



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES

FACTORES DE ÉXITO O FRACASO DE LOS PROYECTOS
MADERABLES FINANCIADOS POR EL PROGRAMA DE
DESARROLLO FORESTAL COMUNITARIO (PROCYMAF II)

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

PRESENTA:

HUMBERTO MARTÍNEZ BAUTISTA

Texcoco, Estado de México, a Abril de 2013



Tesis realizada por **Humberto Martínez Bautista** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES

DIRECTOR: _____

DR. FRANCISCO JOSÉ ZAMUDIO SÁNCHEZ

CODIRECTOR: _____

DR. HUGO RAMÍREZ MALDONADO

ASESOR: _____

M.C. MARIO FUENTES SALINAS

DEDICATORIA

A Iraís y Humberto.

A mis padres Filiberta y Humberto, mis hermanos: Elizabeth, Ramón, Sergio,
Baltazar, Juan Pablo, Bernardo y Bernabé.

A mis abuelos Juana Rosa y Juan Tomas, y en memoria de Carlos.

A la Sra. Teresa Becerril, sus hijos Uriel y Yéred, también al Sr. Pedro López.

Por último, a mi comunidad Chachatipa.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para realizar los estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma Chapingo, por todos las facilidades y oportunidades ofrecidas que me permitieron alcanzar este logro profesional.

Al grupo de informantes clave: José Galván Rivas, José de Jesús Valdez Rodríguez, Eduardo Giadans Delgado, Teodoro Morales Organista, Víctor Hugo Martínez Cintora, Ana Bertha Santoyo, Adolfo Chávez López, Raúl Silva Corona, Jesús Hernández Pérez, Blas Santiago Cruz, Bernabé del Ángel Santos y Raúl Pérez Palomeque.

Por las observaciones, revisiones y contribuciones a: Mario Aguilar Hernández, Ignacio A. González Hernández y Marly Cedillo Martínez. Por la elaboración de mapas cartográficos a Marco Andrade y Guillermo Muñoz, por último a Consuelo Acuayte Valdez por su apoyo con el summary.

DATOS BIOGRÁFICOS

Humberto Martínez, es originario de la comunidad indígena de Chachatipa, perteneciente al municipio de San Martín Chalchicuautla en la huasteca potosina. Los estudios de primaria y secundaria los realizó en la comunidad de Escuatitla, y los correspondientes al nivel medio superior en el colegio de bachilleres plantel No. 27 ubicado en la cabecera municipal. La licenciatura la realizó en la Universidad Autónoma Chapingo, egresó de la carrera de Licenciado en Estadística en el año 2006.

Una vez egresado se incorporó al equipo evaluador del Programa de Atención a Jornaleros Agrícolas (PAJA) de la Secretaria de Desarrollo social (SEDESOL), dentro del Departamento de Sociología Rural de la Universidad Autónoma Chapingo. En Marzo de 2007 fue contratado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) para administrar las bases de datos del Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (PROCyMAF II), en el año de 2010 formó parte de la Coordinación de Asesores de la Dirección General de la CONAFOR. Estudió el posgrado en la Universidad Autónoma Chapingo en el Programa de Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales de enero del 2011 a diciembre del 2012.

Factores de éxito o fracaso de los proyectos maderables financiados por el Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (PROCyMAF II).

Factors of success or failure of the timber-yielding projects funded by the Community Forest Development Program (PROCyMAF II).

Humberto **Martínez Bautista**¹ y Francisco José **Zamudio Sánchez**²

RESUMEN

La probabilidad de éxito o fracaso de los proyectos maderables desarrollados por ejidos y comunidades forestales depende de factores sociales, económicos y ambientales. Para conocer cómo influyen dichos aspectos, se realizó esta tesis con el objetivo de determinar los factores que condicionaron la probabilidad de éxito o fracaso de 96 proyectos maderables financiados por el PROCyMAF II, utilizando entrevistas estructuradas a informantes clave. Se midieron nueve variables explicativas (factores), el bloque social incluyó el capital social, indigenismo y tipo de propiedad; el económico incluyó la finalidad del proyecto, tipología de productor, funcionalidad de la Empresa Forestal Comunitaria (EFC) y el grado de avance del proyecto; y el ambiental incluyó la superficie forestal y la total. La variable respuesta fue la situación actual del proyecto (éxito o fracaso). Utilizando medidas de asociación, correlación y modelos de regresión logística se encontró que la probabilidad de éxito mejora en presencia de factores como: capital social alto, condición no indígena, proyectos para equipamiento de aserraderos, y alta relación de superficie forestal respecto de la total. Por el contrario, un nivel de capital social bajo o medio, condición indígena, proyectos para estufas de secado o fabricación de muebles, y baja relación de superficie forestal respecto de la total tipifican la probabilidad de fracaso. Se encontró que el capital social es el factor más importante para explicar tanto la probabilidad de éxito como la de fracaso. El nivel de capital social alto influyó en poco más de 43% a la probabilidad de éxito y, el capital social bajo y medio explican casi 55% de la probabilidad de fracaso.

Palabras clave: Capital Social, Empresa Forestal Comunitaria, Regresión Logística.

¹ Tesista

² Director

SUMMARY

The probability of success or failure of the timber-yielding projects developed by forest ejidos and communities depends on social, economic, and environmental factors. To learn the effects of these aspects, this thesis was carried out with the objective of determining factors that condition the probability of success or failure of 96 timber-yielding projects by the PROCyMAF II, using structured interviews with key informants. Nine explicative variables (factors) were measured. The social bloc included social capital, whether the community was indigenous and type of land ownership. The economic bloc included the purpose of the project, the producer typology, functionality of the Community Forest Enterprise (CFE) and the level of progress of project. The environmental bloc included the forest land area and total land area. The response variable was the current status of the project (success or failure). Using measures of association, correlation and logistic regression models found that the probability of success improved in the presence of factors such as high social capital, non-indigenous condition, projects for equipment of sawmills and high proportion of forest land area with respect to total. In contrast, a social capital level of low to medium, indigenous condition, projects for drying chambers or furniture, and low proportion of forest land area with respect to total land area typified probability of failure. It was found that social capital is the most important factor in explaining the probability of both success and failure. The high level of social capital contributed to a little more than 43% of the probability of success, and low and medium levels of social capital explained almost 55% of the probability of failure.

Keywords: Social Capital, Community Forest Enterprise, Logistic Regression.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ABREVIATURAS USADAS.....	xi
DEFINICIONES USADAS	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos Particulares	3
3. HIPÓTESIS	4
4. ANTECEDENTES	5
4.1. Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (PROCyMAF II).....	6
4.2. Silvicultura Comunitaria o Manejo Forestal Comunitario (MFC)	12
4.3. Capital Social.....	15
4.4. Empresas Forestales Comunitarias (EFC)	18
5. MATERIALES Y MÉTODOS	21
5.1. Materiales.....	21
5.2. Métodos	22
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
6.1. Descripción de la Población de Estudio	26
6.2. Análisis de Asociación y Correlación.....	33
6.2.1. Bloque Social.....	33
6.2.2. Bloque Económico.....	37

6.2.3. Bloque Ambiental.....	44
6.3. Regresión Logística Múltiple	46
6.3.1. Modelo Asociado a la Probabilidad de Éxito.....	49
6.3.2. Modelo Asociado a la Probabilidad de Fracaso	54
7. CONCLUSIONES.....	61
8. RECOMENDACIONES	63
9. LITERATURA CITADA	66
10. ANEXOS.....	72
10.1. Metadatos de la Información Integrada.....	72
10.2. Instrumento para el Levantamiento	73
10.3. Descripción de las Técnicas Utilizadas.....	75
10.3.1 Entrevista Estructurada o Dirigida a Informantes Clave	75
10.3.2. Medidas de Asociación y Correlación	75
10.3.3. Regresión Logística Múltiple.....	79

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Indicadores financieros de los proyectos maderables.....	10
Cuadro 2. Descripción de la tipología de productores de PROCyMAF II.....	11
Cuadro 3. Relación de informantes clave por Estado.....	23
Cuadro 4. Variables explicativas (factores).....	24
Cuadro 5. Codificación de la variable capital social.....	24
Cuadro 6. Proyectos maderables por año.....	26
Cuadro 7. Resultados de la prueba Ji-cuadrada o de Pearson.....	33
Cuadro 8. Tabla de contingencia para capital social, indigenismo y tipo de propiedad.....	33
Cuadro 9. Matriz tetracórica del bloque social.....	36
Cuadro 10. Tabla de contingencia para finalidad del proyecto y tipología de productor.....	37
Cuadro 11. Tabla de contingencia para funcionamiento de EFC y grado de avance del proyecto.....	39
Cuadro 12. Matriz tetracórica del bloque económico.....	41
Cuadro 13. Tabla de contingencia para la relación superficie forestal.....	44
Cuadro 14. Resultados del modelo completo asociado a la probabilidad de éxito	49
Cuadro 15. Resultados del modelo refinado asociado a la probabilidad de éxito	50
Cuadro 16. Resultados del modelo completo asociado a la probabilidad de fracaso.....	54
Cuadro 17. Resultados del modelo refinado asociado a la probabilidad de fracaso.....	55
Cuadro 18. Tabla de clasificación.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proyectos maderables y no maderables por Estado.....	27
Figura 2. Localización de las localidades de los ejidos y comunidades.....	28
Figura 3. Distribución de proyectos con status de éxito o fracaso por Estado...	30
Figura 4. Distribución de proyectos con status de éxito o fracaso por año.....	31
Figura 5. Distribución de proyectos con status de éxito o fracaso por finalidad.	32
Figura 6. Contribución de los factores a la probabilidad de éxito.....	50
Figura 7. Contribución de los factores a la probabilidad de fracaso.....	55

ABREVIATURAS USADAS

ANP	Área Natural Protegida
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
EFC	Empresa Forestal Comunitaria
GSC	Gerencia de Silvicultura Comunitaria
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
MFC	Manejo Forestal Comunitario
PAJA	Programa de Atención a Jornaleros Agrícolas
PROCyMAF	Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de los Recursos Forestales en México
PROCyMAF II	Programa de Desarrollo Forestal Comunitario
PRODEFOR	Programa de Desarrollo Forestal
PMF	Programa de Manejo Forestal
PSTF	Prestadores de Servicios Técnicos Forestales
RAN	Registro Agrario Nacional
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
STATA	Data Analysis and Statistical Software

DEFINICIONES USADAS

ACCIÓN COLECTIVA. Se refiere a situaciones o circunstancias en las que existe un grupo de individuos, un bien o recurso común y una administración de ese recurso (Ostrom y Ahn, 2003:156 y 179).

BLOQUE AMBIENTAL. Conjunto de factores (variables) ambientales.

BLOQUE ECONÓMICO. Conjunto de factores (variables) económicos.

BLOQUE SOCIAL. Conjunto de factores (variables) sociales.

CAPITAL FÍSICO. Es la reserva de recursos materiales producto de la acción humana, que puede usarse para producir un flujo de ingresos futuros (Lachmann, 1978, citado por Ostrom y Ahn, 2003:169).

CAPITAL HUMANO. Es el conjunto de conocimientos y habilidades adquiridas por un individuo que le permiten realizar ciertas actividades (Ostrom y Ahn, 2003:170).

CAPITAL NATURAL. Se refiere a los bosques y selvas que son propiedad de los ejidos y comunidades forestales en México (Barton y Merino, 2004:43).

CAPITAL SOCIAL. Es el conjunto de relaciones de confianza y normas de reciprocidad, redes de intercambio y formas de participación civil, y reglas o instituciones tanto formales como informales (Ostrom y Ahn, 2003:156 y 177).

EJIDOS Y COMUNIDADES: Se refiere a grupos sociales que poseen tierras de propiedad colectiva (Barton y Merino, 2004:17).

EMPRESA FORESTAL COMUNITARIA. Es la forma de administración de la producción maderable por parte de los ejidos y comunidades forestales (Barton y Merino, 2004:17).

INDIGENISMO. Se refiere a la situación indígena del ejido o comunidad, de acuerdo a su propia declaración o si existen personas que hablen algún dialecto indígena.

MANEJO FORESTAL COMUNITARIO. Es el proceso general de intervención y administración de los recursos de uso común, por parte de los ejidos y comunidades forestales (Barton y Merino, 2004:17).

PROPIEDAD COLECTIVA. Se refiere a la forma de propiedad que corresponde a ejidos y comunidades agrarias en México (Barton y Merino, 2004:36).

SILVICULTURA COMUNITARIA. Es el cultivo del bosque con alta participación social de sus dueños y/o poseedores, y cuyos beneficios generan o fortalecen procesos de desarrollo comunitario (CONAFOR, 2012).

TIPOLOGÍA DE PRODUCTOR. Clasificación de los ejidos y comunidades forestales de acuerdo a su grado de organización y desarrollo en sus procesos de aprovechamiento forestal. (CONAFOR, 2003:21)

1. INTRODUCCIÓN

La probabilidad de éxito o fracaso de los proyectos maderables financiados por el Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (PROCyMAF II), fue condicionada por factores sociales, económicos y ambientales de los ejidos y comunidades forestales intervenidos. Se consideró a un proyecto maderable como un éxito si a la fecha funciona; es decir, si la actividad para la cual se recibió el apoyo continúa, y un fracaso si no funciona.

La experiencia ha demostrado que la participación colectiva y organizada de distintos grupos sociales mejora la probabilidad de éxito en todos los tipos de proyectos de Manejo Forestal Comunitario (MFC), el cual representa la mejor opción desde la perspectiva del desarrollo y la sostenibilidad ambiental (Richards *et al.*, 2008:15).

Los proyectos exitosos de MFC surgen como resultado de un conjunto de factores presentes en los ejidos y comunidades forestales, entre los que destacan: el capital natural, el capital social y la presencia de autoridades convencidas de lo que puede lograr la acción colectiva cuando se tiene un fin común (Barton y Merino, 2004:13). Otro factor es el desarrollo de capacidades técnicas y administrativas (capital humano) de los ejidos y comunidades (CONAFOR, 2003:103). Algunos factores externos que condicionan el éxito o fracaso de los proyectos con MFC son: las condiciones de mercado y, el acceso a créditos por parte de las Empresas Forestales Comunitarias (EFC), y la intervención de programas de política pública adecuados (Madrid *et al.*, 2009:186).

La evaluación externa para el periodo 2004-2008 del PROCyMAF II, reportó que los proyectos maderables financiados por este programa presentaron indicadores financieros de éxito (CONAFOR, 2008a:90-97). Sin embargo, debido a las escasas y poco accesibles fuentes de información existentes sobre este tema, no se ha realizado una investigación específica de los factores que condicionaron la probabilidad de éxito o fracaso de este tipo de proyectos. Por ende, el objetivo de esta investigación fue determinar los factores que condicionaron la probabilidad de éxito o fracaso de los proyecto maderables. Haciendo uso de medidas de asociación, correlación y modelos de regresión logística y tomando como población de estudio un total de 96 proyectos, de los cuales se localizan 27 en Durango, 20 en Guerrero, 4 en Jalisco, 4 en Michoacán, 38 en Oaxaca y 3 en Quintana Roo, los cuales fueron financiados durante el periodo de 2004 a 2008, por el PROCyMAF II de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR).

Los resultados de esta investigación ayudarán a identificar los factores más importantes en los cuales deben concentrarse los esfuerzos de política pública en los programas forestales, que impulsan la puesta en marcha de proyectos maderables en ejidos y comunidades forestales de México, lo que proporcionará elementos para fortalecer o impulsar un modelo de atención específico, cuyas características mejoren la probabilidad de éxito y atiendan los factores de fracaso.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Identificar los factores sociales, económicos y ambientales, que condicionaron la probabilidad de éxito o fracaso de los proyectos maderables financiados por el PROCyMAF II.

2.2. Objetivos Particulares

- Conocer la aportación de los factores que influyeron en la probabilidad de éxito o fracaso de los proyectos maderables.
- Realizar una evaluación objetiva de la operación del PROCyMAF II, con base en el éxito o fracaso de los proyectos maderables que financió.
- Proporcionar un conjunto de recomendaciones para fortalecer los factores de éxito y atender los factores de fracaso en los proyectos maderables comunitarios.

3. HIPÓTESIS

El capital social, indigenismo, tipo de propiedad colectiva, grado de organización en el aprovechamiento maderable y funcionamiento de las EFC de los ejidos y comunidades forestales; así como la finalidad del proyecto maderable y su grado de avance, influyen en la probabilidad de éxito o fracaso de los proyectos maderables financiados por el PROCyMAF II.

4. ANTECEDENTES

Los bosques constituyen una de las fuentes de riqueza renovable más importante para el hombre, desempeñan la función indispensable de mantener el equilibrio ecológico del suelo, el agua, la flora y la fauna, del que depende la vida humana; esta acción es denominada función protectora. Además, los bosques proporcionan madera para diversas actividades industriales esenciales en la actividad económica, estos aspectos representan la función productiva de los bosques (Rao, 1984).

México tiene una superficie de casi 195 millones de hectáreas, de las cuales el 65% es considerada con aptitud forestal (66 millones son bosques y selvas) y el restante 35% corresponde a otros usos de suelo, y por lo menos el 60% de los bosques y selvas del país es propiedad colectiva, bajo el régimen de ejidos o comunidades agrarias (Madrid *et al.*, 2009:182-184).

Dichas particularidades son de gran importancia para el establecimiento de políticas públicas encaminadas a la atención prioritaria de ejidos y comunidades forestales, en los cuales existen grupos en condiciones de pobreza y alta marginación.

4.1. Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (PROCyMAF II)

Por el contexto y situación del sector forestal en México, el gobierno federal ha realizado esfuerzos encaminados a lograr el desarrollo comunitario sustentable de los ejidos y comunidades rurales que basan su economía en los recursos forestales, es decir, buscar el desarrollo donde los factores sociales, ambientales, y económicas se equilibren en el principio de la sustentabilidad (CONAFOR, 2008a:5).

El Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de los Recursos Forestales en México (PROCyMAF), inició su operación en 1997 como un proyecto piloto financiado parcialmente por el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (préstamo 4137-ME). El proyecto estuvo dirigido a apoyar a ejidos y comunidades forestales preferentemente indígenas de los Estados de Chihuahua, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán y principalmente Oaxaca, para fortalecer esquemas de aprovechamiento sustentable de sus recursos forestales y contribuir a aumentar sus alternativas de ingreso. El proyecto concluyó el 31 de diciembre de 2003 (CONAFOR, 2003:19-22).

Como reconocimiento al éxito del PROCyMAF en su primera etapa y para darle continuidad (CONAFOR, 2003:5), en 2004 dio inicio la segunda etapa (préstamo 7207-ME), denominado ahora Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (PROCyMAF II), cuyo objetivo primordial fue promover y consolidar la silvicultura comunitaria en México.

El PROCyMAF II contribuyó a mejorar el manejo y la conservación de los recursos naturales, fortaleció el capital social y consolidó iniciativas de desarrollo integral en torno a los recursos naturales, también ayudó a probar iniciativas de diversificación productiva de los ecosistemas forestales, en los ejidos y comunidades forestales de los Estados de Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca y Quintana Roo (CONAFOR, 2008a:5-6). Los seis Estados de cobertura del PROCyMAF II concentran 47.73% de los ejidos y comunidades forestales de México que realizan sus actividades de producción de forma colectiva (INEGI, 2008).

Una de las fortalezas del PROCyMAF II fue su modelo de atención, el cual tuvo como objetivo fundamental integrar una visión regional de desarrollo forestal comunitario para mejorar la calidad de vida de las comunidades forestales de manera autogestiva, considerando entre otras cosas la situación actual de los recursos naturales, las formas de producción de los ejidos y comunidades y su organización social, sus valores culturales y sus creencias. Finalmente, con ello se promueve el establecimiento de prácticas sociales productivas adecuadas a cada caso particular fortaleciendo su cultura e identidad étnica y el control sobre sus recursos, dentro de un marco de desarrollo armónico y sustentable.

El PROCyMAF II operó durante el periodo 2004-2008, con recursos del Banco Mundial por un monto de 21.3 millones de dólares, estuvo a cargo de la Gerencia de Silvicultura Comunitaria (GSC) de la CONAFOR. Entregó subsidios para fortalecer la organización y planeación social, fomentar el manejo y la

conservación de los recursos forestales, la capacitación técnica de productores, la realización de estudios ambientales justificativos, así como la producción forestal e inversión en ejidos y comunidades forestales, mediante el uso de criterios de sustentabilidad vinculados a la identificación y fortalecimiento de procesos de desarrollo local (CONAFOR, 2008a:10). Dentro de estos conceptos de apoyo se encuentran los proyectos de inversión, otorgados a ejidos y comunidades con alto grado de desarrollo forestal, y con recursos forestales suficientes para un aprovechamiento sustentable de los recursos.

Los proyectos productivos forestales tuvieron como principal objetivo contribuir a mejorar la calidad de vida de los pobladores de los ejidos y comunidades forestales a través de la generación de empleos en las EFC. Una notable característica de estos proyectos es la alta participación de comunidades y ejidos indígenas, ya que 65 % de los ejidos y comunidades apoyados tiene población indígena, destacando los ejidos y comunidades con población Zapoteca 50 %, Maya 17 %, Purépecha 7 %, Mixteca 7 %, Chatino 5 % y el restante 14 % Nahuatl, Tlapaneca, Mixe, Triqui, Chinanteca o Chontal (CONAFOR, 2008a:91-92).

El PROCyMAF II financió un total de 198 proyectos productivos forestales tanto maderables como no maderables, por un monto de 74.9 millones de pesos (33% del monto total del proyecto), que fueron destinados a ejidos y comunidades forestales para desarrollar y/o fortalecer proyectos productivos, con los cuales se generaron un aproximado de 2,615 empleos directos (CONAFOR, 2005; 2006; 2007; 2008 y 2009). La CONAFOR, reportó un valor promedio de empleos

generados de entre 8 y 21 por proyecto (CONAFOR, 2008a:77), utilizando esta estimación los empleos generados en los 198 proyectos se tendrían entre 1,584 y 4,158 empleos producidos.

Cabe citar que un indicador de la aceptación de los proyectos de inversión fue la aportación que realizaron los ejidos y comunidades en los proyectos desarrollados, dicha inversión ronda los 144.5 millones de pesos (casi el doble de lo invertido por el PROCyMAF II). De los 198 proyectos financiados, 96 fueron proyectos relacionados con la actividad forestal maderable, el monto invertido en este rubro fue de 39.2 millones de pesos por parte del PROCyMAF II, y la inversión por parte de los ejidos y comunidades forestales asciende a los 104 millones de pesos (2.65 veces más que el PROCyMAF II), con estos proyectos se generaron 1,352 empleos directos en las EFC (CONAFOR, 2005; 2006; 2007; 2008 y 2009). Utilizando la estimación de empleos generados por la CONAFOR, se tendrían entre 768 y 2,016 empleos generados en los 96 proyectos maderables.

Por otro lado, los conceptos maderables que el PROCyMAF II apoyó fueron: adquisición o instalación de aserraderos, equipamiento o modernización de los aserraderos comunitarios, así como actividades relacionadas con el aprovechamiento en el bosque, el abastecimiento de materias primas, y procesos de transformación secundarios como el secado de la madera y la fabricación de muebles y molduras, con los cuales buscó dar un mayor valor agregado a los productos maderables de los ejidos y comunidades intervenidos.

En lo que se refiere a indicadores del éxito de los proyectos maderables, estos fueron presentados en los resultados de la evaluación externa 2004-2008 del PROCyMAF II (Ver Cuadro 1), con base en una muestra representativa de 15 proyectos maderables, y cuyo fin fue recalcular los indicadores financieros para un horizonte de 20 años, considerando las ventas producidas y los costos generados en las EFC, se consideró una tasa de descuento anual del 12% (CONAFOR, 2008a:96).

Cuadro 1. Indicadores financieros de los proyectos maderables.

Indicador	Valor
Valor Presente Neto (VPN)	63,874,315.42 (Pesos)
Tasa Interna de Retorno (TIR)	20.16%
Relación Beneficio – Costo (B/C)	1.78
Periodo de recuperación	6 años

Los resultados de los indicadores muestran una rentabilidad financiera aceptable, a pesar de argumentos en donde se señala que los bosques administrados por ejidos y comunidades son ineficientes debido a los altos costos de producción (incluye el transporte), y la falta de infraestructura en caminos, que no hace factible un aprovechamiento forestal maderable (Banco Mundial, 1995:17). También existen tendencias a pensar que las EFC se encuentran muy propensas a un fracaso, a causa de un mal manejo financiero, altos costos de operación y la ineficiencia de su industria forestal. Sin embargo, experiencias empíricas sugieren que la mayoría de las EFC son sanas financieramente, y en la mayoría de los casos son rentables (Barton y Merino, 2004:12,110), más aún son altamente rentables sin importar el nivel de integración (Barton *et al.*, 2007a:428).

Con base en la revisión documental se observa que un instrumento exitoso y fundamental en la operación del PROCyMAF II, fue la tipología de productores (Ver Cuadro 2), la cual permitió clasificar a los ejidos y comunidades de acuerdo a su grado de avance en sus procesos de aprovechamiento, y con ello brindar una atención integral y acorde a sus necesidades. También fue útil para establecer la contrapartida que los ejidos y comunidades debían aportar en cada apoyo recibido, en el caso de los proyectos maderables la contrapartida de los ejidos y comunidades debía ser igual a la inversión realizada por el PROCyMAF II (CONAFOR, 2005a:22-23).

Cuadro 2. Descripción de la tipología de productores de PROCyMAF II.

TIPO I. PRODUCTORES POTENCIALES: corresponde a propietarios o poseedores de terrenos forestales con aptitud de producción comercial sustentable que actualmente se encuentran sin realizar el aprovechamiento por carecer de Programa de Manejo Forestal (PMF) autorizado o de los medios suficientes para sufragar la ejecución de éste.

TIPO II.- PRODUCTORES QUE VENDEN EN PIE: corresponde a los propietarios o poseedores de predios sujetos al aprovechamiento forestal en los que éste se realiza por parte de terceros mediante contrato de compra-venta (pago de derecho de monte), sin que el propietario o poseedor participe en alguna fase del aprovechamiento.

TIPO III.- PRODUCTORES DE MATERIAS PRIMAS FORESTALES: corresponde a los propietarios o poseedores de predios forestales que cuentan con aprovechamientos autorizados y que participan directamente en alguna fase de la cadena productiva correspondiente al corte, troceo y arrime de trocería al camino en lo maderable, o en la recolección o corte y secado de productos no maderables, así como en el transporte y venta de las materias primas forestales a los centros de acopio y/o transformación primaria.

TIPO IV.- PRODUCTORES CON CAPACIDAD DE TRANSFORMACION Y COMERCIALIZACION: Corresponde a los productores de materias primas forestales que disponen de infraestructura para su transformación primaria hasta la obtención de madera aserrada en lo maderable, o de producto industrializado en lo no maderable, y que realizan directamente la comercialización de sus productos.

4.2. Silvicultura Comunitaria o Manejo Forestal Comunitario (MFC)

En México, el desarrollo de la silvicultura comunitaria representa un importante componente de la cadena productiva en el sector forestal, con la cual se busca mejorar de base las condiciones sociales y económicas de los dueños y/o poseedores de los bosques y selvas, y al mismo tiempo realizar un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (Luján, 2003:268-269).

De acuerdo a la FAO, la silvicultura comunitaria incluye cualquier actividad que le permita a la población local participar en actividades forestales, desde parcelas forestales, donde hay escasez de productos maderables para satisfacer necesidades locales, hasta plantaciones de árboles en terrenos agrícolas (sistemas agroforestales); también incluye la elaboración de productos forestales a nivel doméstico, artesanal y de pequeña industria con la finalidad de obtener ingresos derivados de la actividad forestal (Rao, 1984). La silvicultura comunitaria es considerada en México como fundamental para lograr el manejo forestal sustentable (CONAFOR, 2012).

El modelo mexicano de MFC tiene como base el reconocimiento de la propiedad colectiva, el respeto de los derechos de uso y utilización de los recursos comunes, así como la participación y el compromiso de los dueños y/o poseedores de los recursos forestales del país (Barton *et al.*, 2009:3).

Internacionalmente el MFC es considerado como relevante, actualmente existe evidencia suficiente para sostener que los ejidos y comunidades forestales en México, mantienen sus bosques de forma sostenible, de los cuales obtienen ingresos y beneficios sociales, además el MFC promueve la creación de capital social y contribuye en la conservación de la cobertura forestal incluso en mayor medida que las Áreas Naturales Protegidas (ANP) (Barton *et al.*, 2007:2-3).

Los bosques con MFC cuentan con una activa protección contra los incendios y las extracciones ilegales, además de que el riesgo de cambio de uso del suelo ha logrado reducirse en buena medida; es decir, las comunidades que están generando más valor de sus bosques tienden a conservar más su recurso, en promedio, las comunidades sólo usan la cuarta parte de su área de bosque para extraer madera (Barton *et al.*, 2007:6).

Sin embargo, existe un conjunto de factores intrínsecos que no han permitido un desarrollo completo de los ejidos y comunidades forestales, entre los que destacan: falta de infraestructura, falta de capacitación, desorganización y conflictos internos (bajo nivel de capital social), falta de experiencia empresarial, relación no adecuada entre productores y empresarios, y una institucionalidad que no fomenta el uso productivo y sustentable de los bosques (Luján, 2003:271).

En México, el éxito del MFC se debe a factores sociales, económicos y de políticas públicas adecuadas. Dentro del aspecto social, el nivel de capital social es un elemento clave para un MFC exitoso. En lo económico influyen factores

comerciales y de mercado como la integración vertical de las EFC, demanda de productos y precios adecuados, acceso a financiamiento y diversificación productiva. Por último, la intervención de programas de política pública adecuados, como es el caso de PROCyMAF II, el Programa de Desarrollo Forestal (PRODEFOR) y las delegaciones encargadas de otorgar los permisos de aprovechamiento forestal (Madrid *et al.*, 2009:186).

En contraste, aquellos ejidos y comunidades forestales que no han logrado integrar una estrategia exitosa de MFC enfrentaron problemas como: nivel de capital social bajo, factores adversos de mercado (poca demanda y precios bajos), y operación de programas gubernamentales que promueven actividades agropecuarias, el parcelamiento de tierras, la instauración de reservas de bosques y los problemas relacionados con la corrupción (Madrid *et al.*, 2009:187).

4.3. Capital Social

Existen diversas corrientes filosóficas relacionadas con el capital social, una forma de acotar este concepto es situarlo en el marco de la acción colectiva y el uso de los recursos comunes. En esta investigación se utiliza la definición de capital social propuesta por Elinor Ostrom, para quien el capital social es el conjunto de relaciones de confianza y normas de reciprocidad, redes de intercambio y formas de participación civil, y reglas o instituciones tanto formales como informales (Ostrom y Ahn, 2003:156 y 177).

Para los teóricos del liberalismo tradicional, el capital financiero y la fuerza de trabajo son los dos factores clave que explican el desarrollo económico en general y el rural en particular. Sin embargo, este argumento descuida un factor fundamental: el comportamiento y mentalidad de las personas (usos y costumbres) que habitan en las áreas rurales, que forman parte del capital social propio de cada núcleo agrario, es decir la capacidad para trabajar juntos, hacer alianzas y construir vínculos de cooperación (Muñoz y Santoyo, 1999:10-13 y 90).

El capital social tiene cuatro características fundamentales: 1) no se desgasta con el uso, sino más bien con el desuso; 2) no es fácil de observar ni medir; 3) es difícil de construir mediante intervenciones externas, y 4) las instituciones gubernamentales afectan profundamente el nivel y tipo de capital social disponible (Ostrom y Ahn, 2003:158).

El análisis de experiencias exitosas en el MFC indica que el fortalecimiento del capital social y las instituciones comunitarias, son procesos fundamentales para la conservación y el manejo sostenible de los recursos naturales; también, muestran la eficacia del capital social en la implementación de procesos de conservación y aprovechamiento forestal (Merino, 2003:66).

Con base en la revisión documental se aprecia que un nivel de capital social alto de los ejidos y comunidades forestales es una condición necesaria para el éxito de procesos de desarrollo que involucren una acción colectiva, aunque no es condición suficiente. El capital social constituye la semilla para el desarrollo y conservación de otros tipos de capital como: el capital natural, el capital físico o el capital humano (Merino, 2004:129).

La construcción y fortalecimiento del capital social en los ejidos y comunidades forestales es factible bajo un modelo de atención que tenga como base el acompañamiento, para generar confianza entre los ejidos y comunidades y los ejecutores de los programas de gobierno (Merino, 2004:22). Este fue el caso del modelo de atención utilizado por el PROCyMAF II y de ahí su éxito.

Uno de los cinco componentes que conformó el PROCyMAF II, fue el fortalecimiento del capital social, con el cual se ofrecieron apoyos a ejidos y comunidades para promover el desarrollo de: a) Evaluaciones Rurales Participativas que permitieron identificar la problemática y el potencial productivo local; b) Seminarios de Comunidad a Comunidad que permitieron el intercambio

de experiencias organizativas y de producción; c) Ordenamientos Territoriales Comunitarios y Reglamentos Internos, en donde se establecen los acuerdos de uso y acceso de los recursos colectivos; y d) Foros Regionales de Promoción en donde los ejidos y comunidades forestales de la región analizan los problemas regionales y analizan opciones de desarrollo.

4.4. Empresas Forestales Comunitarias (EFC)

El desarrollo de las EFC en México es el resultado de un largo proceso de aproximaciones sucesivas, continuas y paulatinas de apropiación de los recursos de uso común por parte de los pobladores en los ejidos y comunidades forestales, los cuales poco a poco ejercen una administración más real y efectiva de sus recursos naturales (Barton y Merino, 2004:11).

La CONAFOR considera a la EFC como un instrumento fundamental para impulsar la apropiación y utilización de los recursos forestales por parte de los ejidos y comunidades, para consolidar la formación de capital social y promover el aprovechamiento maderable, no maderable y de servicios ambientales (CONAFOR, 2012).

La disponibilidad de recursos forestales determina hasta cierto punto el grado de integración vertical de las EFC, por ejemplo las comunidades tipo IV tienen en promedio tres veces más bosque que las comunidades tipo III, pero la extensión forestal no debe ser el único factor a considerar; es decir, existen otros factores sociales y económicos que intervienen en dicho proceso (Barton *et al.*, 2007:6).

El número de ejidos y comunidades forestales con permiso de aprovechamiento forestal entre 1992 y 2002, es de aproximadamente 2,300 núcleos agrarios de los cuales 1,867 son comunidades y 433 ejidos, mismos que representan el 15% del universo estimado de 15,800 ejidos y comunidades con bosques; los Estados de Durango, Michoacán, Chihuahua, México, Oaxaca, Puebla, Jalisco, Chiapas,

Guerrero y Quintana Roo concentraron 75% de los permisos de extracción de madera (Barton *et al.*, 2007:4-5).

En Estados forestales como Durango, Quintan Roo, Michoacán y Oaxaca los ejidos y comunidades han creado EFC para preservar capital natural y al mismo tiempo integrarse a la economía nacional e internacional a través de la producción sustentable de productos maderables y no maderables (Madrid *et al.*, 2009:180-181).

Por otro lado, el desarrollo de EFC incrementa el capital humano en los ejidos y comunidades forestales, pues en las EFC se emplea, capacita e involucra en actividades técnicas, administrativas y gerencias a los miembros del ejido o comunidad y en muchos casos se tienen incentivos para asistir a cursos de capacitación y carreras universitarias que les permiten estar mejor preparados para afrontar los retos de su EFC (Madrid *et al.*, 2009:188).

Al respecto, factores como el capital social y capital humano son elementos cruciales para el éxito de las EFC, el fortalecimiento de estos aspectos tienen como base el acompañamiento técnico e institucional y el seguimiento de los ejidos y comunidades en sus distintas etapas (Barton *et al.*, 2007:21).

La implementación de EFC en los ejidos y comunidades forestales reduce la pobreza y marginación, debido a que: a) generan empleos, b) diversifican las actividades económicas de los ejidos y comunidades, c) invierten en infraestructura (camino, escuelas, clínicas, etc.), d) organizan el aprovechamiento

de una diversidad de recursos forestales y negocian su venta como una sola empresa y no como pequeños productores, e) invierten para dar valor agregado a los productos forestales y generar una integración vertical en las cadenas productivas y, finalmente, f) reparten las utilidades del aprovechamiento forestal entre los miembros de la comunidad. Se puede concluir, que el MFC significa para México una oportunidad de reducir la pobreza, prevenir la migración, generar capital humano y revitalizar el campo mexicano (Madrid *et al.*, 2009:188-189).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de la presente investigación, se utilizaron los siguientes materiales y métodos.

5.1. Materiales

- **Base de datos.** Se integró una base de datos con la información de referencia de los 96 proyectos maderables financiados por el PROCyMAF II, para el periodo de 2004 a 2008, para ello se revisaron los informes anuales, y se consultó información adicional en fuentes oficiales de CONAFOR, INEGI y el Registro Agrario Nacional (RAN). En el Anexo 1 se presentan los metadatos de la información integrada.
- **Cuestionario estructurado.** Se construyó un instrumento para recolectar la información complementaria, de acuerdo a las necesidades identificadas en la revisión documental de los factores sociales, económicos y ambientales. En el Anexo 2 se presenta el formato utilizado.
- **Paquete estadístico.** El tratamiento de la información y los análisis estadísticos se realizaron con el programa Data Analysis and Statistical Software (STATA) versión 12, el cual permite la manipulación de bases de datos, la construcción de tabulados, gráficos y por supuesto el uso de medidas de asociación y correlación, regresión logística, análisis de componentes principales y análisis de factores, entre otras.

5.2. Métodos

- **Delimitación de la población de estudio.** Se utilizó un universo de 96 proyectos maderables financiados por el PROCyMAF II, en el periodo de 2004-2008, con la restricción de incluir sólo a ejidos y comunidades forestales (propiedad colectiva). En la población se encontraron tres proyectos realizados por organizaciones o uniones forestales (organizaciones de segundo nivel) y debido a la delimitación del estudio, estos tres proyectos fueron reemplazados con proyectos financiados por el Gobierno de Michoacán, los cuales fueron otorgados y ejecutados bajo los criterios de PROCyMAF II. Los tres proyectos en cuestión fueron para el equipamiento o modernización de aserraderos, dos para las comunidades de Cherán y Barrio de San Francisco, y uno para el ejido de Barranca Seca.
- **Levantamiento de la información complementaria.** Se realizó durante los meses de septiembre y octubre de 2012. El cuestionario estructurado fue aplicado directamente a informantes clave de los Estados de Guerrero, Jalisco y Oaxaca, debido a que en estos Estados se localiza 65% de los proyectos maderables. Para los Estados de Durango, Michoacán y Quintana Roo, el levantamiento fue indirecto, lo anterior por la limitante de los costos subyacentes.

El grupo de informantes clave (Ver Cuadro 3), fue conformado por expertos en el tema de MFC, con amplio conocimiento de la operación de los proyectos maderables y, la situación de los ejidos y comunidades en su Estado.

Cuadro 3. Relación de informantes clave por Estado.

Estado	Nombre (Correo electrónico)
Durango	Ing. José Galván Rivas (jgalvanr@msn.com) Ing. José de Jesús Valdez Rodríguez (tunkar@gmail.com)
Guerrero	Biol. Eduardo Giadans Delgado (egiadans@conafor.gob.mx) Ing. Teodoro Morales Organista (teodoro28@hotmail.com)
Jalisco	Ing. Ana Bertha Santoyo (absantoyo@hotmail.com) Ing. Víctor Hugo Martínez Cintora (vmartinezc@conafor.gob.mx)
Michoacán	Ing. Adolfo Chávez López (adolfo.chavez@conafor.gob.mx) Ing. Raúl Silva Corona (rsilva@conafor.gob.mx)
Oaxaca	Ing. Jesús Hernández Pérez (jhernandez@conafor.gob.mx)
Quintana Roo	Ing. Blas Santiago Cruz (bsantiago@conafor.gob.mx) Ing. Bernabé del Ángel Santos (bersantos2001@yahoo.com.mx) Ing. Raúl Pérez Palomeque (perezpalomeque@yahoo.com.mx)

- **Variables de estudio.** La variable respuesta fue la situación actual del proyecto maderable (*status del proyecto*) la cual es dicotómica. Con base en la revisión documental y las aportaciones realizadas por los informantes clave, se determinó el conjunto de variables explicativas (factores). En el Cuadro 4 se presenta el conjunto de variables consideradas.
- **Determinación de la asociación o relación.** Se estudió la asociación o relación entre el éxito o fracaso de un proyecto forestal maderable con cada una de las variables explicativas (factores). Para ello se utilizó la medida de asociación Ji-cuadrada de Pearson y la matriz de correlaciones tetracórica.
- **Codificación de las variables.** Para aplicar los métodos estadísticos fue necesario transformar cada nivel de las variables explicativas (factores) a variables binarias, utilizando la función indicadora. Para codificar las nuevas variables se asignó el valor de 1 si pertenece al nivel correspondiente y 0 de otra forma.

Se esboza la codificación utilizada para el factor capital social, cuyos niveles son: alto, medio y bajo (Ver Cuadro 5).

Cuadro 4. Variables explicativas (factores).

Bloque	Variables (factores)	Niveles
Social	Capital social	Alto Medio Bajo
	Indigenismo	Indígena No indígena
	Tipo de propiedad colectiva	Comunidad Ejido
Económico	Finalidad del proyecto	Adquisición de aserraderos Equipamiento de aserraderos Aprovechamiento Abastecimiento Estufas de secado Muebles, Molduras
	Tipología de productor	Tipo I Tipo II Tipo III Tipo IV
	Funcionamiento de la EFC	Si empresa No empresa
	Grado de avance del proyecto	Continuación o ampliación Nuevo
Ambiental	Superficie forestal / Superficie total	Relación de superficie alta (≥ 0.5) Relación de superficie baja (< 0.5)

Cuadro 5. Codificación de la variable capital social.

Variables (factores)	Codificación
Capital social (Alto)	1, si corresponde a capital social “alto” 0, de otra forma
Capital social (Medio)	1, si corresponde a capital social “medio” 0, de otra forma
Capital social (Bajo)	1, si corresponde a capital social “bajo” 0, de otra forma

- **Análisis estadístico.** Utilizando la técnica de regresión logística se encontró la aportación de las variables explicativas (factores) y significancia estadística. La lógica utilizada en la construcción del modelo logístico fue considerar las variables explicativas que se encuentran asociadas con el éxito (asociación positiva) o fracaso (asociación negativa) de un proyecto forestal maderable, de igual forma se consideró la opinión y comentarios de los informantes clave (experiencia técnica en campo).

Adicionalmente, se exploró la técnica multivariada de análisis de factores con el propósito de reducir la dimensión, y precisar de mejor forma el número de variables explicativas a incluir en el modelo logístico, sin embargo los resultados obtenidos no fueron consistentes con el conocimiento que se tiene del fenómeno. Por ejemplo en el bloque social, el método de análisis de factores excluye a la variable “*capital social alto*” debido a la reducida varianza que presenta, y sólo utiliza las variables de “*capital social medio*” y “*no indígena*” debido a que con estas dos variables se explica en buena medida la varianza del bloque social. Lo anterior señala la necesidad que existe de comparar en todo momento la congruencia de los resultados obtenidos por determinado método estadístico contra el conocimiento que se tiene del fenómeno de estudio.

En el Anexo 3, se presenta la revisión bibliográfica de las técnicas de investigación y los métodos estadísticos utilizados.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que a continuación se describen fueron obtenidos de una población de 96 proyectos maderables financiados por el PROCyMAF II. En primer lugar se presentan los resultados que caracterizan a la población de estudio, posteriormente los resultados del análisis de asociación y correlación, y por último se presentan dos modelos logísticos, uno para la probabilidad de éxito y otro para la probabilidad de fracaso. Los términos variables y factores se utilizan indistintamente en la presentación de los resultados.

6.1. Descripción de la Población de Estudio

En lo que se refiere al año de ejecución, los 96 proyectos maderables corresponden a la etapa de PROCyMAF II. Se distribuyen en la forma indicada en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Proyectos maderables por año.

Año	Número	Porcentaje
2004	17	17.71
2005	15	15.63
2006	17	17.71
2007	20	20.83
2008	27	28.13
Total	96	100.00

Los Estados de Durango, Guerrero y Oaxaca concentran el 88.54% de los proyectos maderables, y sólo el 11.46% corresponde a Jalisco, Michoacán y Quintan Roo; el bajo porcentaje de estos tres Estados obedece a que los ejidos y comunidades, en su mayoría desarrollaron proyectos no maderables como el ecoturismo, turismo alternativo, plantas embotelladoras de agua de manantial, extracción de resina, elaboración de artesanías, producción de hongos, etc.

La Figura 1, muestra el comparativo de proyectos maderables y no maderables por Estado.

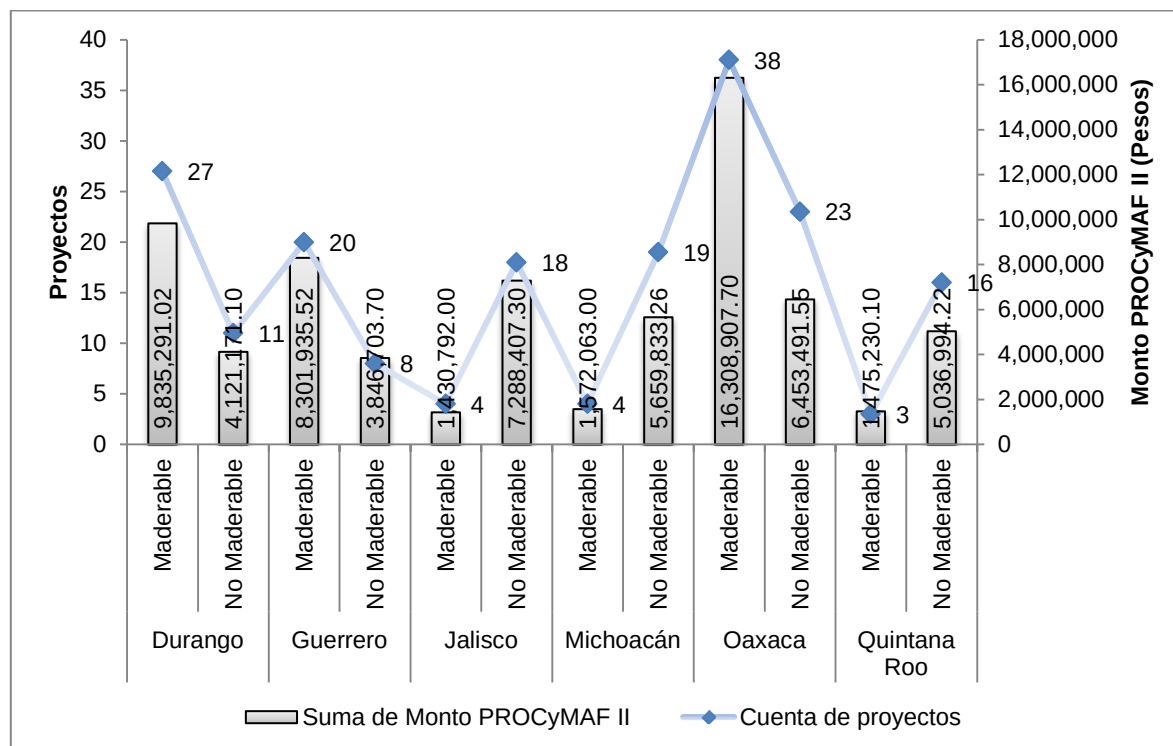


Figura 1. Proyectos maderables y no maderables por Estado.

El Estado de Oaxaca fue en donde se realizó la mayor inversión con 22.7 millones de pesos (Ver Figura 1), lo anterior es debido a que la primera etapa de PROCyMAF, fue desarrollada casi exclusivamente en este Estado, y por tanto para PROCyMAF II las comunidades ya contaban con proyectos en ejecución, o en su caso con los estudios para justificar el desarrollo de nuevos proyectos maderables. También el Estado de Oaxaca es donde mayor éxito ha tenido el MFC (CONAFOR, 2003:8). En la Figura 2 se presenta la ubicación de las localidades de estudio.



Figura 2. Localización de las localidades de los ejidos y comunidades.

En lo que se refiere a la forma de propiedad de la tierra, se tiene una población equilibrada, 50% fueron comunidades y 50% fueron ejidos, lo mismo se presentó para el factor indigenismo. De acuerdo con la finalidad del proyecto maderable se tenían 23 proyectos para adquisición o instalación de aserraderos, 21 para equipamiento o modernización de aserraderos, 19 para actividades relacionadas con el abastecimiento forestal, 12 para aprovechamiento forestal, 13 para instalación de estufas de secado y 8 para la fabricación de muebles o molduras.

Los proyectos maderables fueron desarrollados en su mayoría por productores con capacidad de transformación y comercialización (tipo IV) con 72 proyectos, seguidos por los denominados productores de materias primas forestales (tipo III) con 19 proyectos, y por último sólo cinco proyectos fueron realizados por productores que venden su madera en pie (tipo II). No se encontró proyectos maderables para los productores potenciales (tipo I) lo cual indica congruencia del PROCyMAF II.

La tipología de productores es un instrumento que clasifica a los ejidos y comunidades, de acuerdo a su grado de organización y desarrollo en sus procesos de aprovechamiento forestal (CONAFOR, 2003:21), por tal razón es factible pensar que productores tipo IV desarrollen proyectos con mayor grado de complejidad e inversión, caso contrario a los tipo III y II, para quienes muy probablemente sea el inicio del camino. Lo anterior da lugar a esperar una alta correlación entre la variable tipología de productor y la finalidad del proyecto.

Se encontró un total de 74 proyectos funcionando (77.08%), a los cuales se les catalogó como éxitos, y 22 proyectos que no funcionaron (22.92%) catalogados como fracasos. La Figura 3 muestra la distribución por Estado.

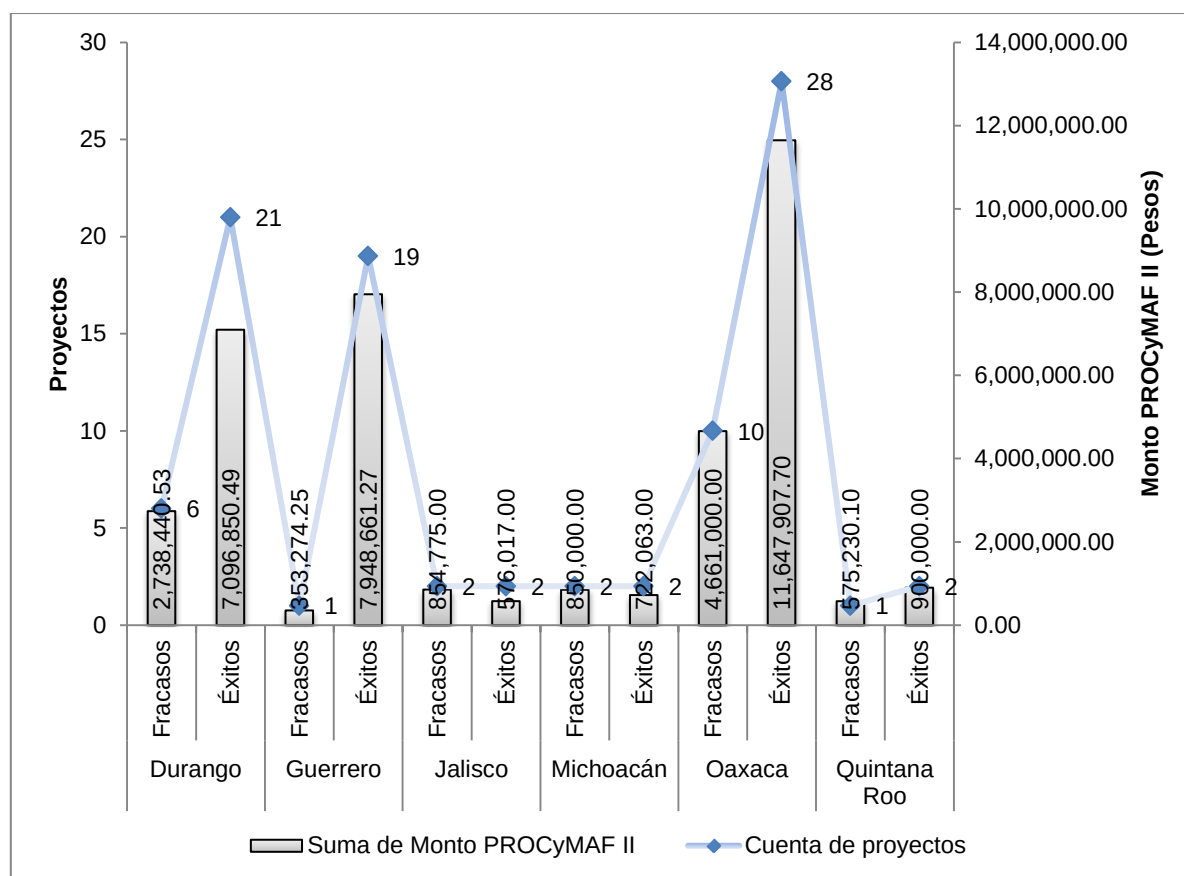


Figura 3. Distribución de proyectos con status de éxito o fracaso por Estado.

Con base en la información obtenida se determinó que los proyectos exitosos tienen en promedio 5.58 años funcionando, lo cual motiva a pensar que el periodo de recuperación de 6 años para proyectos maderables, recalculado en la evaluación externa 2004-2008 (CONAFOR, 2008a:96), muy probablemente será alcanzado. La Figura 4 presenta el desglose de proyectos maderables por año.

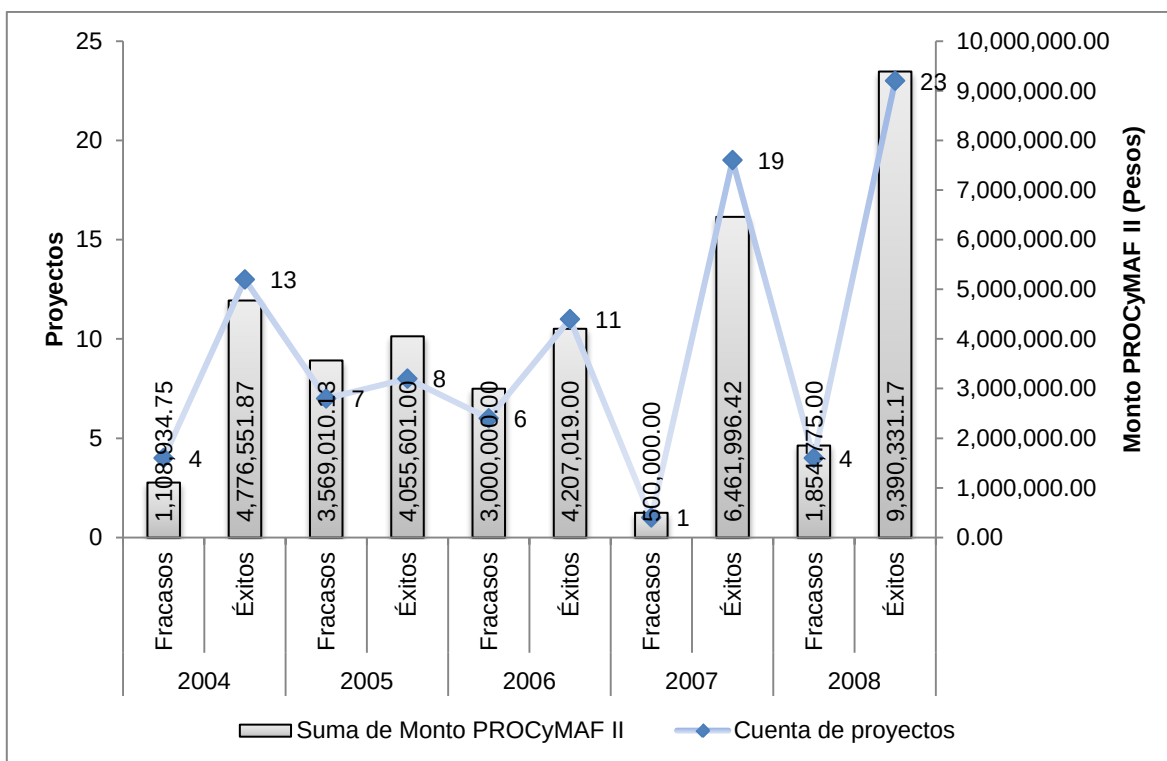


Figura 4. Distribución de proyectos con status de éxito o fracaso por año.

Se tuvo interés en explorar si el estado actual de un proyecto maderable, se encontraba relacionado con el año de ejecución. La prueba de Ji-cuadrada arrojó un valor de 10.90 con una significancia de 0.028, lo que indica que sí existe relación. Lo anterior se explica por los cambios de dirigentes y personal operativo del PROCyMAF II, ocurridos en los años 2005 y 2006, provocados por situaciones políticas dentro de CONAFOR y el cambio de gobierno en México.

Anteriormente, se mencionó que la finalidad de un proyecto maderable se encuentra en función del grado de avance que tienen los ejidos y comunidades en sus procesos de organización y desarrollo forestal. De igual forma asociado a la finalidad del proyecto, se presenta una tasa de riesgo; por ejemplo en proyectos

para transformación secundaria se requiere mayor inversión, mercados específicos, asesoría técnica y maquinaria especializada, entre otros, tal es el caso de los proyectos para la fabricación de muebles o molduras y estufas de secado. Sin embargo, proyectos para aprovechamiento forestal, abastecimiento o modernización de aserraderos comunales tienen menor tasa de riesgo. En la Figura 5 se presenta la situación de los proyectos maderables de acuerdo con la finalidad del proyecto.

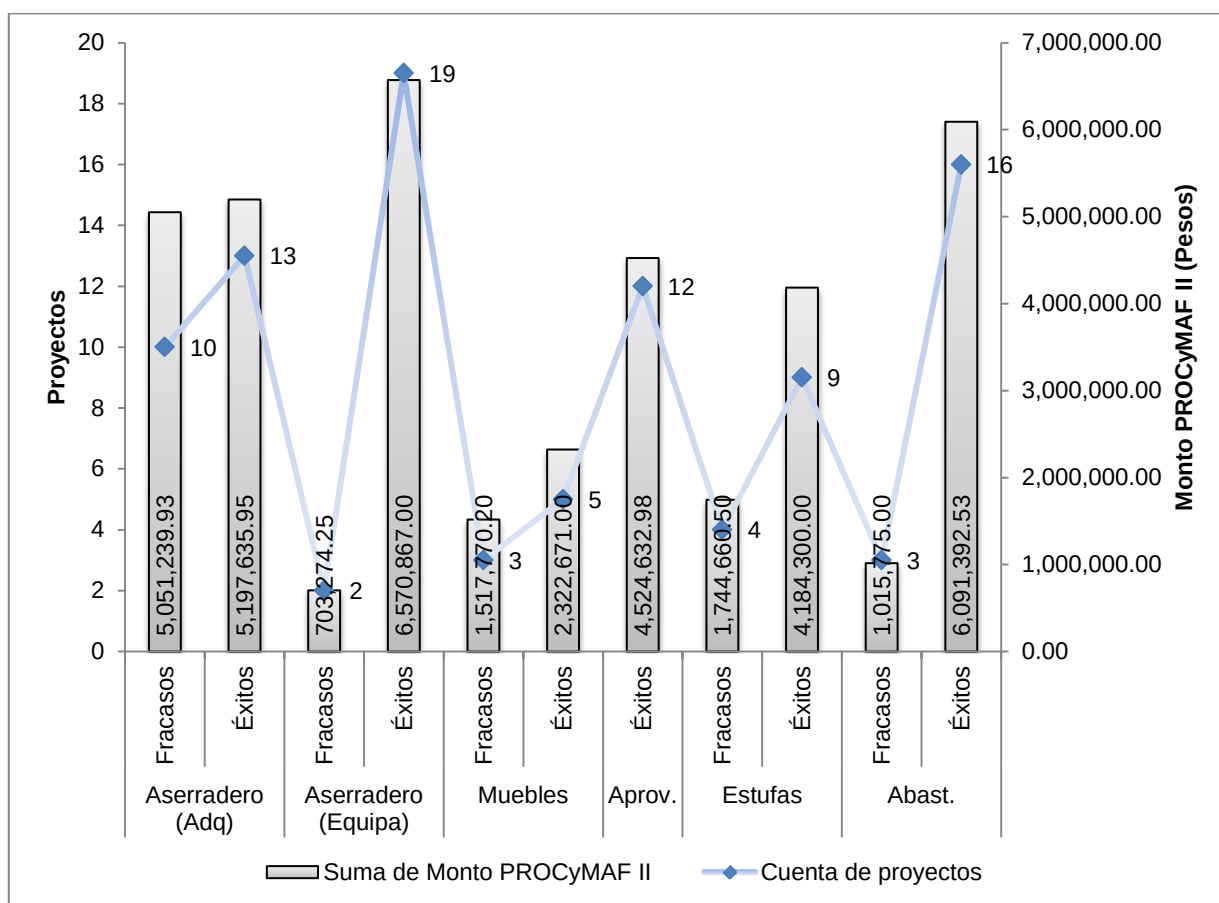


Figura 5. Distribución de proyectos con status de éxito o fracaso por finalidad.

6.2. Análisis de Asociación y Correlación

En esta sección se analizan los resultados de la prueba de Ji-cuadrada o de Pearson (Ver Cuadro 7) de cada bloque con el status del proyecto maderable.

Cuadro 7. Resultados de la prueba Ji-cuadrada o de Pearson.

Bloque	Variables (factores)	Ji-cuadrada	Valor p
Social	Capital social	30.0498	0.000
	Indigenismo	2.1229	0.145
	Tipo de propiedad colectiva	0.9435	0.331
Económico	Finalidad del proyecto	13.1678	0.022
	Tipología de productor	10.2311	0.006
	Funcionamiento de la EFC	10.5111	0.001
	Grado de avance del proyecto	5.6188	0.018
Ambiental	Superficie forestal/Superficie total	6.0505	0.014

6.2.1. Bloque Social

Se construyeron las tablas de contingencia para las variables: *capital social*, *indigenismo* y *tipo de propiedad colectiva*, cada una contra el *status del proyecto*. En el Cuadro 8 se presenta el número de proyectos, indicando en cada caso entre paréntesis los porcentajes por filas para cada variable explicativa, tanto para el éxito como fracaso.

Cuadro 8. Tabla de contingencia para capital social, indigenismo y tipo de propiedad.

Status	Capital social			Indigenismo		Tipo de propiedad	
	Alto	Medio	Bajo	Si	No	Comunidad	Ejido
Éxito	50 (67.57)	22 (29.73)	2 (2.70)	34 (45.95)	40 (54.05)	35 (47.30)	39 (52.70)
Fracaso	2 (9.09)	13 (59.09)	7 (31.82)	14 (63.64)	8 (36.36)	13 (59.09)	9 (40.91)
Total	52 (54.17)	35 (36.46)	9 (9.38)	48 (50.00)	48 (50.00)	48 (50.00)	48 (50.00)

Se encontró un valor Ji-cuadrada de 30.0498 con una alta significancia (Ver Cuadro 7) para *capital social* versus el *status del proyecto*, lo que indica que existe una alta asociación entre dichas variables. En el Cuadro 8 los porcentajes por filas muestran una alta asociación positiva (67.57%) del capital social alto con el éxito, y del capital social medio (59.09%) con el fracaso.

Como señalan Barton y Merino (2004:73), la acumulación de capital social en los ejidos y comunidades forestales es el factor más importante en el éxito de las EFC, y tiene sus bases en el capital social relacional e institucional tradicional de los ejidos y comunidades forestales. De forma similar, Madrid *et al.* (2009:186) señalan al nivel de capital social como elemento clave para el éxito de proyectos de MFC.

En lo que respecta a la variable *indigenismo* versus el *status del proyecto*, la prueba de independencia de Ji-cuadrada arrojó un valor de 2.12290, con una significancia de 0.145 (Ver Cuadro 7), lo que indica que no existe evidencia de una asociación entre dichas variables, sin embargo observando los porcentajes por filas de la diagonal secundaria del Cuadro 8, que corresponden a indigenismo, se observa que un 63.64% de proyectos fracasaron bajo esta condición, y 54.05% tuvieron éxito en ausencia de indigenismo, lo que motiva a pensar que el indigenismo influyó negativamente en la probabilidad de éxito y tuvo un efecto positivo para el fracaso y por tanto es una variable explicativa que debe ser considerada en la construcción del modelo logístico correspondiente.

Al respecto, Barton y Merino (2004:92-93) exploraron los obstáculos de lo que denominan capital social basado en tradiciones indígenas y mencionan que la condición indígena, no es necesaria en la construcción de EFC exitosas. Mencionan como ejemplos al ejido El Balcón de Guerrero y a los dueños de las EFC del Estado de Durango, los cuales son exitosos y no son indígenas.

Para el *tipo de propiedad colectiva* versus el *status del proyecto* se encontró un valor de 0.94350 para Ji-cuadrada con una significancia del 0.331 (Ver Cuadro 7), lo que muestra que el éxito o fracaso de un proyecto maderable no está relacionado con el tipo de propiedad colectiva (ejidal o comunal). La inspección visual de los porcentajes por filas del Cuadro 8 para el tipo de propiedad, no muestran un patrón de comportamiento que indique la presencia de asociación.

Lo anterior se encuentra en concordancia con lo expuesto por Madrid *et al.* (2009:185) quienes con base en un análisis empírico de estudios de caso a nivel mundial encontraron que no existe relación entre el tipo de propiedad (ejido o comunidad) con el fracaso en el uso de los recursos comunes.

Con el afán de precisar de mejor forma la relación entre las variables explicativas del bloque social y la variable *status del proyecto*, así como determinar problemas de colinealidad entre las variables explicativas, se calculó la matriz de correlaciones tetracórica (Ver Cuadro 9), la cual proporciona en la columna de status el tipo de influencia (positiva o negativa), que tienen cada una de las variables explicativas con el éxito de un proyecto maderable.

Cuadro 9. Matriz tetracórica del bloque social.

Bloque social	Variables	Status	Capital social			Indigenismo		Tipo de propiedad	
Variables	Nivel	Éxito	Alto	Medio	Bajo	Si	No	Comunidad	Ejido
Status	Éxito	1							
Capital social	Alto	0.790	1						
	Medio	-0.424	-1	1					
	Bajo	-0.734	-1	-1	1				
Indigenismo	Si	-0.257	0.260	-0.308	0.078	1			
	No	0.257	-0.260	0.308	-0.078	-1	1		
Tipo de propiedad	Comunidad	-0.171	0.323	-0.374	0.078	0.991	-0.991	1	
	Ejido	0.171	-0.323	0.374	-0.078	-0.991	0.991	-1	1

De donde, las variables del bloque social que tienen correlación positiva con el éxito de un proyecto maderable son: el capital social alto, la ausencia de indigenismo y el tipo de propiedad ejidal. La matriz tetracórica también muestra que existe una alta correlación (0.991), entre *tipo de propiedad* e *indigenismo*, por tanto se debe de considerar sólo una de estas dos variables en la construcción del modelo logístico. Se utilizó la variable *indigenismo*, ya que ésta resultó estar relacionada con el *status del proyecto* maderable a diferencia del *tipo de propiedad*.

Por lo tanto, las variables del bloque social a incluir en el modelo logístico asociado con la probabilidad de éxito son: capital social alto y no indígena.

Para el modelo logístico asociado al fracaso, las variables del bloque social que deben de incluirse son: capital social bajo, capital social medio, y la presencia de indigenismo, que resultaron tener una relación negativa con el éxito de un proyecto maderable.

6.2.2. Bloque Económico

Sin duda alguna el aspecto económico es determinante para el éxito o fracaso de los proyectos maderables, por tal motivo en los términos de referencia para proyectos de inversión se requiere un análisis financiero y económico del proyecto que muestre la viabilidad de la inversión.

Como señalan, Richards *et al.* (2005:15), la aceptación y el éxito del MFC se pueden ver limitados por la falta de conocimiento de los costos y beneficios de la actividad productiva; los ejidos y comunidades sólo adoptarán el MFC si desde su punto de vista tiene sentido económico. Es decir, si la actividad forestal les genera beneficios económicos, como pueden ser mayores ingresos o en su caso fuentes de empleo.

En Cuadro 10, se presenta la tabla de contingencia con el número de proyectos para las variables *finalidad del proyecto* y *tipología de productor*, indicando en cada caso entre paréntesis los porcentajes por filas dentro de cada variable explicativa, tanto para éxito como fracaso.

Cuadro 10. Tabla de contingencia para finalidad del proyecto y tipología de productor.

Status	Finalidad del proyecto						Tipología de productor		
	Abastecimiento	Aprovechamiento	Aserradero (Adquisición)	Aserradero (Equipamiento)	Estufas	Muebles	II	III	IV
Éxito	16 (21.62)	12 (16.22)	13 (17.57)	19 (25.68)	9 (12.16)	5 (6.76)	2 (2.70)	11 (14.86)	61 (82.43)
Fracaso	3 (13.64)	0 (0.00)	10 (45.45)	2 (9.09)	4 (18.18)	3 (13.64)	3 (13.64)	8 (36.36)	11 (50.00)
Total	19 (19.79)	12 (12.50)	23 (23.96)	21 (21.88)	13 (13.54)	8 (8.33)	5 (5.21)	19 (19.79)	72 (75.00)

El valor Ji-cuadrada para *finalidad del proyecto* versus *status del proyecto* fue de 13.1678 con una significancia de 0.022 (Ver Cuadro 7), lo que indica que existe una alta asociación entre estas variables. En el Cuadro 10, columna finalidad del proyecto, los porcentajes por fila muestran lo proclive al fracaso que son los proyectos para fabricación de muebles y molduras (13.64%), y estufas de secado (18.18%). Por el contrario proyectos para equipamiento de aserraderos (25.68%) y abastecimiento forestal (21.62%) tienen una asociación positiva con el éxito.

Dentro del análisis que corresponde a *finalidad del proyecto* versus el *status del proyecto*, los porcentajes por filas del Cuadro 10 exhiben un alto porcentaje (45.45%) de proyectos para adquisición o instalación de aserraderos que fracasaron. Al respecto, el Ing. Jesús Hernández¹ comentó: “*El principal motivo de fracaso de estos proyectos fue la inadecuada transferencia de tecnología (en su mayoría extranjera) y los problemas con las refacciones*”.

En cuanto a la prueba de Ji-cuadrada para la *tipología de productor* versus el *status del proyecto*, se encontró que existe asociación entre dichas variables. El valor fue de 10.2311 con una alta significancia (Ver Cuadro 7), lo cual era esperado por la correlación ya descrita entre la tipología de productor y la finalidad del proyecto.

¹ Coordinador estatal de PROCyMAF en Oaxaca

En el Cuadro 11, se presenta la tabla de contingencia con el número de proyectos para el *funcionamiento de la EFC* y el *grado de avance del proyecto*, indicando en cada caso entre paréntesis los porcentajes por filas para dichas variables explicativas, tanto para éxito como fracaso.

Cuadro 11. Tabla de contingencia para funcionamiento de la EFC y grado de avance del proyecto.

Status	Funcionamiento de la EFC		Grado de avance del proyecto	
	Si empresa	No empresa	Continuación	Nuevo
Éxito	49 (66.22)	25 (33.78)	38 (51.35)	36 (48.65)
Fracaso	6 (27.27)	16 (72.73)	5 (22.73)	17 (77.27)
Total	55 (42.71)	41 (57.29)	43 (44.79)	53 (55.21)

La variable *funcionamiento de la EFC* contiene dos niveles: *si empresa*, la cual indica que el ejido o comunidad tiene una EFC consolidada; y *no empresa*, en caso de que no exista la EFC, se encuentre inactiva o en proceso de integración.

En relación al *funcionamiento de la EFC* versus el *status de un proyecto* maderable, la prueba de independencia de Ji-cuadrada fue de 10.5111 con una alta significancia (Ver Cuadro 7), lo que indica que el status de un proyecto depende fuertemente del funcionamiento de la EFC.

Por último, el *grado de avance del proyecto* también influye en el status del mismo, el valor de Ji-cuadrada fue de 5.6188 con una significancia de 0.018 (Ver Cuadro 7). Los porcentajes por fila del Cuadro 11, muestran que para proyectos nuevos se tiene que el 77.27% de los proyectos fracasan, y en proyectos que son continuación o ampliación el 51.35% son exitosos.

En el inicio de la investigación dentro del bloque económico se contemplaron como variables explicativas a: Programa de Manejo Forestal (PMF) y Prestadores de Servicios Técnicos Forestales (PSTF). En el levantamiento se encontró que todos los ejidos y comunidades contaban con PMF y PSTF, salvo dos casos que en esos momentos no contaban con PSTF por situaciones coyunturales.

Para explorar la correlación de las variables explicativas del bloque económico versus el *status del proyecto*, y la colinealidad entre las variables explicativas, se presenta en el Cuadro 12 la matriz de correlaciones tetracórica correspondiente al bloque económico.

Cuadro 12. Matriz tetracórica del bloque económico.

Bloque económico	Variables	Status	Finalidad del proyecto						Tipología de productor			Funcionamiento de la EFC		Avance del proyecto	
Variables	Nivel	Éxito	Abastecimiento	Aprovechamiento	Aserradero (Adquisición)	Aserradero (Equipamiento)	Estufas	Muebles	II	III	IV	Si empresa	No empresa	Continuación.	Nuevo.
Status	Éxito	1													
Finalidad del proyecto	Abastecimiento	0.177	1												
	Aprovechamiento	1	-1	1											
	Aserradero (Adquisición)	-0.458	-1	-1	1										
	Aserradero (Equipamiento)	0.367	-1	-1	-1	1									
	Estufas	-0.151	-1	-1	-1	-1	1								
	Muebles	-0.230	-1	-1	-1	-1	-1	1							
Tipología de productor	II	-0.474	0.524	-1	0.224	-1	-1	-1	1						
	III	-0.395	-0.262	-0.070	0.869	-1	-1	-1	-1	1					
	IV	0.513	-0.029	0.170	-0.856	1	1	1	-1	-1	1				
Funcionamiento de la EFC	Si empresa	0.542	0.010	-0.111	-0.183	-0.002	0.193	0.256	-0.461	-0.268	0.382	1			
	No empresa	-0.542	-0.010	0.111	0.183	0.002	-0.193	-0.256	0.461	0.268	-0.382	-1	1		
Avance del proyecto	Continuación	0.426	0.411	-0.178	-0.282	-0.036	0.259	-0.283	-1	-0.337	0.478	0.354	-0.354	1	
	Nuevo	-0.426	-0.411	0.178	0.282	0.036	-0.259	0.283	1	0.337	-0.478	-0.354	0.354	-1	1

Del Cuadro 12, se desprende que las variables dentro del bloque económico que tienen correlación positiva con el éxito de un proyecto maderable son: *finalidad del proyecto* (abastecimiento, aprovechamiento y equipamiento), *tipología de productor* (tipo IV), *funcionamiento de la EFC* (Si empresa) y el *grado de avance del proyecto* (continuación o ampliación).

La matriz de correlación del bloque económico (Ver Cuadro 12) muestra que existe una alta correlación, entre la *finalidad del proyecto* (adquisición o instalación de aserraderos, equipamiento de aserraderos, muebles y estufas de secado), con la variable *tipología de productor* (II, III y IV). Observando esta situación se deben considerar únicamente una de estas dos variables en el modelo logístico. Fue utilizada la variable *finalidad del proyecto*, la cual segrega de mejor forma la población de estudio, caso contrario de la variable *tipología de productor* que concentra el 75% de los proyectos maderables en el tipo IV.

Por lo tanto, las variables dentro del bloque económico a incluir en el modelo logístico asociado con la probabilidad de éxito son: abastecimiento forestal, equipamiento de aserraderos, si empresa y continuación o ampliación de proyectos maderables.

Se excluyó la variable de aprovechamiento forestal, porque predice exactamente el éxito (Ver cuadro 10), es decir si un proyecto fue para aprovechamiento forestal es garantía de éxito, y no es necesario considerar el resto de variables explicativas. Esta situación es un caso especial de lo expuesto por López *et al.*

(2010:561); Madrid *et al.* (2009:187); Merino (2004:26) y, Ostrom y Ahn (2003:184 y 197), quienes con base en estudios de caso argumentan que los factores que desencadenan un manejo colectivo exitoso del recurso forestal son multifactoriales e interrelacionados entre ellos, y dependen de los contextos en donde se desarrollan.

Al respecto, el Ing. Adolfo Chávez² expone un argumento similar a la pregunta: ¿Cuál considera es la principal variable que influye positivamente en el éxito de un proyecto maderable?, a la cual respondió *“No existe una única variable, son muchas condiciones que tienen que conjugarse, entre otras: la transparencia, el buen flujo de información en el manejo de los recursos (asambleísmo), el liderazgo de los representantes, la asistencia técnica, el acompañamiento institucional, etc.”*.

Como resultado del análisis, las variables explicativas que tienen una correlación negativa con el éxito de un proyecto maderable son: adquisición o instalación de aserraderos, finalidad de muebles y estufas de secado, no empresa y proyectos nuevos. Este conjunto de variables explicativas serán consideradas en la construcción del modelo logístico asociado al fracaso.

² Coordinador estatal de Michoacán en la etapa PROCyMAF II

6.2.3. Bloque Ambiental

La variable utilizada fue la relación de superficie forestal respecto de la superficie total. Se consideró una *superficie forestal alta* si el ejido o comunidad cuenta con un capital natural de cuando menos la mitad de su territorio, en caso contrario una *superficie forestal baja*.

En el Cuadro 13, se presenta la tabla de contingencia con el número de proyectos, indicando en cada caso entre paréntesis los porcentajes por filas de la variable relación superficie forestal, tanto para éxito como fracaso.

Cuadro 13. Tabla de contingencia para la relación superficie forestal.

Status	Relación de superficie forestal	
	Alta (≥ 0.5)	Baja (< 0.5)
Éxito	62 (83.78)	12 (16.22)
Fracaso	13 (59.09)	9 (40.91)
Total	75 (78.13)	21 (21.87)

El valor de la prueba de independencia de Ji-cuadrada fue de 6.0505 con una alta significancia estadística (Ver Cuadro 7), lo que indica una fuerte relación entre estas variables, la revisión de los porcentajes y valores observados en la diagonal principal del Cuadro 13, muestran una tendencia al éxito (83.78%) cuando la relación de superficie forestal es alta.

Adicionalmente, se exploró la influencia de la presión demográfica, medida como la relación de superficie forestal por hogar. Se estudió únicamente los núcleos agrarios cuyo nombre era el mismo que el de la localidad, lo anterior para estimar el número de hogares del núcleo agrario en base a la localidad, lo cual se dio en

60 de los 96 proyectos maderables. En los 60 proyectos considerados la relación fue mayor a 10, es decir, un hogar ejerce presión en 10 o más hectáreas de bosque o selva. Este resultado evidencia la baja presión de la población sobre los recursos forestales y por tanto no es un factor explicativo del éxito o fracaso en los proyectos maderables.

Con relación, a la influencia de la presión demográfica sobre el estado de los recursos forestales, Agrawal (1995), realizó una investigación en la región de Kumaon, situada en la parte central del Himalaya indio, en la que encontró que factores estructurales de carácter general como la presión demográfica (superficie de la tierra que dispone cada habitante) y la expansión de mercados, no son las variables más apropiadas para explicar el estado de los bosques, señala que variables sociales e institucionales amortiguan los posibles efectos negativos, y que el funcionamiento y organización de las instituciones locales (capital social) tienen mayor relevancia para el buen estado de los bosques.

6.3. Regresión Logística Múltiple

En el estudio de un fenómeno social que se sabe depende de múltiples factores, es incorrecto utilizar modelos individuales de la variable respuesta contra cada una de las variables explicativas, debido a que la explicación o aportación que realiza una variable depende de la presencia o ausencia de otras variables explicativas. Por tal razón, lo correcto es realizar un análisis que incluya a todo el conjunto de variables explicativas que se considera influyen en la variable respuesta.

De igual forma, en la utilización de los métodos estadísticos es necesario considerar el número mínimo de observaciones que la técnica requiere para generar estimadores confiables, y no menos importante es tener presente el esquema de muestreo utilizado, pues de ello depende la obtención de inferencias confiables de la población.

López *et al.* (2010:560) exploraron los factores socioculturales e institucionales que mejor se correlacionan con el éxito de las EFC en México, obtuvieron como resultados que el manejo y organización forestal (capital social), el grado de gobernabilidad y el desarrollo económico se correlacionan de mejor forma con el éxito. Por el contrario, la antigüedad del núcleo agrario, la emigración, el parcelamiento, la pérdida del uso comunal del capital natural y la antigüedad con plan de manejo forestal se correlacionaron con procesos de fracaso. Para ello emplearon una muestra aleatoria de 16 núcleos agrarios, localizados ocho en Durango y ocho en Michoacán, utilizaron modelos con tendencia lineal y logarítmica que incluían sólo a la variable respuesta y una variable explicativa

(modelos individuales), no consideraron la interacción entre las variables explicativas y el número de observaciones fue reducido.

Por su parte, Agrawal (1995) estudió la relación del buen estado de los bosques (variable respuesta dicotómica) de la región de Kumaon del Himalaya indio, con factores como la presión demográfica, la aplicación de las normas y eficacia de las instituciones locales, y las fuerzas del mercado de la economía local. Para ello utilizó 279 observaciones a las cuales ajustó un modelo de regresión logística múltiple, encontrando que el modelo generado permitía clasificar bien los datos (el 86% de las observaciones están clasificadas correctamente), todos los indicadores de buen ajuste se cumplieron satisfactoriamente, y la interpretación de los coeficientes del modelo de regresión logística, explican en buena medida el estado de los bosques.

Martínez y Sexto (2007:88-89) determinaron los factores que afectan la probabilidad de éxito en los proyectos productivos de desarrollo social en México, que financió el Programa de Atención a Jornaleros Agrícolas (PAJA), de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), utilizaron una muestra de 407 beneficiarios, consideraron como variable respuesta el estado del proyecto (éxito o fracaso), determinaron ocho variables explicativas relacionadas con el éxito de los proyectos productivos, con las cuales generaron un modelo de regresión logística múltiple para conocer la aportación y significancia de las variable. Encontraron que la forma en que los beneficiarios trabajan el proyecto (individual o grupal), la entrega del recurso económico a tiempo y la satisfacción de los beneficiarios con

el proyecto otorgado, tienen una aportación significativa para explicar la probabilidad de éxito. Todos los indicadores de bondad de ajuste del modelo se cumplieron satisfactoriamente y los resultados obtenidos fueron los esperados.

Con base en las experiencias del uso de los modelos logísticos en este tipo de estudios, se considera a la regresión logística múltiple como la técnica idónea para conocer la influencia que tienen las variables explicativas sobre la probabilidad de éxito o fracaso de los proyectos maderables y su correspondiente significancia.

6.3.1. Modelo Asociado a la Probabilidad de Éxito

Este modelo fue construido considerando las variables explicativas, que a través de las medidas de asociación, correlación y la experiencia de los informantes clave, se determinó que se relacionan positivamente con el éxito de un proyecto forestal maderable. En el Cuadro 14, se presentan los resultados de la regresión logística.

Cuadro 14. Resultados del modelo completo asociado a la probabilidad de éxito.

Variables (factores)	Coeficientes	Error estándar	Z	Valor p	Intervalo de confianza (90%)	
Capital social alto	3.33	1.03	3.21	0.001	1.62	5.03
No indígena	1.71	0.83	2.06	0.040	0.34	3.08
Equipamiento	1.80	1.01	1.78	0.075	0.14	3.47
Abastecimiento	0.40	0.92	0.44	0.661	-1.12	1.93
Si empresa	0.39	0.80	0.49	0.625	-0.94	1.73
Proyecto continuación	1.17	0.93	1.26	0.207	-0.36	2.70
Relación forestal alta	1.65	0.79	2.08	0.037	0.35	2.95
Constante de ajuste	-2.92	0.99	-2.92	0.003	-4.57	-1.27

En el Cuadro 14, la columna de “Coeficientes” indica la contribución relativa de los factores a la probabilidad de éxito, y la columna de “Valor p” presenta la significancia estadística. Considerando sólo a los coeficientes que resultaron estadísticamente significativos ($\alpha < 10\%$), se procedió a realizar un refinamiento en el modelo asociado a la probabilidad de éxito. Se incluyeron sólo las variables de: capital social alto, no indígena, equipamiento y superficie forestal alta, mismas que resultaron significativas. Los resultados del modelo logístico refinado asociado con el éxito se presentan en la Cuadro 15.

Cuadro 15. Resultados del modelo refinado asociado a la probabilidad de éxito.

Variables (factores)	Coeficientes	Error estándar	Z	Valor p	Intervalo de confianza (90%)	
Capital social alto	3.84	0.90	4.26	0.000	2.36	5.32
No indígena	1.28	0.70	1.84	0.066	0.13	2.43
Equipamiento	2.04	0.95	2.14	0.032	0.47	3.60
Relación forestal alta	1.74	0.80	2.16	0.031	0.42	3.07
Constante de ajuste	-2.38	0.92	-2.58	0.010	-3.90	-0.87

De donde, el modelo logístico refinado para el éxito es:

$$P(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}} \text{ con;}$$

$$z = -2.38 + 3.84 * \text{Capital social alto} + 1.28 * \text{No indígena} + 2.04 * \text{Equipamiento} + 1.74 * \text{Relación forestal alta}$$

Utilizando los coeficientes del modelo presentado en el Cuadro 15, se determinó el porcentaje en que contribuye cada uno los factores a la probabilidad de éxito, los resultados se muestran en la Figura 6.

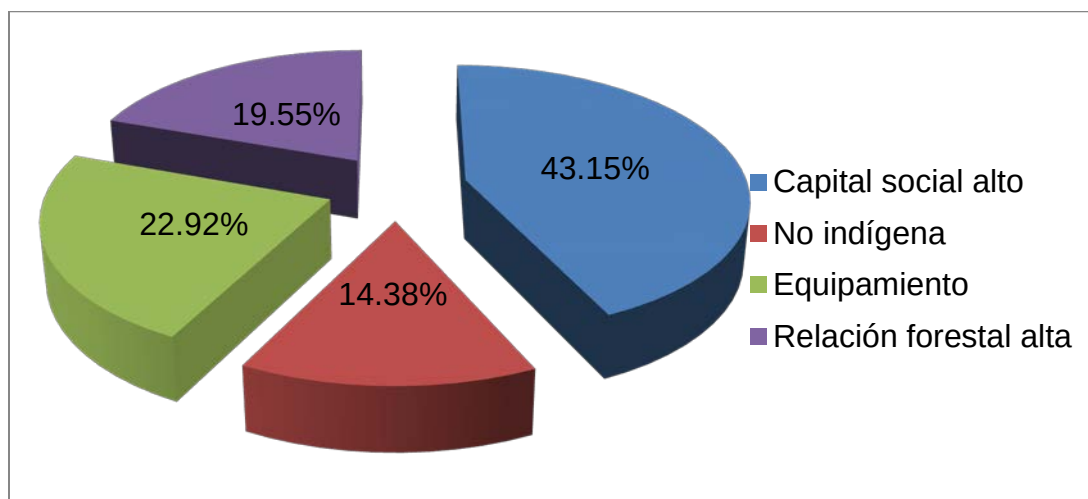


Figura 6. Contribución de los factores a la probabilidad de éxito.

Las pruebas de bondad de ajuste del modelo refinado fueron altamente satisfactorias, el logarítmico de la verosimilitud sólo con la constante de ajuste fue de -51.67. Una vez incorporadas las variables explicativas y después de cinco iteraciones el logaritmo de la verosimilitud resultante fue -30.29, que implica una reducción del 41.38%. La prueba de χ^2 para la bondad de ajuste del modelo fue de 42.75 con una alta significancia (0.000), la tabla de clasificación muestra que el modelo clasifica correctamente el 87.50% de las observaciones y por último la prueba de Hosmer y Lemeshow arrojó un valor de $\chi^2=1.91$ con una significancia de 86.10% lo que indica un buen ajuste del modelo logístico.

El nivel de capital social resulta crucial para el éxito o fracaso de los proyectos maderables (Barton y Merino, 2004:73), (Madrid *et al.*, 2009:186). El modelo logístico refinado exhibe lo expuesto por Agrawal, (1995) quien encontró que la presencia de instituciones locales fuertes (capital social alto), amortigua los efectos negativos de casi todos los factores adversos del éxito en las EFC.

En cuanto a la relación superficie forestal alta es factible pensar que aquellos ejidos y comunidades forestales que tienen un alto aprovechamiento forestal pueden sufragar algunos costos que no se tenían previstos en el proyecto técnico, a diferencia de quienes únicamente cuentan con los recursos mínimos para el proyecto. Por lo tanto este factor contribuye positivamente a la probabilidad de éxito en los proyectos maderables.

El aspecto que tiene mayor contribución para explicar la probabilidad de éxito es el bloque social con 57.53%, seguido del bloque económico con 22.92% y por último el bloque ambiental con 19.55%.

Considerando la significancia estadística de la variable operación de la EFC (Ver Cuadro14), ésta resultó no contribuir a la probabilidad de éxito, el resultado es interpretado en el sentido de que en los ejidos y comunidades forestales la figura de EFC todavía no se encuentra del todo aterrizada y por tanto su adopción ha sido limitada. En el informe de CONAFOR (2003:81-85), se reportó que debido a las dificultades de los ejidos y comunidades para tomar acuerdos sólo 50% de las EFC constituidas se encuentra operando.

Otro motivo es que en México la mayoría de las EFC se encuentran supeditadas a la asamblea comunal (estructura administrativa tradicional) y no cuentan con una administración independiente (estructura gerencial) que les permitan enfrentar los retos del nuevo mercado, como referencias del modelo gerencial se tienen los casos de Ixtlán de Juárez y Pueblos Mancomunados en la Sierra Norte de Oaxaca CONAFOR (2003:81-85).

Un resultado interesante, es que la probabilidad de éxito no está condicionada por el grado de avance del proyecto (Ver Cuadro 14), es decir, si es continuación o es nuevo, este hallazgo tiene como sustento en que para emprender proyectos con mayor grado de avance (ampliación) se requiere mayor inversión, mercados especializados, amplia disponibilidad de materia prima, transferencia de nueva

tecnología, procesos administrativos más complejos, entre otros. Por tanto antes de intentar ampliar la industria forestal maderable los ejidos y comunidades, deben realizar estudios de mercado y en función de los resultados tomar la decisión de apostar o no por una ampliación en sus operaciones. Este resultado exhibe la prioridad que otros factores tienen por encima del grado de avance del proyecto.

El grupo de informantes clave indicaron que las variables que condicionan el éxito de un proyecto maderable son: en Oaxaca, básicamente la parte de organización (capital social) y los PSTF; en Michoacán, son muchas variables que tienen que conjugarse como la transparencia, el buen flujo de información en el manejo de los recursos (asambleísmo), el liderazgo de los representantes, la asistencia técnica, acompañamiento institucional; en Jalisco, el funcionamiento de los órganos de gobierno, funcionamiento de las asambleas, contar con un reglamento para el aprovechamiento forestal, la apropiación de las actividades forestales, la formación de técnicos comunitarios, la rendición de cuentas y la transparencia; y en Guerrero, la existencia de un acompañamiento permanente por parte de la institución y del prestador de servicios técnicos así como el fortalecimiento del capital social de los ejidos y comunidades.

6.3.2. Modelo Asociado a la Probabilidad de Fracaso

En la construcción de este modelo se emplearon las variables explicativas en las que se encontró una relación negativa con el éxito de un proyecto maderable. Es decir, los factores que favorecen la probabilidad de fracaso. En el cuadro 16, se presentan los resultados de la regresión logística.

Cuadro 16. Resultados del modelo completo asociado a la probabilidad de fracaso.

Variables (factores)	Coeficientes	Error estándar	z	Valor p	Intervalo de confianza (90%)	
Capital social bajo	-5.39	1.68	-3.21	0.001	-8.15	-2.63
Capital social medio	-3.33	1.22	-2.73	0.006	-5.33	-1.32
Si indígena	-2.07	1.19	-1.85	0.064	-3.91	-0.23
Adquisición	-0.98	1.16	-0.84	0.398	-2.88	0.93
Estufas de secado	-2.63	1.17	-2.24	0.025	-4.56	-0.70
Muebles	-3.25	1.23	-2.63	0.008	-5.28	-1.22
No empresa	-0.71	0.95	-0.75	0.425	-2.27	0.85
Proyecto nuevo	-1.17	0.99	-1.18	0.238	-2.80	0.46
Relación forestal baja	-1.27	0.80	-1.58	0.114	-2.59	0.05
Constante de ajuste	7.47	1.75	4.28	0.000	4.60	10.34

En el Cuadro 16, la columna de “Coeficientes” indica la contribución relativa de los factores a la probabilidad de fracaso, y la columna de “Valor p” presenta la significancia estadística. Considerando sólo a los coeficientes que resultaron estadísticamente significativos ($\alpha < 10\%$), se procedió a realizar un refinamiento en el modelo asociado a la probabilidad de fracaso. Se incluyeron sólo las variables de: *capital social bajo y medio, si indígena, estufas de secado y muebles*, mismas que resultaron significativas, además se incluyó la variable *relación forestal baja*, la cual bajo el modelo refinado resultó ser significativa. Los resultados del modelo logístico refinado asociado con el fracaso se presentan en la Cuadro 17.

Cuadro 17. Resultados del modelo refinado asociado a la probabilidad de fracaso.

Variables (factores)	Coeficientes	Error estándar	z	Valor p	Intervalo de confianza (90%)	
Capital social bajo	-6.50	1.54	-4.22	0.000	-9.03	-3.96
Capital social medio	-4.12	1.13	-3.65	0.000	-5.97	-2.26
Si indígena	-2.23	0.80	-2.80	0.005	-3.54	-0.92
Estufas de secado	-2.22	1.11	-2.01	0.045	-4.04	-0.40
Muebles	-3.11	1.14	-2.72	0.006	-4.99	-1.23
Relación forestal baja	-1.35	0.77	-1.76	0.079	-2.62	-0.09
Constante de ajuste	6.64	1.48	4.48	0.000	4.20	9.08

De donde, el modelo logístico refinado para el fracaso es:

$$P(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}} \text{ con:}$$

$$z = 6.64 - 6.50 * \text{Capital social bajo} - 4.12 * \text{Capital social medio} - 2.23 * \text{Si indígena} - 2.22 * \text{Estufas de secado} - 3.11 * \text{Muebles} - 1.35 * \text{Relación forestal baja}$$

Utilizando los coeficientes del modelo presentado en el Cuadro 17, se determinó el porcentaje en que contribuyó cada uno los factores a la probabilidad de fracaso, los resultados se muestran en la Figura 7.

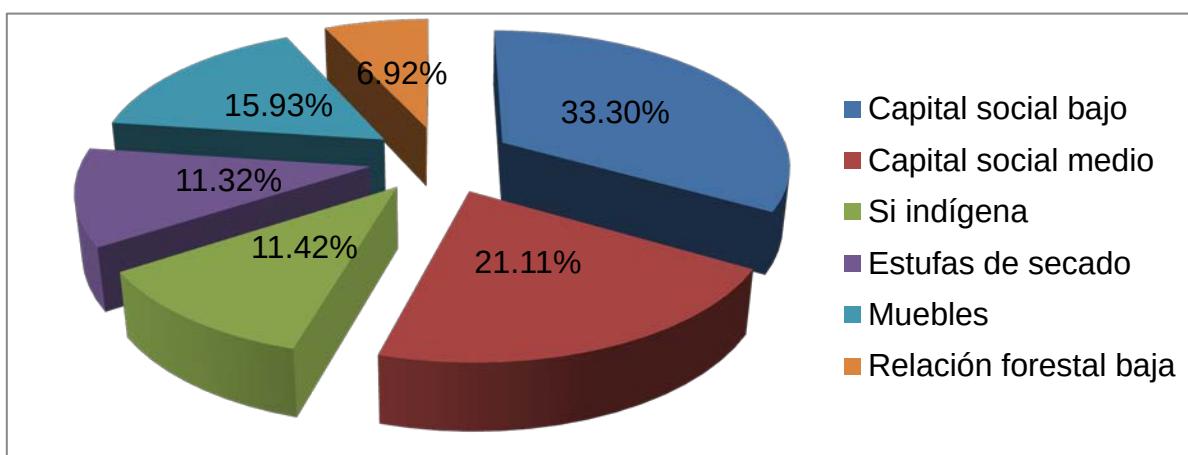


Figura 7. Contribución de los factores a la probabilidad de fracaso.

Las pruebas de bondad de ajuste del modelo refinado son altamente satisfactorias, el logarítmico de la verosimilitud, sólo con la constante de ajuste fue -51.67. Una vez introducidas las variables explicativas y con cinco iteraciones, el logaritmo de la verosimilitud fue de -26.35, que implica una reducción de 49%. La prueba de χ^2 para la bondad de ajuste del modelo fue de 50.63 con una alta significancia (0.000), la tabla de clasificación muestra que el modelo clasifica correctamente el 87.50% de las observaciones, y por último la prueba de Hosmer y Lemeshow arrojó un valor de $\chi^2=1.98$ con una significancia de 73.90% lo que indica un buen ajuste del modelo logístico.

Los aspectos que explican la probabilidad de fracaso de los proyectos maderables son: el bloque social con un 65.83%, el económico con un 27.25% y el ambiental con 6.92%. El modelo logístico asociado al fracaso muestra que el nivel de capital social (bajo y medio) explican más de la mitad (54.41%) de la probabilidad de fracaso.

Al respecto del nivel de capital social (bajo y medio) Barton *et al.* (2007:4) señalan que muy probablemente ejidos y comunidades forestales clasificadas como “tipo I” detuvieron su aprovechamiento maderable debido a problemas internos, falta de acuerdos y desorganización. Es decir, un nivel capital social pobre de los ejidos y comunidades forestales, un capital social bajo o medio es un factor que inhibe la presencia de EFC exitosas. De igual forma, Lujan (2003:271) señala al nivel de capital social bajo como uno de los factores que inhiben el éxito en proyectos de MFC.

La condición de indigenismo es un factor que contribuye a la probabilidad de fracaso, este hallazgo puede considerarse en contra de los objetivos de los programas sociales de combate a la pobreza, los cuales en su mayoría impulsan proyectos de desarrollo social en poblaciones preferentemente indígenas. Sin embargo el resultado obtenido en los proyectos maderables muestra que los esfuerzos realizados en los ejidos y comunidades indígenas no han sido suficientes, por lo que es necesario impulsar y continuar estrategias de fortalecimiento del capital social como pueden ser: la formación de técnicos comunitarios, el intercambio de experiencias comunitarias y los foros regionales de recursos naturales entre ejidos o comunidades.

Otro aspecto que se debe de considerar por parte de los programas del gobierno mexicano, es la contratación de promotores que hablen la lengua indígena de la región ya que esta situación genera confianza de los ejidos y comunidades hacia los programas de política forestal y facilita la comunicación entre promotores y autoridades comunitarias.

El modelo logístico asociado al fracaso permite ver que si la finalidad del proyecto está relacionada con actividades productivas secundarias, como la fabricación de muebles, molduras o el estufado de la madera, los proyectos son proclives al fracaso, lo anterior no quiere decir que la realización de este tipo de proyectos sea inútil, sino que son más complejos, el análisis señala que se debe de poner especial atención a este tipo de proyectos, cuidando que el estudio de factibilidad

considere todos los aspectos técnicos y financieros que permitan determinar la viabilidad o no del mismo.

La superficie forestal mínima encontrada fue de 556.3 ha y la máxima de 52,714 ha. Al respecto, Barton (2011) señala que existen EFC exitosas en superficies menores a 500 ha de bosque. Un ejemplo es el ejido Barranca del Calabozo en el Estado de Jalisco que tiene una superficie forestal de 556.3 ha y una superficie total del 2,073 ha, su relación superficie forestal es baja (0.26), pero el ejido tiene un nivel de capital social alto, su aserradero ejidal funciona adecuadamente, lo que les permitió adquirir una estufa de secado para darle un valor agregado a su producto.

El caso de la adquisición o instalación de los aserraderos, es debido a que en su mayoría fueron portátiles y de procedencia extranjera, específicamente Wood Mizer, no se tomaron las precauciones necesarias en la transferencia de esta tecnología, aunado a este problema, el cierre de la planta en el Estado de Veracruz con lo cual se tuvieron problemas con el suministro de las refacciones.

Nuevamente resalta la situación de la operación de las EFC, el modelo logístico asociado al fracaso muestra que la disfuncionalidad de las EFC no es significativa para explicar la probabilidad de fracaso; lo anterior muy probablemente tenga sus causas debido a que los ejidos y comunidades forestales no han integrado propiamente EFC gerenciales si nos mas bien unidades forestales de producción maderable (sistemas tradicionales) que se encuentran administrativas por las

autoridades ejidales o comunales en turno, lo cual no da posibilidad de transparencia financiera, proyectos de largo plazo y una administración eficiente.

La puesta en marcha de un proyecto nuevo sin duda alguna conlleva un mayor riesgo y por tanto será más proclive al fracaso, esta situación no es significativa para la probabilidad de fracaso pues existen otros factores como el nivel de capital social alto amortiguan el grado de avance del proyecto.

Al igual que el capital social es clave del éxito en las acciones que emprendan los ejidos y comunidades forestales (Madrid *et al.*, 2009:186), el acompañamiento de los programas es fundamental para detectar a tiempo los factores de fracaso, y apoyar a los ejidos y comunidades a resolver sus problemas en la operación.

Las principales causas del fracaso de los proyectos maderables de acuerdo con la información proporcionada por los informantes clave son: la falta de acuerdos al interior (21.62%), el desinterés que tienen las nuevas autoridades o los miembros del ejido o comunidad (13.51%), la desorganización interna (10.81%), los problemas relacionados al narcotráfico (8.11%), la falta de capacitación técnica (5.41%), los problemas de litigios (5.41%), el suministro de refacciones (5.41%), la tala clandestina (5.41%), los grupos internos (5.41%), la corrupción (2.70%), mala asesoría técnica (2.70%), contratos de luz (2.70%), falta de rentabilidad (2.70%), problemas con el suministro de materias primas (2.70%), los problemas de integración en el aprovechamiento forestal (2.70%), y los partidos políticos (2.70%).

Los resultados obtenidos son estadísticamente válidos para la población de estudio, sin embargo, como señala López *et al.* (2010:561), cada ejido o comunidad presenta condiciones particulares, por tanto deben construir su propia plataforma para convertir los procesos colectivos en acciones de buen manejo.

Lo mismo ocurre con los factores que condicionan el éxito o fracaso de las EFC, en los que se debe de dar un seguimiento individualizado a cada ejido o comunidad para detectar sus fortalezas y debilidades, algunos aspectos a considerar son: la rendición de cuentas, el asambleísmo, el monitoreo de los cambios de autoridades, el respeto a los acuerdos, la toma de decisiones, los reglamentos formales e informales, la participación de los miembros, la asesoría técnica, la capacitación, y la administración independiente de la EFC, entre otros.

7. CONCLUSIONES

La consideración de factores sociales, económicos y ambientales en la implementación de proyectos maderables de ejidos y comunidades forestales, representa la diferencia entre el éxito o fracaso. De esta forma, con los resultados obtenidos se generan las siguientes conclusiones:

- Los factores que condicionaron la probabilidad de éxito de los proyectos maderables financiados por el PROCyMAF II son: a) el capital social alto con 43.15%, b) la condición no indígena con 14.38%, c) la finalidad del proyecto para modernización o equipamiento de aserraderos con 22.92% y d) la relación de superficie forestal alta con el 19.55%.
- Los factores que contribuyen a la probabilidad de fracaso de los proyectos maderables financiados por el PROCyMAF II son: a) el capital social bajo con 33.30%, b) el capital social medio con 21.11%, c) la condición indígena con 11.42%, d) la finalidad del proyecto para estufas de secado con 11.32%, e) la fabricación de muebles y molduras con 15.93% y f) la relación superficie forestal baja con un 6.92%.
- El capital social es el factor más importante para explicar tanto la probabilidad de éxito como la de fracaso, el nivel de capital social alto influyó en poco más de 43% a la probabilidad de éxito y el nivel de capital social bajo y medio explicaron casi 55% de la probabilidad de fracaso.

- El bloque social tienen la mayor contribución para explicar tanto la probabilidad de éxito como la de fracaso con 57.53% y 65.83% respectivamente.
- Con base en la situación de los proyectos maderables, se puede sostener que PROCyMAF II, fue un proyecto exitoso, argumentando que el 77% de los proyectos maderables que financió continúan funcionando a cuatro años de haber concluido esta etapa, además se generaron 1,352 empleos directos en las EFC, y el periodo de recuperación de la inversión en los proyectos maderables muy probablemente será alcanzado. En buena medida el éxito de PROCyMAF II tiene como fundamento el acompañamiento permanente y el fortalecimiento del capital social de los ejidos y comunidades forestales.
- Los proyectos maderables objeto de la investigación, fueron parte de las EFC de los ejidos y comunidades, por tanto existe una alta correlación entre el éxito o fracaso de los proyectos maderables, y el éxito o fracaso de las EFC. De donde, los factores sociales, económicos y ambientales que condicionan el éxito o fracaso de las EFC, fueron determinados y medidos indirectamente en esta investigación.

8. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados y conclusiones de la investigación, se plantean una serie de recomendaciones para atender los factores que condicionan la probabilidad de éxito o fracaso en los proyectos maderables comunitarios.

- Los programas de política pública que atienden la demanda de proyectos maderables, deben presupuestar entre 40% y 50% para acciones de: a) Planeación y organización (Evaluaciones rurales participativas, Elaboración de reglamentos, estatutos y ordenamientos territoriales comunitarios), b) Intercambio de experiencias (Seminarios entre comunidades y cursos de capacitación) y c) Encuentros regionales de participación. Es decir, acciones orientadas a fortalecer el capital social de los ejidos y comunidades forestales.
- En los ejidos y comunidades forestales indígenas, se debe promover un mayor fortalecimiento del capital social, debido a que los resultados señalan que el nivel de capital social presente, en la mayoría de los casos es insuficiente para desarrollar proyectos exitosos.
- Continuar con el fortalecimiento de las EFC para establecer reglas y acuerdos al interior de los ejidos o comunidades forestales que permitan a las EFC operar como estructuras organizativas y administrativas gerenciales, es decir, que no dependan de la mesa directiva en turno, sino más bien sujetas a un proyecto colectivo de desarrollo de largo plazo.

- Proporcionar una atención integral y completa, para ello es necesario diseñar un sistema de monitoreo y seguimiento de los ejidos y comunidades forestales que permita: a) Determinar y medir su nivel de integración en el aprovechamiento forestal (maderable y/o no maderable), b) Establecer una meta o fin común de desarrollo forestal comunitario para el corto, mediano y largo plazo, c) Evaluar los logros y avances de sus metas y objetivos y d) Articular las estrategias de los distintos programas dentro de la CONAFOR que intervienen en su desarrollo (Silvicultura comunitaria, Desarrollo forestal y Cadenas productivas).
- Impulsar la creación de capital humano en los ejidos y comunidades forestales con acciones de intercambio de experiencias, encuentros regionales, capacitación a los productores, formación de técnicos comunitarios y fomento de EFC.
- El personal operativo (promotores) encargados de implementar el Manejo Forestal Comunitario, además de contar con los conocimientos técnicos necesarios preferentemente debe pertenecer a la región en cuestión. En los ejidos y comunidades indígenas incorporar promotores que hablen la lengua indígena, pues con ello se genera confianza y una mayor comunicación entre el programa y beneficiarios indígenas.

- Otro aspecto a atender, es el relacionado con el fracaso de aserraderos ejidales o comunales por cuestiones de transferencia de tecnología o problemas con las refacciones, se recomienda un estudio en cada Estado de las características técnicas y necesidades de transferencia del paquete tecnológico, de los aserraderos que se encuentran funcionando adecuadamente, con el fin de orientar a los ejidos y comunidades que buscan adquirir un aserradero nuevo.
- Realizar un ejercicio de revisión y seguimiento puntual de los proyectos maderables del ejercicio fiscal 2012, con el objetivo de detectar factores negativos ocasionados por los procesos políticos electorales y el cambio de gobierno, mismos que incrementan la probabilidad de fracaso.
- En relación al éxito del PROCyMAF II, realizar una análisis comparativo de los subsidios que otorgó el Programa de Desarrollo Forestal (PRODEFOR) o el programa ProÁrbol, en el mismo periodo y para el mismo concepto, a fin de evaluar la pertinencia o no de proyectos con financiamiento externo.
- Finalmente, es prioritario generar una metodología que permita medir objetivamente el nivel de capital social de los ejidos y comunidades forestales, pues en la actualidad se carece de un índice de capital social de los ejidos y comunidades forestales en México.

9. LITERATURA CITADA

AGRAWAL, A. 1995. ¿Es demasiado simplista la ecuación: presión demográfica = degradación forestal?. Unasylva, FAO. 46(181):s.p. In: <http://www.fao.org/docrep/v5200s/v5200s0b.htm#TopOfPage>. Consultado el 26/11/2012.

AGRESTI, A. 2002. Categorical data analysis. 2 ed. John Wiley & Sons. New York, 710 p.

BANCO MUNDIAL. 1995. México estudio de revisión del sector forestal y conservación de recursos. Reporte 13114-ME. Washington, D.C, 159 p.

BARTON B., D. 2011. Algunas lecciones aprendidas de las investigaciones académicas: éxitos y retos en las empresas forestales comunitarias. Memorias del 1er foro nacional de silvicultura comunitaria. México D. F. s.p. In: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/37/3291Algunas%20Lecciones%20Aprendidas%20de%20las%20Investigaciones%20Academicas.pdf>.

Consultado el 26/11/2012.

BARTON B., D.; BARRY D.; MADRID S.; MERINO P., L.; y ZUÑIGA I. 2009. El manejo forestal sostenible como estrategia de combate al cambio climático: las comunidades nos muestran el camino. Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, La iniciativa para los derechos y recursos, y Ford fundation. Monterrey N.L., 40 p. In: http://www.rightsandresources.org/documents/files/doc_2019.pdf. Consultado el 16/04/2012.

BARTON B., D.; DURÁN M., E.; MERINO P., L.; TORRES R., J. M.; y VELÁZQUEZ M., A. 2007. Nueva evidencia: los bosques comunitarios de México protegen el ambiente, disminuyen la pobreza y promueven paz social. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigación y Docencia Económica, CIIDIR-OAXACA, Instituto Politécnico Nacional, Universidad Internacional de Florida. México D.F., 23 p. In: <http://www.ciga.unam.mx/investigadores/zacatucho/PDF/621Articulos/621-15.pdf>. Consultado el 30/03/2011.

BARTON B., D. y MERINO P., L. 2004. La experiencia de las comunidades forestales en México; Veinticinco años de silvicultura y construcción de empresas forestales comunitarias. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible A.C., Fundación Ford. México D.F., 272 p.

BARTON B., D.; MERINO P., L.; y BARRY D. 2007a. Los bosques comunitarios de México; Manejo sustentable de paisajes forestales. Trad. Ayari Pasquier Merino y Cecilia Lartigue. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, Florida International University. México D.F., 443 p.

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR). 2003. Gestión comunitaria para el uso sustentable de los bosques; Informe final PROCyMAF. Zapopan, Jalisco, México. 120 p.

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR). 2005. Informe anual 2004, Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (PROCYMAF II). Zapopan, Jalisco, México. 30 p.

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR). 2005a. Manual Operativo, Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (PROCYMAF II). Zapopan, Jalisco, México. 212 p.

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR). 2006. Informe anual 2005, Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (PROCYMAF II). Zapopan, Jalisco, México. 70 p.

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR). 2007. Informe anual de operación 2006, Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (PROCYMAF II). Zapopan, Jalisco, México. 53 p.

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR). 2008. Informe anual 2007, Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (PROCYMAF II). Zapopan, Jalisco, México. 36 p.

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR). 2008a. Informe final de la evaluación externa (2004-2008). Zamudio S., F.J. (Coordinador), Universidad Autónoma Chapingo. Zapopan, Jalisco, México. 137 p.

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR). 2009. Informe anual 2008, Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (PROCYMAF II). Zapopan, Jalisco, México. 37 p.

COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR). 2012. Silvicultura. Silvicultura Comunitaria. Zapopan, Jalisco, México. s.p. In: <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php/temas-forestales/silvicultura>. Consultado el 26/11/2012.

HOSMER W., D. y LEMESHOW, S. 2000. Applied logistic regression. 2 ed. John Wiley & Sons. New York, 375 p.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI). 2008. Censo Agropecuario 2007, Tabulados del IX Censo Ejidal y VIII Censo Agrícola, Ganadero, y Forestal. Aguascalientes, Ags. México. s.p. In: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/agro/ca2007/resultados_agricola/default.aspx Consultado el 26/11/2012.

LÓPEZ B., F.; VELÁZQUEZ A.; y MERINO P., L. 2010. Explorando los determinantes del buen manejo forestal comunitario. Interciencia. 35(8):560-567. In: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=33914367002>. ISSN [0378-1844](http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=33914367002). Consultado el 12/11/2012.

LEDESMA, R. D; MACBETH, G y VALERO-MORA, P. 2011. Software for Computing the Tetrachoric Correlation Coefficient. Revista latinoamericana de psicología (Colombia). 43(1):181-189. In: <http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=80520078019>. Consultado el 28/11/2012.

LUJÁN C., A. 2003. Forestería comunitaria: una acción de base para el desarrollo sustentable en México. Relaciones (México). 24(094):267-283. In <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=13709409>. Consultado el 16/04/2012.

MADRID, L.; NUÑEZ, J. M; QUIROZ, G. y RODRÍGUEZ, Y. 2009. La propiedad social forestal en México. Investigación ambiental. 1(2):179-196. In <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/gacetas/627/propiedad.pdf> Consultado el 16/04/2012.

MERINO P., L. 2003. Los bosques de México, reflexiones en torno a su manejo y conservación. Ciencias. No 072:59-67. In <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=64407211> Consultado el 16/04/2012.

MERINO L., P. 2004. Conservación o deterioro; El impacto las políticas públicas en las instituciones comunitarias y en los usos de los bosques en México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, A.C. México D.F., 331 p.

MARTINEZ B., H y SEXTO M., B. 2007. Análisis de los proyectos productivos del Programa de Atención a Jornaleros Agrícolas (PAJA) usando modelos de regresión logística. Tesis de licenciatura. Lic. en estadística, División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México. 94 p.

MUÑOZ R., M y SANTOYO C., V.H. 1999. El mercado de servicios para el medio rural; Pautas del autoempleo de los profesionales en el agro. Plaza y Valdez. México D.F., 98 p.

OSTROM E. y AHN T., K. 2003. Una perspectiva del capital social desde las ciencias sociales: capital social y acción colectiva. Trad. Cecilia Olivares. Revista Mexicana de Sociología. Año 65 Enero-Marzo. Núm. 1:155-233. In: <http://www.ejournal.unam.mx/rms/2003-1/RMS03105.pdf>. Consultado el 18/11/2012.

RAO, Y. S. 1984. Silvicultura comunitaria, Cómo lograr éxito mediante la participación popular. Unasylva, FAO. 37(147):29-35. In: <http://www.fao.org/docrep/r1340s/r1340s06.htm#TopOfPage>. Consultado el 26/11/2012.

ROJAS S., R. 2011. Guía para realizar investigaciones sociales. 36 ed. Plaza y Valdés. México D.F., 437 p.

RICHARDS M.; DAVIES J.; YARON G. y GUEVARA S., A. 2008. Manejo forestal participativo; Entendiendo sus principios económicos. Plaza y Valdez. México D.F., 388 p.

STATACORP. 2011. Data Analysis and Statistical Software (STATA) Base reference manual, Release 12. Texas. 2379 p.

10. ANEXOS

10.1. Metadatos de la Información Integrada

Variable	Descripción	Tipo de valor y/o codificación
Año	Año de ejecución del proyecto	2004, 2005, 2006, 2007, 2008
Estado	Estado	Texto
Cve_Edo	Clave INEGI del Estado	Numérico (2 dígitos)
Mpio	Municipio	Texto
Cve_Mpio	Clave INEGI de Municipio	Numérico (3 dígitos)
Loc	Localidad	Texto
Cve_Loc	Clave INEGI de Localidad	Numérico (4 dígitos)
Nucl_Agr	Nombre del Núcleo Agrario	Texto
Cve_RAN	Clave de Registro Agrario Nacional	Numérico (8 dígitos)
Indígena	Pertenece a un grupo étnico	1=Si, 0=No
Tenencia	Tipo de propiedad colectiva	Ejido, comunidad
Tipología	Tipo de productor	I,II,III, IV
Tema_proy	Tema del proyecto financiado	Texto
Fin_apoyo	Finalidad del proyecto	Abastecimiento, Aprovechamiento, Adquisición, Equipamiento, Muebles, Estufas de secado
M_Procy	Monto de apoyo del PROCyMAF	Moneda (Pesos)
M_comuni	Monto de aportación del solicitante	Moneda (Pesos)
Em_Direc	Empleos directos generados	Numérico
Em_Indir	Empleos indirectos generados	Numérico
Status	Situación actual del proyecto	1=éxito, 0=fracaso
sup_tot	Superficie total	Numérico (hectáreas)
sup_for	Superficie forestal	Numérico (hectáreas)
PMF	Tiene PMF	1=si, 0=No
Cap_Social	Nivel de capital social	Alto, Medio, Bajo
Tiene_EFC	Cuenta con EFC	1=si, 0=No
Sí_Tiene_EFC	Si tiene EFC, ¿Nivel?	En integración, consolidada
Tipo_Proy	Grado de avance del proyecto	Nuevo, continuación
InfluyoPROCyMAF	Influyó el programa PROCyMAF II	1=si, 0=No
%InfluyoPROCyMAFII	Porcentaje de influencia del PROCyMAF II	Por ciento
Tiene_PSTyP	Cuenta con un prestador de servicios técnicos	1=si, 0=No
Comentarios	Comentarios generales	Texto

10.2. Instrumento para el Levantamiento

Tema: "Factores de éxito o fracaso de los proyectos forestales maderables
financiados por el PROCyMAF II"

Encuestador: Humberto Martínez Bautista

Nombre del ejido o comunidad: _____

- 1.- ¿Cómo se encuentra el proyecto apoyado por el PROCYMAF II? 1) *Operando, funcionando* 2) *Suspendido temporalmente* 3) *Abandonado o parado.*
- 2.- ¿Nivel de capital social con el que contaba el solicitante al momento de desarrollar el proyecto? 2) *Alto* 1) *Medio* 0) *Bajo.*
- 3.- ¿El ejido o comunidad contaba con Programa de Manejo Forestal (PMF) vigente al momento de desarrollar el proyecto? 1) *Sí* 0) *No.*
- 4.- ¿El ejido o comunidad contaba con una EFC al momento de desarrollar el proyecto? 1) *Sí* 0) *No.*
- 5.- ¿En caso de contar con EFC, cuál era su grado de avance? 1) *Consolidada* 2) *En integración.*
- 6.- ¿El proyecto forestal maderable desarrollado fue? 1) *Continuación, ampliación.* 2) *Nuevo.*

7.- ¿Considera que el PROCYMAF II, influyo en éxito o fracaso del proyecto? 1) Si

2) No.

8.- En caso de Si, ¿En qué porcentaje considera influyó? _____%

9.- ¿El ejido o comunidad contaba con la asesoría permanente de un PSTF? 1) Si

2) No

10.- Con base a su experiencia, ¿Cuál es la principal variable que afecta
(Positivamente) la realización de este tipo de proyectos?

11.- Comentarios generales:

Nombre y firma del entrevistado

_____ (GRACIAS POR SU TIEMPO)

10.3. Descripción de las Técnicas Utilizadas

A continuación se presenta una breve descripción de las técnicas de investigación y los métodos estadísticos para ayudar a entender la metodología utilizada, sin pretender ser una revisión exhaustiva.

10.3.1 Entrevista Estructurada o Dirigida a Informantes Clave

Es una técnica de carácter exploratoria que se emplea en investigaciones sociales como la antropología y sociología, permite obtener información básica y abundante sobre un tema o problema de investigación. Se aplica a informantes clave, llamados así porque poseen experiencias y conocimientos relevantes sobre un tema específico, y que se encuentran localizados en la región o grupo social de estudio (Rojas, 2011:216-220).

10.3.2. Medidas de Asociación y Correlación

En investigaciones del ambiente físico y social, es de particular importancia destacar el interés que tiene el investigador por indagar si existe asociación o relación entre las variables que son objeto del estudio, esperando determinar las posibles causas del fenómeno (Rojas, 2011:417).

Para lograr lo anterior se han desarrollado diversas técnicas estadísticas que miden la magnitud de la asociación o relación entre variables, para cada medida, se tiene una prueba que nos indica si la relación encontrada es debida al azar o existe una significancia estadística. Es importante resaltar que si bien la estadística es útil para medir y explicar muchos fenómenos, de ninguna manera

debe sustituir el discernimiento lógico y la experiencia previa que el investigador tiene del fenómeno (Rojas, 2011:385).

En las ciencias sociales y de la salud, es muy frecuente encontrarse con variables categóricas, por ejemplo: el sexo, la raza, la clase social, la categoría laboral, el grupo sanguíneo, padecer o no una enfermedad, entre otras. Son variables cuya escala de medición consiste de un conjunto de categorías. Cuando las categorías no presentan un orden se le llama variable categórica nominal, por ejemplo: el tipo de religión (católica, protestante, musulmán, etc.), tipo de transporte (automóvil, bicicleta, camión, etc.). El otro tipo de variable categórica es la ordinal, cuando las categorías tienen un orden lógico, por ejemplo: la clase social (alta, media, baja), la condición de un paciente (buena, regular, mala), con datos ordinales ya tiene sentido hablar de dirección en la relación (Agresti, 2002).

10.3.2.1. Tablas de Contingencia y Prueba de Independencia

Sean X y Y dos variables categóricas, donde la variable X presenta i categorías, y la variable Y consta de j categorías. Una tabla rectangular con i filas para las categorías de X y con j columnas para las categorías de Y , que muestra la distribución conjunta de las variables, en particular cuando las celdas de la tabla contienen las frecuencias observadas recibe el nombre de tabla de contingencia, nombre introducido por Karl Pearson (1904), también se conocen como tablas de clasificación cruzadas o tablas de doble entrada (Agresti, 2002).

Las tablas de contingencia permiten examinar la relación entre dos variables categóricas (nominales u ordinales), o bien explorar la distribución que posee una variable categórica para distintas categorías de otra variable. La independencia de dos variables categóricas consiste en que la distribución de una de las variables es constante para los diferentes niveles de la otra. En una tabla de contingencia la independencia se traduce en que las frecuencias de las filas y las columnas son proporcionales. Una forma de identificar la independencia es utilizando los porcentajes ya sea por filas o columnas, y observando si estos son similares para las distintas categorías de las variables.

La independencia de dos variables categóricas, aun utilizando los porcentajes observados por filas o columnas, es difícil de detectar. Por tanto, se desarrolló la prueba de Pearson, dicha prueba se basa en la distribución probabilística Ji-cuadrada. Sirve para medir la compatibilidad existente entre el valor del estadístico χ^2 y la hipótesis de independencia, motivo por el cual es también llamada prueba de Ji-cuadrada.

La prueba de independencia de Pearson o Ji-cuadrada contrasta la hipótesis:

Ho: Las variables son independientes versus Ha: Existe asociación

El estadístico de prueba a utilizar es: $\chi^2_{cal} = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(n_{ij} - \hat{\mu}_{ij})^2}{\hat{\mu}_{ij}};$

dónde:

r = número de filas; c = número de columnas, n_{ij} = valor observado (i, j) y

$$\rho_{ij} = \frac{n_{i+} * n_{+j}}{n_{++}} = E(N_{ij}), \text{ es el valor esperado.}$$

La regla de decisión es: Rechazar H_0 si $\chi^2_{cal} > \chi^2_{(r-1)(c-1), \alpha}$

Observando la ecuación del estadístico de prueba se deduce que este valdrá cero cuando las variables sean completamente independientes, pues las frecuencias observadas y esperadas serán iguales, y su valor será grande cuando existe asociación entre las variables.

10.3.2.2. Coeficiente de Correlación Tetracórico

La correlación indica y mide la relación entre dos variables continuas o categorizadas, el sentido puede ser positivo o negativo, y la intensidad perfecta, imperfecta, nula o entre -1 y 1. En presencia de una correlación positiva a valores grandes de una variable, le corresponden valores grandes de otra variable, y viceversa cuando es negativa.

El coeficiente de correlación tetracórico estima la relación entre dos variables dicotómicas asumiendo una distribución normal bivariada subyacente, es la mejor alternativa en presencia de datos binarios (Ledesma *et al.*, 2011:182). Tiene la misma interpretación que el coeficiente de correlación de Pearson, sin embargo presenta como ventaja la posibilidad de investigar relaciones múltiples entre variables dicotómicas, y además permite analizar la relación entre variables binarias utilizando modelos multivariados para datos continuos, como el análisis

de componentes principales y el análisis de factores (STATACORP, 2011:2195-2204).

10.3.3. Regresión Logística Múltiple

La regresión logística se usa para describir la relación entre una variable respuesta (dicotómica) y una o más variables explicativas que pueden ser tanto categóricas como continuas (Hosmer y Lemeshow, 2000). Es un instrumento estadístico de uso tanto explicativo como predictivo, permite predecir la probabilidad de ocurrencia de un evento de interés, por ejemplo: el éxito o fracaso de una determinada acción, también determina que variables explicativas influyen en la ocurrencia del evento de interés, así como su contribución con su correspondiente significancia estadística.

10.3.3.1. Requisitos y limitaciones de la regresión logística

Uno de los requisitos para un análisis de regresión logística es la correcta codificación de las variables, ya se ha mencionado anteriormente la naturaleza de la variable respuesta, la cual debe de ser categórica y particularmente dicotómica. Se codifica como 1 la ocurrencia del evento de interés y como 0 la ausencia. Las variables explicativas pueden ser de tipo dicotómico, categórico o numérico, la codificación para el caso dicotómico es asignar el valor de 1 a la categoría que se cree favorece la ocurrencia del evento de interés y 0 la ausencia, cuando existe una variable que puede tomar más de dos posibles valores codificarla usando variables indicadoras o dummy, para el caso de variables numéricas es necesario categorizarlas, siempre con base en un razonamiento lógico, y por último una

variable debe de ser incluida sólo si la experiencia del investigador considera que ésta puede afectar la variable respuesta.

Además de codificar correctamente las variables, es necesario cuidar que el número de observaciones sea suficiente, y la no colinealidad entre las variables explicativas, para confiar en la validez del modelo.

- a) Los parámetros del modelo se calculan usando estimación de máxima verosimilitud, éstas sólo son válidas cuando para cada combinación de variables explicativas tenemos un número suficientemente alto de observaciones (la recomendación es: si tenemos k variables independientes es necesario tener cuando menos $10(k+1)$ observaciones). Si los parámetros estimados en el modelo son anormalmente grandes, posiblemente esta condición esté siendo violada.
- b) La colinealidad es un posible problema, si los errores típicos en la estimación de los coeficientes o los intervalos de confianza son anormalmente grandes puede estar presente este problema, se recomienda realizar una análisis de correlación de las variables explicativas, para detectar variables altamente correlacionadas.

10.3.3.2. Modelo de regresión logística

Se dice que un proceso es binomial cuando sólo tiene dos posibles resultados: éxito o fracaso, siendo la probabilidad de cada uno de ellos constante en una serie de repeticiones. La variable número de éxitos en n repeticiones, se le denomina

variable binomial, esta es la distribución probabilística que sigue la variable respuesta.

Un proceso binomial está caracterizado por la probabilidad de éxito, representada por π y la probabilidad de fracaso por ϕ , y ambas probabilidades están relacionados por $\pi + \phi = 1$. En algunas ocasiones se usa el cociente $\frac{\pi}{\phi} = \frac{\pi}{1 - \pi}$ denominado “odds” y que indica cuanto más probable es el éxito que el fracaso.

El modelo de regresión logística múltiple utilizado es:

$$\log\left(\frac{\pi}{1 - \pi}\right) = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \dots\dots\dots (1)$$

El modelo en (1) es conocido como modelo logit o modelo logístico, donde:

π : es la probabilidad de que ocurra el evento de interés.

$(x_1, x_2, \dots, x_n)$: es el vector de variables explicativas.

$(b_1, b_2, \dots, b_n)$: es el vector de coeficientes asociados a las variables explicativas.

b_0 : es la constante de ajuste del modelo.

Para un estudio e interpretación mucho más fácil del modelo logístico se realizan algunas transformaciones a la ecuación (1). Primero se utiliza e^x que es la función inversa de $\log(x)$ con lo que resulta la siguiente expresión:

$$\Rightarrow \frac{\pi}{1-\pi} = e^{b_0+b_1x_1+b_2x_2+\dots+b_nx_n} ; \text{ realizando la división por } \pi \text{ se tiene:}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{1-\pi} - 1 = e^{b_0+b_1x_1+b_2x_2+\dots+b_nx_n}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{1-\pi} = 1 + e^{b_0+b_1x_1+b_2x_2+\dots+b_nx_n}$$

Despejando π :

$$\Rightarrow 1 - \pi = \frac{1}{1 + e^{b_0+b_1x_1+b_2x_2+\dots+b_nx_n}}$$

$$\Rightarrow \pi = \frac{e^{b_0+b_1x_1+b_2x_2+\dots+b_nx_n}}{1 + e^{b_0+b_1x_1+b_2x_2+\dots+b_nx_n}}$$

Dividiendo numerador y denominador por $e^{b_0+b_1x_1+b_2x_2+\dots+b_nx_n}$, finalmente se obtiene el modelo logístico en su forma más conocida.

$$\pi = \frac{1}{1 + e^{-(b_0+b_1x_1+b_2x_2+\dots+b_nx_n)}} \dots\dots\dots (2)$$

Considerando $z = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n$, la ecuación (2) se transforma en la

función: $f(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}}$, la cual aparece en muchos campos de la matemática

aplicada.

10.3.3.3. Estimación de los parámetros del modelo logístico

Para realizar la estimación de los parámetros, se utiliza el método de estimación de máxima verosimilitud, la verosimilitud expresa la distribución conjunta de los datos observados como una función de parámetros desconocidos.

Sea (x_i, y_i) $i = 1, 2, \dots, n$ una muestra independiente de n observaciones, donde para cada una de ellas la respuesta puede ser: $y_i = 0$ o $y_i = 1$.

Sea $\mathbf{y}^T = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ donde $y_i \sim \text{Ber}(1, \pi_i)$, y $\mathbf{x}_i^T = (1, x_{i1}, \dots, x_{ik})$, la i -ésima observación para las k variables explicativas.

Así, el modelo de regresión logística puede escribirse como:

$$P[y_i = 1 | \mathbf{x}_i] = \frac{\text{Exp}\left(\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ij}\right)}{1 + \text{Exp}\left(\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ij}\right)} \dots\dots\dots (3)$$

La probabilidad de $y_i = 0$ está dada por $P[y_i = 0 | \mathbf{x}_i] = 1 - P[y_i = 1 | \mathbf{x}_i]$ entonces:

$$P[y_i = 0 | \mathbf{x}_i] = \frac{1}{1 + \text{Exp}\left(\beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ij}\right)} \dots\dots\dots (4)$$

Ahora utilizando la constante $x_{i0} = 1$, $i = 1, 2, \dots, n$. Entonces (3) y (4) son respectivamente:

$$P[y_i = 1 | \mathbf{x}_i] = \pi(\mathbf{x}_i) = \frac{e^{\beta^T \mathbf{x}_i}}{1 + e^{\beta^T \mathbf{x}_i}} \dots\dots\dots (3')$$

$$P[y_i = 0 | \mathbf{x}_i] = 1 - \pi(\mathbf{x}_i) = \frac{1}{1 + e^{\beta^T \mathbf{x}_i}} \dots\dots\dots (4')$$

Dónde: $\mathbf{x}_i^T = (x_{i0}, x_{i1}, \dots, x_{ik})$ es el vector que contiene los valores de las variables explicativas, y $\boldsymbol{\beta}^T = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k)$ es el vector de parámetros a ser estimados.

El i -ésimo logit es:

$$\lambda_i = \ln\left(\frac{\pi_i}{1-\pi_i}\right) = \sum_{j=0}^k \beta_j x_{ij} \dots\dots\dots(5)$$

La ecuación (5) es una función lineal del vector de observaciones $\mathbf{x}_i$ llamada transformación logit o logística.

A fin de obtener la estimación de máxima verosimilitud para $\boldsymbol{\beta}^T = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k)$ considere la función de densidad de probabilidades del vector $\mathbf{y}^T = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ el cual es proporcional a n funciones $Ber(1, \pi_i)$, esto es:

$$\begin{aligned} f(y_i; \pi_i) &= \prod_{i=1}^n \pi_i^{y_i} (1-\pi_i)^{1-y_i} \\ &= \prod_{i=1}^n \left(\frac{\pi_i}{(1-\pi_i)} \right)^{y_i} (1-\pi_i) \\ &= \left\{ \prod_{i=1}^n (1-\pi_i) \right\} \left\{ \prod_{i=1}^n \exp \left[\ln \left(\frac{\pi_i}{(1-\pi_i)} \right)^{y_i} \right] \right\} \\ &= \left\{ \prod_{i=1}^n (1-\pi_i) \right\} \exp \left\{ \sum_{i=1}^n y_i \ln \left(\frac{\pi_i}{(1-\pi_i)} \right) \right\} \dots\dots\dots(6) \end{aligned}$$

Ahora reemplazando (5) en (6), se obtiene:

$$f(y_i, \pi_i) = \left\{ \prod_{i=1}^n (1 - \pi_i) \right\} \text{Exp} \left\{ \sum_{i=1}^n y_i \sum_{j=0}^k \beta_j x_{ij} \right\} \dots\dots\dots (7)$$

$$= \left\{ \prod_{i=1}^n (1 - \pi_i) \right\} \text{Exp} \left\{ \sum_{j=0}^k \left(\sum_{i=1}^n y_i x_{ij} \right) \beta_j \right\}$$

Por tanto, (7) es la función de verosimilitud, y a su logaritmo natural se le suele llamar función soporte, la cual está dada por:

$$\ln f(y_i, \pi_i) = \sum_{j=0}^k \left(\sum_{i=1}^n y_i x_{ij} \right) \beta_j + \sum_{i=1}^n \ln(1 - \pi_i) \dots\dots\dots (8)$$

En la ecuación (4') se obtuvo: $1 - \pi_i = \frac{1}{1 + e^{\beta^T x_i}} = \left(1 + e^{\beta^T x_i}\right)^{-1}$ de donde:

$$\ln(1 - \pi_i) = -\ln(1 + e^{\beta^T x_i}) = -\ln\left(1 + \text{Exp}\left(\sum_{j=0}^k \beta_j x_{ij}\right)\right) \dots\dots\dots (9)$$

Ahora reemplazando (9) en (8), se obtiene:

$$\ln f(y_i, \pi_i) = \sum_{j=0}^k \left(\sum_{i=1}^n y_i x_{ij} \right) \beta_j - \sum_{i=1}^n \ln\left(1 + \text{Exp}\left(\sum_{j=0}^k \beta_j x_{ij}\right)\right) \dots\dots\dots (10)$$

La ecuación (10) es una función que no depende de π_i , ahora depende solo de β_j , entonces se denota como:

$$L(\beta) = \sum_{j=0}^k \left(\sum_{i=1}^n y_i x_{ij} \right) \beta_j - \sum_{i=1}^n \ln\left(1 + \text{Exp}\left(\sum_{j=0}^k \beta_j x_{ij}\right)\right) \dots\dots\dots (11)$$

Ahora definiendo: $t_j = \sum_{i=1}^n y_i x_{ij}$ (12)

Entonces reemplazando (12) en (11) se obtiene:

$$L(\beta) = \sum_{j=0}^k t_j \beta_j - \sum_{i=1}^n \ln \left(1 + \text{Exp} \left(\sum_{j=0}^k \beta_j x_{ij} \right) \right) \dots\dots\dots (13)$$

La ecuación (13) es una función exclusiva del vector de parámetros β , de donde por el teorema de factorización de Neyman-Fisher se tiene que para t_j ; $j = 1, 2, \dots, k$ son estadísticas suficientes para los parámetros β_j ; $j = 1, 2, \dots, k$.

La variable aleatoria t_j dada en la expresión (12) es la suma de algunos de los términos de la matriz diseño X , es decir se incluyen en la suma solamente los elementos que corresponden a una respuesta del tipo $y = 1$.

La función de verosimilitud se obtiene derivando (11) con respecto a los elementos del vector β_j e igualando a cero:

$$\frac{\partial L}{\partial \beta_j} = \sum_{i=1}^n y_i x_{ij} - \sum_{i=1}^n x_{ij} \left[\frac{\text{Exp} \left(\sum_{j=0}^k \beta_j x_{ij} \right)}{1 + \text{Exp} \left(\sum_{j=0}^k \beta_j x_{ij} \right)} \right] \dots\dots\dots (14)$$

Las ecuaciones de verosimilitud de (14) son:

$$\sum_{i=1}^n y_i x_{ij} - \sum_{i=1}^n x_{ij} \hat{\pi}_i = 0 \Rightarrow \sum_{i=1}^n x_{ij} (y_i - \hat{\pi}_i) = 0 \quad j = 0, 1, 2, \dots, k \dots\dots\dots (15)$$

$$\text{dónde: } \hat{\pi}_i = \left[\frac{\text{Exp}\left(\sum_{j=0}^k \hat{\beta}_j x_{ij}\right)}{1 + \text{Exp}\left(\sum_{j=0}^k \hat{\beta}_j x_{ij}\right)} \right]; \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n$$

Es el estimador de máxima verosimilitud de π_i , se obtiene mediante $\hat{\beta}_j$ y el vector x_i de observaciones.

La ecuación (15) en su forma matricial es: $\mathbf{X}^T(\mathbf{y} - \boldsymbol{\pi}) = \mathbf{0}$ Estas ecuaciones son muy parecidas a las ecuaciones normales obtenidas para el modelo de regresión lineal múltiple, la diferencia es que no son lineales en $\boldsymbol{\beta}$ lo cual hace que se use un método iterativo para determina los valores estimados del vector $\boldsymbol{\beta}$.

Existen dos métodos numéricos para resolver la ecuación (15), ambos se basan en iteraciones de la función de verosimilitud y son los siguientes:

1).- El algoritmo de Newton-Raphson: Es un método para resolver ecuaciones no lineales, en este caso particular para obtener los estimadores de máxima verosimilitud de los parámetros del modelo logístico, se basa en convergencia a través de iteraciones y tiene básicamente tres formas distintas de hacer esto:

- a) Diferencia absoluta de las estimaciones de los parámetros entre iteraciones.
- b) Diferencia porcentual del logaritmo de la función de verosimilitud entre iteraciones sucesivas.

c) Especificar el número máximo de iteraciones.

2).-Durante el proceso de iteración, si $\hat{\pi}_i(1 - \hat{\pi}_i)$ es menor que 1×10^{-8} para todos los casos, la función de verosimilitud es cercana a cero, en tal situación el proceso iterativo se detiene, esto asegura que todos los parametros tienen valores estimados cercanos a 1 ó 0.

10.3.3.4. Pruebas de bondad de ajuste

Siempre que se construye un modelo de regresión logístico es fundamental, antes de obtener conclusiones del mismo, corroborar que el modelo obtenido se ajusta efectivamente a los datos. Algunas medidas globales del ajuste son:

- Desviación del modelo. Es una medida del grado de la diferencia entre las frecuencias observadas y predichas por el modelo, de manera que a mayor desviación, peor es el modelo. Su cálculo es -2 veces el logaritmo neperiano de la verosimilitud del modelo. Idealmente el modelo final, debería tener la menor desviación de los modelos analizados.
- Prueba de Hosmer-Lemeshow. Cuando los patrones de las variables explicativas siguen una distribución normal asintótica, la χ^2 residual de Pearson y la desviación de residuos no se ajustan bien a una distribución χ^2 . Por ello en general será más apropiada la prueba de Hosmer-Lemeshow, que agrupa los n sujetos en m patrones según criterios estadísticos. En concreto, los sujetos se agrupan en una tabla de

contingencia de 10 x 2 de la que puede construirse un estadístico que seguirá una distribución χ^2 con 8 grados de libertad. La ausencia de significancia indica un buen ajuste del modelo logístico.

- Tablas de clasificación. La ecuación del modelo proporciona una probabilidad $P(Y=1|X)$, lo que permite predecir a partir de ella para cada sujeto un valor de (Y_{pred}), tal que si $P(Y=1|X) \leq 0.5$ entonces $Y_{pred}=0$, y si $P(Y=1|X) > 0.5$ entonces $Y_{pred}=1$. Estos valores predichos de Y pueden enfrentarse a los valores reales de (Y_{obs}) de la muestra, obteniendo una tabla de clasificación 2x2 (Ver Cuadro 18) de la que es posible determinar el porcentaje de clasificaciones correctas.

Cuadro 18. Tabla de clasificación.

GRUPO ACTUAL (Observados).	GRUPO ESTIMADO (Predichos)		TOTAL MARGINAL
	EXITO	FRACASO	
ÉXITO	n_{11}	n_{12}	$n_{11} + n_{12}$
FRACASO	n_{21}	n_{22}	$n_{21} + n_{22}$
TOTAL MARGINAL	$n_{11} + n_{21}$	$n_{12} + n_{22}$	TOTAL= n

El porcentaje total de objetos bien clasificados mediante el modelo de regresión logística se obtiene de la siguiente forma:

$$\left(\frac{n_{11} + n_{22}}{n} \right) \times 100$$

Por lo tanto, se debe esperar que este porcentaje sea lo más alto posible, a fin de concluir que el modelo obtenido clasifica bien a los objetos o individuos.