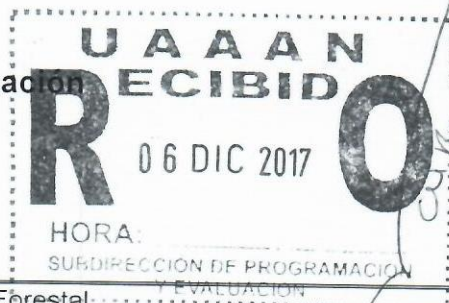




Dirección de Investigación

Subdirección de Programación y Evaluación



Proyecto de Investigación 2018

Unidad:	Saltillo	División:	Agronomía	Departamento:	Forestal
Tema estratégico (ANA/PEP):	6.2. Productos forestales no maderables (Programa Nacional de Investigación y Desarrollo tecnológico Forestal (2014-2025))				
Línea de investigación:	Silvicultura-Manejo forestal				
Título del proyecto:	Modelos biométricos para determinar el rendimiento de los productos forestales no maderables en el Norte de México				
Presupuesto solicitado (Máximo \$75,000)	\$32,000	El proyecto es:	Nuevo	Continuación	x
Tipo de investigación:	Básica	x	Aplicada	Tecnológica	e-mail del responsable
Vinculación:	Si	No	Fondos concurrentes:	hdgonzalezl@gmail.com	
Cooperante(s):					
Entidad (es):	Zacatecas	Municipio (s):	Melchor Ocampo y Mazapil, Zac.		
Localidades:	Santa Elena El rodeo; San jerónimo del Municipio de Melchor Ocampo.				
A realizar durante el(los) año(s):	2018-2019				

Participantes		Adscripción (Clave Depto.)	Expediente No.	Firma
Responsable	M C. Héctor Darío González López	0207	3986	
Colaborador:	M C. José Aniceto Díaz Balderas	0207	3860	
Colaborador:	Dr. Jorge Méndez González	0207	3771	
Colaborador:	Dr. Dino Ulises González Uribe	0901	3170	
Colaborador:	M.C. Salvador Valencia Manzo	0207	3080	
Colaborador:				
		Grado por obtener	Matrícula	Firma
Tesista:	Lorenzo A. Montalvo Ancelmo	Licenciatura	41136888	
Programa Docente:	Carrera de Ingeniero Forestal			
Tesista:	Adrián Rodríguez Moctezuma	Licenciatura	41136425	
Programa Docente:	Carrera de Ingeniero Forestal			

Vo. Bo.		Autoriza	
Firma y sello			
Nombre	M.C. Salvador Valencia Manzo Jefe de Departamento		Dr. Armando Robledo Olivo Subdirector de Programación y Evaluación

- Cada Jefe de Departamento deberá dejar copia en su archivo

1.-Título del proyecto

Presupuesto solicitado:

Modelos biométricos para determinar el rendimiento de los productos forestales no maderables en el Norte de México	\$ 32,000
--	-----------

2.- Introducción

Cuando se habla de bosques o selvas desde un punto de vista comercial se tiende a incluir sólo a los árboles y la madera que se extrae de ellos, omitiendo a la mayoría de las especies de los estratos arbustivos y herbáceos con significado cultural e importancia ecológica. Estas especies se les conocen como recursos forestales no maderables (RFNM), todo producto tangible diferente a la madera en pie, en rollo, leña y carbón vegetal derivados de bosques o de cualquier superficie de tierra bajo uso similar; así como los servicios ambientales brindados por los ecosistemas. Existe una gran variedad de productos y servicios forestales no madereros que difieren en cuanto a su origen, naturaleza y características. Su conservación y manejo, por una parte, y sus roles socioeconómicos, utilización y comercio. Desde tiempos inmemoriales, estos productos y servicios han contribuido enormemente al bienestar y al progreso de la humanidad. (FAO, 1995).

En las zonas áridas del norte de México, la ganadería, la agricultura con cultivos tradicionales se dificulta por la baja precipitación y las altas temperaturas, también por la falta de fuentes de empleo en la región, por lo que los habitantes hacen uso de especies nativas como una alternativa para obtener recursos económicos para el sustento de la familia. Los habitantes de las zonas semidesérticas del norte de México dependen de la producción de productos no maderables, siendo importante en su economía y en algunos casos es su único modo de subsistencia (Canales et al., 2006). Algunos productos no maderables como la Orégano (*Lippia* spp.), Candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*), Lechuguilla (*Agave lechuguilla*), Gobernadora (*Larrea tridentata*), Sangre de drago (*Jatropha dioica*), Sotol (*Dasyilirion cedrosanum*) y otros productos no maderables de importancia regional.

De las plantas mencionadas anteriormente se pueden obtener los siguientes productos:

La cera natural que se extrae de la candelilla es utilizada para la fabricación de cosméticos, las ramas y hojas de la gobernadora contienen grandes cantidades de proteínas y otros nutrientes, por lo cual esta especie es apreciada en la fabricación de productos farmacéuticos, producción de ixtle a partir de la fibra de *Agave lechuguilla* para la elaboración de diversos utensilios; la hoja seca de orégano que se comercializa en el mercado nacional se destina a la elaboración de productos alimenticios también se realiza la elaboración de una bebida llamada sotol.

Esta situación genera la necesidad de establecer planes de manejo de los recursos naturales bajo un esquema sustentable, para ello, es necesario conocer las existencias reales con las que cuenta nuestro país. Las dificultades de hacer evaluaciones directas de la producción de plantas en pie, dan lugar a desarrollar metodologías para predecir, por medio de mediciones simples y directas, la producción que sustentan los árboles o arbustos de una determinada especie o rodal (Caballero,

1972).

Objetivos

Ajustar y validar modelos biométricos para la construcción de tablas de producción de especies de importancia económica en el Norte de México.

Hipótesis

Los modelos biométricos utilizados para estimar biomasa permiten construir tablas de producción.

3.-Revisión de Literatura

La principal razón de la riqueza florística de México obedece por lo general a varios factores; a la altitud, al clima, a la orografía y a la edafología (Rzedowski, 1981; Villarreal, 2006). Y aunque las combinaciones entre fisonomía y composición dan por resultados una amplia gama de tipos de vegetación (Villarreal, 2006). Uno de ellos es el matorral xerófilo ocupando aproximadamente el 40% de la superficie del país y por consiguiente es el más vasto de todos lo tipo de vegetación de México. (Rzedowski, 1981).

La importancia de las zonas áridas y semiáridas para el desarrollo agropecuario forestal del país, es señalar los recursos vegetales que puede ser aprovechados, y así buscar soluciones para mejorar los niveles del vida del sector rural (Molina, 1983). El habitante de las zonas áridas ha logrado subsistir bajo las condiciones más drásticas que ofrece la tierra (Velazco, 1991).

Para el caso de tipos de vegetación de Matorral pocos son los estudios para estimar biomasa. La mayoría de los estudios están dirigidos a productos de alta demanda principalmente madera, leña y carbón, y en menor medida en forraje y frutos principalmente para la vida silvestre (Manzano *et al* 2009).

Existen dos métodos comúnmente usados para estimar la biomasa: el método directo y el indirecto. Dentro del primero está el destructivo, que consiste en cortar el árbol y determinar la biomasa pesando directamente cada componente (Klinge y Herrera 1983, Araujo *et al.* 1999). Dentro de los indirectos se utilizan métodos de cubicación del árbol donde se suman los volúmenes de madera, se toman muestras de ésta y se pesan en el laboratorio para calcular los factores de conversión de volumen a peso seco, es decir, la gravedad o densidad específica (Segura 1997).

Las estimaciones indirectas de la biomasa consisten en hallar correlaciones entre la biomasa y alguna variable de fácil y precisa medición. La relación se expresa por medio de una ecuación de predicción o gráficos de correlación. Entre las variables que pueden tener buena relación con la biomasa figuran las altura, cobertura, diámetro, número de individuos, área foliar, etc. La venta de los métodos indirectos es que son rápidos y no destruyen la vegetación (Montani *et al.*, 2004).

Otra forma de estimar la biomasa y carbono capturado o almacenado es mediante ecuaciones alométrica o modelos biométricos basados en análisis de regresión, que utilizan variables colectadas en el campo tales como el diámetro a la altura del pecho (d), la altura comercial (hc) y total (ht), el crecimiento dimétrico, el área basal y la densidad específica de la madera (Jordan y Uhl 1978, Saldarriaga et al. 1988, Brown 1997, Araujo et al. 1999, Francis 2000).

La estimación directa de la biomasa consiste en cosechar el material vegetal dentro de unidades muestrales y separar las partes correspondientes a cada categoría. Luego se secan a peso constante en estufa y se pesa. Se obtiene así el peso seco por categoría, que expresado por unidad de área, de la biomasa (Montani et al., 2004).

La importancia de la tabla de rendimiento reside en la agilización del trabajo en tiempo y costos, debido a que solo necesitan hacer mediciones rápidas en el arbolado (Lema, 1979). Las tablas de rendimientos son expresiones de tabulación de dimensiones morfométricas que son difíciles de medir, como son volumen de árboles o plantas, expresadas en un modelo de variables fáciles de medir como es el diámetro fustal, diámetro de copa y altura total. (Romahn et al., 1994). Los cuadros o tablas de rendimiento son las formas más utilizadas para resolver el problema anterior, por ser una forma tabulada en donde se expresa la producción promedio de plantas de diversos tamaños y especies, en función de una o más de sus dimensiones, normalmente son el diámetro y la altura. (Romahn et al., 1994).

Para que exista el manejo integral sustentable, es necesario contar con métodos no destructivos para estimar el rendimiento de biomasa, de plantas en pie, y contribuir al desarrollo económico de las comunidades de que se encuentran en la zona árida de México. Para ello se establecen los objetivos siguientes:

4.- Procedimiento Experimental

Medición de variables por métodos no destructivos

En cada localidad de muestreo se efectuara un reconocimiento sobre los estratos presentes y las especies que los integran (Méndez et al., 2006). Posteriormente se realizará la identificación de las especies dominantes de las cuales se medirán sus principales atributos.

Los hábitos de crecimiento de las especies forman arbustos y árboles de poca altura, muchas veces ramificados desde la base, o bien a muy poca altura del nivel suelo, lo anterior y la necesidad de realizar un muestreo no destructivo, determinó la utilización de la metodología conocida como análisis dimensionales o también conocida como muestreos tipo Gentry (Becerril et al, 2006) para obtener una estimación de la biomasa individual por especie.

La metodología consiste en tomar medidas dasométricas fáciles de obtener en campo a cada uno de los individuos seleccionados en la muestra, como son el diámetro a la base, la altura y el diámetro de copa y posteriormente ubicarlo en pie, es decir medir el diámetro menor y mayor de segmentos de su fuste y ramas, que estuviesen más o menos rectos, y en una longitud variable determinada a que estuviera libre de bifurcaciones o bien, de quiebres en su dirección.

Medición de variables por métodos destructivos

En los mismos sitios medidos por métodos no destructivos, se seleccionaran individuos que muestren el rango de variación observado en las variables dasométricas de cada sitio de muestreo, estos deberán estar libres de plagas y enfermedades y deberán mostrar dominancia.

Variables a evaluar

- 1.- Distancia punto-planta. Esta deberá ser medida a partir del punto central al centro de la copa o centro del tallo o del cuello radicular y no del margen del individuo.
- 2.- Altura. La altura media (cm) se obtuvo colocando el metro de forma vertical en el centro de la planta y tomando como referencia la altura media que presentaba la mayoría de los tallos.
- 3.- El diámetro mayor (cm). Se obtuvo sobreponiendo el flexómetro en la parte más ancha de la cobertura de la planta
- 4.- El diámetro menor (cm). Se midió sobreponiendo el flexómetro en la parte más angosta de la planta.
- 5.- Peso verde (grs). La biomasa se obtuvo una vez tomados los datos descritos anteriormente se procedió a extraer en su totalidad la planta de candelilla (incluyendo la raíz), se sacudió cada muestra con la finalidad de disminuir las impurezas. Se realizaron manojos de cada ejemplar colectado que fueron atadas con cintas y etiquetadas previos a transportar a las pilas, donde se pesaron las muestras empleando la báscula electrónica.

En base a la medición de las variables antes mencionadas, se calculara la variable independiente; en la cual, se asume la forma de la planta, es similar a la forma de un cuerpo geométrico.

Volumen de un cilindro elíptico recto con diámetro mayor y diámetro menor por la altura media de la planta, el cual se obtiene mediante la siguiente fórmula.

$$V.C.E.R. = \frac{n a b h}{4} =$$

Dónde:

V.C.E.R.= Volumen de un cilindro recto elíptico

$n = \pi (3.1416)$

a= Diámetro mayor

b= Diámetro menor

h= Altura media de la planta

Peso de componentes en estado verde

Los individuos seleccionados se derribarán, se medirán sus características dasométricas fáciles de obtener en campo a cada uno de los individuos seleccionados en la muestra, como son el diámetro a la base, la altura y el diámetro de copa, para el caso de especies que ramifiquen desde el suelo se medirán como individuos separados. Una vez derribados se separarán por componentes tronco, ramas, hojas y se pesarán en básculas.

Secado de componentes en laboratorio

Las muestras se secan hasta tener un peso constante en estufas.

Estimación de Biomasa

La estimación de biomasa se hará mediante ecuaciones y modelos de estimación, posterior a esto se transformarán a biomasa y consecuentemente a carbono almacenado por la vegetación.

Selección de modelos

Se probarán los modelos de mayor uso y probados en la literatura para varias especies cuyas ecuaciones relacionen características dasométricas de la vegetación de fácil medición, como es diámetro a la base y altura a 1.30 m., altura total, altura de fuste limpio, diámetro de copa principalmente, para estimar biomasa y carbono acumulado o almacenado.

Criterios de selección de modelos ajustados

Para seleccionar los modelos se tomarán en cuenta estadísticos de fácil interpretación. Para la selección de los modelos se tomarán en cuenta los estadísticos como R^2 , R^2 ajustado, Cuadrado Medio del Error (CME), Valor de F (F), Significancia del modelo ($P > F$) y la probabilidad de los parámetros.

Validación estadística

Se separarán al menos 25% de los datos observados y el resto se le hará el análisis estadístico con los dos mejores modelos, se calculará el error medio absoluto porcentual y la desviación global (Prodan *et al.*, 1997 y Machado *et al.*, 2003). Se utilizará la prueba Shapiro Wilk para conocer la normalidad de la frecuencia de los residuos y se realizará la prueba con Durbin Watson esta prueba permite evaluar si existe autocorrelación en una regresión simple o múltiple.

Tablas de producción

La tabla de producción se construirá considerando el mejor modelo predictor de biomasa de las características dasométricas de los rodales forestales. Las ecuaciones generadas se validarán estadísticamente en campo.

Cronograma de Actividades para el 2018.

Actividad a realizar	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Recorridos de campo y verificación			X	X								
Ubicación y delimitación sitios de muestreo				X	X							
Medición de variables en campo						X	X	X				
Medición de variables en laboratorio								X	X			
Análisis de resultados y ajuste de modelos estadísticos									X	X		
Interpretación de resultados										X	X	
Validación y Construcción de Tablas de biomasa y producción											X	

Duración total del proyecto

Año de Inicio	2018	Año estimado de conclusión	2018
---------------	------	----------------------------	------

5.-Productos Esperados

Obtener biomasa aérea de las plantas y tablas de rendimiento de orégano del genero lippia sp, así como modelos biométricos de biomasa y rendimiento.

6.-Literatura Citada

Andrade HJ, Muhammad I. 2003. ¿Cómo Monitorear el Secuestro de Carbono en los Sistemas Silvopastoriles. Agroforesteria en Las Americas Vol. 10 No. 39-40. pp 109-116.

Brown S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forest. A primer. Roma, Italia.

Canales, E., Canales V. y Zamarrón E. M. 2006. Candelilla, del desierto mexicano hacia el mundo. Biodiversitas 69: 15. 5 p.

Caballero D., M. 1972. Tablas y tarifas de volúmenes. (Análisis de algunas metodologías existentes y su aplicación a las condiciones de los bosques mexicanos). Folleto técnico No. 7. Dirección General del Inventario Nacional Forestal. México. D. F. 55 p.

CONAFOR. 2011. Plan Estratégico Forestal para México 2025. 191 p.

Courtland B, N. 1935. A general introduction to forestry in the United State. 2da. Ed. Johan Wiley y Sons Inc. Ney York (pp: 95 y 96).

Delgadillo RM, Quechulpa MS. 2006. Manual de monitoreo de carbono en sistemas agroforestales. CONAFOR-Ambio S.C De R.L. 35 p.

FAO. 1995. Memoria - Consulta de expertos sobre productos forestales no madereros para América Latina y el Caribe. (Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t2354s/t2354s00.HTM>)

Machado C., E.G., E. Pereira; I N.A. Rios. 2003. Tabla de volumen para Buchenavia Capitata,

- Manzano MG. 2009. VI Simposio Internacional de Pastizales. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Marroquín J, S., Borja, R. Velázquez, C. y J.A. de la Cruz C. 1964. Estudio ecológico y dasonómico de las zonas áridas del norte de México. Publicación especial No. 2. INIF. México.
- Montani T. y Busso C. 2004. Métodos de estudio de la vegetación. Ecología. Departamento de Agronomía. U.N.S.
- Molina, J. M. 1983. Recursos agrícolas de zonas áridas y semiáridas de México. Simposium. Centro de Genética. Colegio de posgrado, Chapingo, México.
- Méndez GJ, Santos MA, Nájera LJA y González OV. 2006. Modelos para estimar volumen y biomasa de árboles individuales de *Prosopis glandulosa*, var. *Torreyana* en el ejido Jesús González Ortega No. 1 Mpio de Mexicali, B.C. Recursos Forestales-Agrofaz Vo. 6 Num. 2. pp 225-239.
- Prodan M; R.Peters., F.Cox., I P. Real. 1997. Mensura Forestal. Serie de investigación y educación en desarrollo sostenible San José Costa Rica. IICA/GTZ. 561 p.
- Rzedowski J. 1981. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F., (PP: 327 – 241)
- SEMARNAT (sin fecha). Sistema nacional de la información forestal. *Euphorbia antispyllitica* Zucc. Disponible en: [file:///C:/Users/aQ/Downloads/EuphorbiaAntisyphiliticazucc.%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/aQ/Downloads/EuphorbiaAntisyphiliticazucc.%20(1).pdf)
- Romahn V., C. F.; H. Ramírez M. y J. L. Trevino G. 1994. Dendrometria. UACH. Chapingo, Edo. de Mexico. D.F. 354 p.
- Schelegel BJ, Gayoso J, y Guerra J. 2011. Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial. Universidad Austral de Chile.. Proyecto FONDEF D9811076. 15 p.
- Tapia., E. del C., y R. Reyes C. 2008. Productos forestales no maderables en México: aspectos económicos para el desarrollo sustentable. Instituto de ecología A.C. México 19 p.
- Velazco M, H. 1991. Las Zonas Áridas y Semiáridas. Sus características y manejo. Editorial Limusa. México, D.F.
- Villarreal Q, J.A. 2006. Introducción a la Botánica Forestal. Editorial Trillas. 3era ed. México, (pp: 101 y 102).

Zarate L. A. 2012. 5°.informe de monitoreo y vigilancia ambiental proyecto regional cuenca de sabinas área piedras negras 2007 – 2027. PEMEX-UAAAN.