

Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio en San Luis Potosí, México

EDUARDO ALANÍS RODRÍGUEZ*, RAFAEL ARANDA RAMOS, JOSÉ M. MATA BALDERAS***, PAMELA A. CANIZALES VELÁZQUEZ*, JAVIER JIMÉNEZ PÉREZ*, JOSÉ I. UVALLE SAUCEDA***, ALEJANDRO VALDECANTOS DEMA***, MILTON G. RUIZ BAUTISTA****

En México, la selva baja caducifolia, también llamada bosque tropical caducifolio (BTC),^{1,2} se distribuía principalmente a lo largo de la vertiente del Pacífico y de manera discontinua hacia la región central del país y la vertiente del Golfo de México, y cubría 17% del territorio nacional.² En la actualidad, se estima que sólo 3.7% de ese territorio permanece sin alteración notoria.³ El BTC se caracteriza por albergar una gran cantidad de especies de flora y de fauna silvestre,⁴ y se cataloga como el más amenazado de los bosques tropicales del mundo.⁵ Actualmente, existe abundante bibliografía sobre la caracterización estructural del BTC poco alterado,⁶⁻¹⁰ pero escasa información sobre los ecosistemas con historial de uso antrópico. Por lo anterior, urge caracterizar la riqueza, diversidad, composición y estructura de las especies leñosas que se desarrollan en comunidades de BTC alteradas.^{11,12} La información generada constituye una condición inicial para generar e implementar programas de manejo sustentable o restauración ecológica.^{13,14}

En este sentido, el presente estudio evaluó dos áreas diferentes de BTC con historial de uso antrópico: una ubicada en zona de lomerío y la otra en un valle de la región de Tamuín, San Luis Potosí, México. Los objetivos de la investigación fueron: 1) estimar la riqueza de especies vegetales establecidas con un diámetro ≥ 1 cm en las dos áreas, 2) evaluar los indicadores ecológicos de abundancia (A_r), dominancia (D_r), frecuencia (F_r), e índice de valor de importancia (IVI), 3) cuantificar la riqueza mediante el índice de Margalef, y la diversidad mediante el índice de Shannon, 4) evaluar si hay diferencias en términos de diversidad-abundancia entre ambas áreas. La hipótesis establecida es que el área de valle presentará mayor diversidad-abundancia que el área de loma, debido a que presenta mejores condiciones edáficas y de humedad.

*Facultad de Ciencias Forestales, UANL.

**Sistemas de Innovación y Desarrollo Ambiental, S. C.

***Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo.

Material y métodos

El estudio se desarrolló en dos áreas del municipio de Tamuín, San Luis Potosí, México (figura 1): una ubicada en la zona de serranía o lomerío en la Provincia Llanura Costera del Golfo Norte, con pendientes promedio de 20%, y otra en una zona de valle en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Oriental, con pendientes menores a 10%. El clima presente, de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por García para la república mexicana,¹⁵ corresponde a la clave A(w₁) del tipo cálido subhúmedo, con lluvias en verano; la temperatura promedio anual es de 25.8°C, y presenta una precipitación pluvial de 882 mm anuales.¹⁶ La zona de lomerío muestra suelos someros de tipo litosol, rendzina y regosol calcárico en la exposición poniente sin presentar horizontes desde el punto de vista morfológico, mientras que la zona de valle presenta suelos de tipo rendzina y vertisol pélico de mayor profundidad con diferenciación de horizontes A y B.¹⁶ Ambas áreas presentan vegetación del BTC con historial de uso ganadero extensivo, con extracción selectiva de algunos componentes leñosos.

En octubre de 2008, poco después de un evento de precipitación pluvial, se evaluó la comunidad leñosa. Dada la alta densidad de individuos, se establecieron sitios de muestreo de 25 m² (5

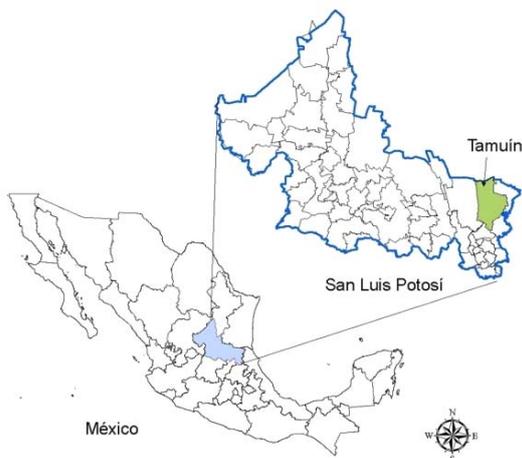


Fig. 1. Ubicación del área de estudio.

m x 5 m), con una equidistancia de 20 m.¹⁷ En los sitios de muestreo se obtuvieron los parámetros dasométricos de altura total (h) y diámetro ($d_{0.30}$) de las especies con un diámetro ≥ 1 cm. El diámetro se midió a 0,30 m sobre la base del suelo, debido a las bifurcaciones que presentaron los individuos a mayor altura, por lo que resulta más práctico y económico realizar una sola medición.¹⁸ Posteriormente, se elaboró una curva especie-área para cada zona evaluada, con la finalidad de estimar el número mínimo de sitios necesarios para obtener información representativa de la riqueza de especies.¹⁹ Se realizaron 17 sitios de muestreo para cada área (34 en total).

Variables ecológicas y análisis estadístico

Para evaluar el significado de las especies se utilizó la estimación de los indicadores ecológicos relativos de abundancia (A_i), dominancia (D_i), frecuencia (F_i) e índice de valor de importancia (IVI), con base en la metodología de Mueller y Ellenberg.²⁰ Para la estimación de la abundancia relativa, se empleó la siguiente ecuación matemática:

$$A_i = \frac{N_i}{S} \quad [1]$$

$$AR_i = \left(\frac{A_i}{\sum A_i} \right) * 100 \quad [2]$$

$i = 1 \dots n$

Donde AR_i es la abundancia relativa de la especie i , con respecto a la abundancia total; N_i es el número de individuos de la especie i , y S la superficie (ha). Para estimar la dominancia relativa (DR_i) se empleó:

$$D_i = \frac{Ab_i}{S(ha)} \quad [3]$$

$$DR_i = \left(\frac{D_i}{\sum D_i} \right) * 100 \quad [4]$$

$$i = 1 \dots n$$

Donde DR_i es la dominancia relativa de la especie i , con respecto a la dominancia total; Ab_i el área basal de especie i , y S la superficie. La frecuencia relativa (FR_i) se obtiene con la siguiente ecuación:

$$F_i = \frac{P_i}{NS} \quad [5]$$

$$FR_i = \left(\frac{F_i}{\sum F_i} \right) * 100 \quad [6]$$

$$i = 1 \dots n$$

Donde FR_i es la frecuencia relativa de la especie i , con respecto a la frecuencia total; P_i la frecuencia de la especie i en los sitios de muestreo, y NS el número total de sitios de muestreo. El índice de valor de importancia (IVI) se define como:

$$IVI = AR_i + DR_i + FR_i \quad [7]$$

Donde AR_i es la abundancia relativa; DR_i es la dominancia relativa, y FR_i la frecuencia relativa.

Para la estimación de la diversidad α , se utilizó el índice de riqueza de Margalef²¹ [8], y el índice de diversidad de Shannon²² [9].

$$D_a = \frac{(s-1)}{\ln(N)} \quad [8]$$

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i * \ln(p_i) \quad [9]$$

Donde S es el número de especies presentes; \ln es logaritmo natural, y p_i es la proporción de las especies $p_i = n_i/N$; n_i es el número de individuos de la especie i , y N es el número total de individuos.

Para evaluar si hay diferencias significativas en la diversidad-abundancia entre los sitios muestreados, se calculó la t de Hutcheson²³, dada

por la ecuación [10], y con los grados de libertad estimados por la ecuación [11].

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{(\text{Var}H'_1 + \text{Var}H'_2)^{1/2}} \quad [10]$$

$$df = \frac{(\text{Var}H'_1 + \text{Var}H'_2)^2}{\left[\frac{(\text{Var}H'_1)^2}{N_1} \right] + \left[\frac{(\text{Var}H'_2)^2}{N_2} \right]} \quad [11]$$

Donde: H_i = índice de Shannon del área i ; $\text{Var} H_i$ = varianza del índice de Shannon del área i ; N_i = número total de individuos en i -ésima área.

La varianza se estimó a partir de la ecuación [12]

$$\text{Var}H' = \frac{\sum p_i (\ln p_i)^2 - (\sum p_i \ln p_i)^2}{N} - \frac{S-1}{2N^2} \quad [12]$$

Donde S = total de especies del área i ; p_i = proporción de la especie i en el área i .

La diferenciación en la composición específica entre las áreas (diversidad β) se evaluó mediante el coeficiente de similitud cuantitativo de Morisita-Horn (I_{MH}), el cual adquiere valores entre 0 (no similar) y 1 (completamente similar).^{24,25} Se expresa mediante la ecuación [13]:

$$I_{MH} = \frac{2 \sum_{i=1}^s (a_i * b_i)}{(da + db)aN * bN} \quad [13]$$

Donde: a_i = número de individuos de la i -ésima especie en el sitio A; b_j = número de individuos de la j -ésima especie en el sitio B; da y db se describen a continuación [14,15]:

$$da = \frac{\sum a_i^2}{aN^2} \quad db = \frac{\sum b_i^2}{bN^2} \quad [14,15]$$

Donde aN = número total de individuos en el sitio A, y bN = número total de individuos en el sitio B.

Resultados y discusión

Generales

De acuerdo a la información recabada, se registraron 14 órdenes, 18 familias, 27 géneros y 29 especies en su totalidad; con mención especial de la presencia de dos especies enlistadas en la NOM-059-Semarnat-2001 (protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo, y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo): *Dioon edule* (de la familia *Zamiaceae*) y *Beaucarnea inermis* (familia *Nolinaceae*) con estatus de amenazadas, ambas endémicas del país.²⁶ La familia más abundante fue *Fabaceae*, con nueve especies. Estos datos concuerdan con trabajos previos que señalan a *Fabaceae* como la familia más rica en especies^{9,10,27} en este ecosistema. Los géneros más abundantes fueron *Lysiloma* y *Pithecellobium*, con dos especies cada uno, resultados que coinciden con González (1983), citado por Cortés y Chuvieco (2005),²⁸ quien registró estos mismos géneros como los más abundante del BTC del estado de Durango.

Indicadores ecológicos

Las interacciones existentes entre las especies de la población forman una asociación interespecífica, cuyo grado se define por los parámetros abundancia, dominancia, frecuencia e índice de valor de importancia.¹⁷ En general, el BTC evaluado está constituido por especies generalistas de áreas abiertas, como *Bursera simaruba* y *Tabebuia rosea*, entre otras, lo cual se debe en parte a su alta capacidad de colonización de áreas degradadas. Otras especies, como *Guazuma ulmifolia*,²⁹ *Piscidia piscipula*³⁰ y la misma *Bursera simaruba*,³¹ también presentan esta característica, además de su dispersión activa por el ganado doméstico. Por otra parte, los productores locales tienen el hábito de mantener estas especies arbóreas en sus fincas para la provisión

de productos y servicios, como la obtención de leña para sus casas, forraje para el ganado en la época de sequía, fines maderables, y para establecer cercas vivas, como en el caso del género *Lysiloma*.³²

En la zona de valle se registraron diez órdenes, trece familias, 21 géneros y 23 especies (tabla I). El género con mayor peso ecológico fue *Lysiloma* (IVI=60.73%). Las cuatro especies más representativas fueron: *Piscidia piscipula* (IVI=45.87%), *Lysiloma divaricata* (IVI=39.98%), *Lysiloma acapulcensis* (IVI=20.74%) y *Bursera simaruba* (IVI=19.60%), sumaron entre éstas 126.20% del peso ecológico. Por otra parte, en la zona de loma se registraron trece órdenes, quince familias, 19 géneros y 19 especies. El género con mayor peso ecológico (IVI=31.48%) fue *Bursera*, uno de los arbóreos con mayor presencia del BTC en México.^{9,10} Tres de las cuatro especies más representativas de esta zona también coinciden como las más representativas de la zona de valle: *Bursera simaruba* (IVI=31.48%), *Tabebuia rosea* (IVI=29.75%), *Piscidia piscipula* (IVI=29.55) y *Lysiloma acapulcensis* (IVI=29.46%).

Diversidad alfa (α)

La riqueza específica ($S=29$) y número de familias registradas (18) en la presente investigación fueron menores a las registradas en otros estudios, ya que en la cuenca Balsas (México) se identificaron 82 especies y 24 familias;¹⁰ en la cuenca del río Balsas (México), 115 especies y 38 familias;³³ en la loma de los Colorados (Colombia), 120 especies y 41 familias;⁶ y en el Río Negro (Bolivia), 169 especies y 52 familias.⁶

La riqueza específica (S) de las áreas evaluadas fue diferente. El área de valle presentó 23 especies, mientras el área de loma, 19. De acuerdo a los resultados del índice de riqueza Margalef (D_a), las áreas presentan gran similitud, ya que para el área de valle se determinó un valor de 3.99, y para la loma, 3.91. Este patrón de semejanza se debe a que el índice toma en consideración sólo

dos componentes: el número de especies y el número total de individuos.

De acuerdo al índice de diversidad de Shannon (H'), el área de valle presentó un valor de 2.69, mientras el de loma, 2.58; indica que son ecosistemas de alta diversidad. El análisis estadístico mediante el método *t* de Hutcheson ($P \leq 0.05$) determinó que no hay diferencia significativa en la diversidad-abundancia del componente arbóreo en las áreas evaluadas ($t=1.36$; $g.l.=286$). Una explicación a lo anterior sería que el índice de Shannon toma en consideración dos variables: la riqueza de especies y la proporción de individuos de la especie i , con respecto al total de individuos (la abundancia relativa de la especie i), y que ambas áreas presentaron semejanza en la riqueza específica ($S_{\text{Valle}}=24$; $S_{\text{Loma}}=19$), teniendo las especies una abundancia relativa similar.

Diversidad beta (β)

Los resultados de la investigación mostraron una similitud baja ($I_{MH}=0.42$), debido a que las áreas sólo presentaron catorce especies en común de las 29 totales registradas, lo que indica un alto porcentaje de especies exclusivas que manifiestan fidelidad a las condiciones ecológicas y medioambientales específicas.

Conclusión

El BTC evaluado está constituido por especies generalistas de áreas abiertas, como *Bursera simaruba* y *Tabebuia rosea*, además de especies consumidas y dispersadas por el ganado doméstico, como *Guazuma ulmifolia* y *Piscidia piscipula*. Con base en los resultados obtenidos, se demostró que el BTC, con historial de ganadería extensiva con extracción selectiva de sus componentes leñosos, presenta menor riqueza específica ($S=29$) y diversidad de especies arbóreas que el BTC poco alterado. Con base en este estudio, se realizó un análisis de la riqueza, diversidad y estructura horizontal de la estructura vegetal alterada, que

servirá para futuros programas de conservación y restauración ecológica. La hipótesis planteada fue rechazada, ya que la diversidad α de las áreas evaluadas no mostró diferencias significativas en términos de diversidad-abundancia, con base en el método de *t* de Hutcheson ($P \leq 0.05$). Por lo tanto, las diferencias ambientales (profundidad de suelo, pedregosidad, exposición, etc.) no influyen en la diversidad de las especies leñosas, pero sí en su composición, ya que existen especies exclusivas que manifiestan fidelidad a las condiciones específicas del área ($I_{MH}=0.42$).

Resumen

La presente investigación caracteriza las especies leñosas de un bosque tropical caducifolio en la región de Tamaulipas, S.L.P., México. Se seleccionaron dos áreas con historial de uso antrópico: una de lomerío y otra de valle. Se registraron catorce órdenes, 18 familias, 27 géneros y 29 especies en total. Las familias más abundantes fueron *Fabaceae* y *Euphorbiaceae*. Las especies con mayor peso ecológico son generalistas de áreas abiertas como *Bursera simaruba* y *Tabebuia rosea*. Las áreas evaluadas no presentaron diferencias en términos de riqueza y diversidad-abundancia, pero sí en su composición ($I_{MH}=0.42$).

Palabras clave: Diversidad α y β , Composición florística, Riqueza, Tamaulipas.

Abstract

This research aims at characterizing the woody vegetation of a deciduous tropical forest in the Tamaulipas region, SLP, Mexico. We selected two areas with a common land use, one in slope (lomerío) and another in valley (valle). We recorded 14 orders of plants, 18 families, 27 genus and 29 species. The most abundant families were *Fabaceae* and *Euphorbiaceae*. The species with a higher ecological importance were generalistic typical of open areas like *Bursera simaruba* and

Tabebuia rosea. We did not find differences in species richness and diversity-abundance between the two environments, although they were different attending to species composition ($I_{MH}=0.42$).

Keywords: α and β diversity, Floristic composition, Richness, Tamuín.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración del Ing. Óscar Infante M., por sus observaciones y aportes al manuscrito; al Ing. Raúl Pulido P., a José C. Ambriz M., Edgar I. Aguirre C. y Enrique Gómez N., por su participación en las actividades de campo, a la Lic. Cecilia Dueñas G., por la elaboración del mapa de localización, y al Biól. Rubén Marroquín F., por su apoyo en la identificación de las especies vegetales. El CEAM está financiado por la Fundación Bancaja.

Referencias

- Miranda, F. y Hernández, E. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28:29-178.
- Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Limusa, México, D.F. 432 p.
- Trejo, I. y Dirzo, R. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. Biological Conservation 94:133-142.
- Hernández, G., L.R. Sánchez, F. Aragón. 2001. Tratamientos pregerminativos en cuatro especies arbóreas de uso forrajero de la selva baja caducifolia en la sierra de Manantlán. Foresta Veracruzana 3(1):9-15.
- Janzen, D. 1988. Tropical dry forest, the most endangered major tropical ecosystem. In: E.O. Wilson (Ed.). Biodiversity. Natural Academy Press Washington D. C. pp. 130-137.
- Phillips, O. y Miller, J.S. 2002. Global patterns of plant diversity: Alwyn H. Gentry's forest transect data set. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 89:1-319.
- Gilliespie, T.W. y Jafré, T. 2003. Tropical dry forest in New Caledonia. Biodiversity and Conservation 12: 1687-1697.
- Durán, E., Meave, J.A., Lott, E., Segura, G. 2006. Structure and tree diversity patterns at the landscape level in a Mexican tropical deciduous forest. Boletín de la Sociedad Botánica de México 79:43-60.
- Lott, E.J. y Atkinson, T.H. 2006. Mexican and Central American seasonally dry tropical forest: Chamela-Cuixmala, Jalisco, as a focal point for comparison. In Neotropical savannas and seasonally dry forests. Plant diversity, biogeography, and conservation. Taylor & Francis, Florida. P. 315-342.
- Pineda, F., Arredondo, L., Ibarra, G. 2007. Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio El Tarimo, Cuenca de Balsas, Guerrero. Revista Mexicana de Biodiversidad 78:129-139.
- Mizrahi, A., Ramos, J. M., Jiménez, J. 1998. Composition, structure, and management potential of secondary dry tropical vegetation in two abandoned henequen plantations of Yucatan, Mexico. Forest Ecology and Management 96(3):273-282.
- Kalacska, M., Sanchez, G.A., Rivard, B., Caelli, T., Peter, H., Calvo, J.C. 2007. Ecological fingerprinting of ecosystem succession: Estimating secondary tropical dry forest structure and diversity using imaging spectroscopy. Remote Sensing of Environment. 108(1):82-96.
- Jiménez, J., Alanís, E., Aguirre, O., Pando, M., González, M.A. 2009. Análisis sobre el efecto del uso del suelo en la diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco. Revista Madera y Bosques 15(3):5-20.
- Canizales, P. A., Alanís, G. J., Favela, S., Torres, M., Alanís, E., Jiménez, J., Padilla, H.

2010. Efecto de la actividad turística en la diversidad y estructura del bosque de galería en el noreste de México. *Revista CiEN-CiAUANL* 8(1):55-63.
15. García, E. 1988. Modificaciones al sistema Köppen-García (para adaptarlo a las condiciones de la república mexicana). Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F. 219 p.
 16. INEGI, 1985. Síntesis geográfica del estado de San Luis Potosí, México SSP. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
 17. Alanís E., Jiménez J., Aguirre O.A., Treviño E.J., Jurado E., González M.A.; 2008. Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. *Revista CiEN-CiAUANL* 11(1):56-62.
 18. Alanís, E., Jiménez, J., Espinoza, D., González, M., Jurado, E., Aguirre, O. 2008b. Monitoreo del estrato arbóreo en un área restaurada postincendio en el Parque Ecológico Chipinque. *Revista Chapingo, serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 14(2):113-118.
 19. Mostacedo, B. Fredericksen, T.S. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Bolfor; Santa Cruz, Bolivia, 87 p.
 20. Mueller-Dombois, D., Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley, New York, 547p.
 21. Clifford, H., Stephenson, W. 1975. An introduction to numerical classification, Academia Press, London.
 22. Shannon, C.E. 1948. A Mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal* (27):379-423.
 23. Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey. 179 p.
 24. Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Manual y tesis SEA. Editado por Cooperación Iberoamericana (CYTED), Unesco (Orcyt) y SEA. Vol. 1. Pachuca, Hidalgo, México, 83 p.
 25. Magurran, A. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Science Ltd. Blackwell Publishing Company. Oxford, UK. 256 pp.
 26. NOM-059-Semarnat-2001. Norma Oficial Mexicana-059-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-2001. México.
 27. Gallardo, J. A.; Meave, J. A.; Pérez, E. A. 2005. Estructura, composición y diversidad de la selva baja caducifolia del Cerro Verde, Nizanda (Oaxaca), México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 76:19-35.
 28. Cortés, A. y Chuvieco, E. 2005. Cartografía de tipos de combustible en una región de Durango, México, mediante imágenes de satélite. *GeoFocus* 5(5):129-155.
 29. Esquivel, H., M. Ibrahim, C.A Harvey, C. Villanueva, T. Benjamín & F. Sinclair. 2004. Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. *RAFA*. 10: 24-29.
 30. López, M.A., Rivera, J.A., Ortega, L., Escobedo, J.G., Magaña, M.A., Sanginés, J.R., Sierra, A.C. 2008. Contenido nutritivo y factores antinutricionales de plantas nativas forrajeras del norte de Quintana Roo. *Técnica Pecuaria de México* 46(2):205-215.
 31. Zamora, S., García, J., Bonilla, G., Aguilar, H., Harvey, C.A., Ibrahim, M. 2001. Uso de frutos y follaje arbóreo en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua. *Avances de investigación* 8(31):31-38.
 32. Sánchez, D., Harvey, C.A., Grijalva, A., Medina A., Vilchez, S., Hernández, B. 2005. Diversidad, composición y estructura de la vegetación en un agropaisaje ganadero en Matiguás, Nicaragua. *Revista de Biología Tropical* 53(3-4):387-414.
 33. Trejo, I. y Dirzo, R. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forest. *Biodiversity and Conservation* 11:2063-2084.

Recibido: 22 de noviembre de 2009

Aceptado: 24 de marzo de 2010

COLECCIÓN **POPULAR**

 FONDO
DE CULTURA
ECONÓMICA

GRANDES autores temas en formato pequeño



LIBRERÍA DEL FONDO FRAY SERVANDO TERESA DE MIER:

Av. San Pedro 222 Norte, colonia Miravalle C.P. 64660, Monterrey, Nuevo León (01-81) 8335 0319

www.fondodeculturaeconomica.com