

# ÍNDICE

	Página
<b>RESUMEN</b>	1
<b>ABSTRACT</b>	3
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	5
<b>II. EL MARCO DE REFERENCIA</b>	9
2.1. Los modelos de desarrollo económico en México	9
2.2. El sector campesino en México	11
2.3. Consideraciones generales de la biotecnología de producción de hongos comestibles	12
2.3.1. Qué son los hongos comestibles	12
2.3.2. Aspectos históricos	13
2.3.3. Alternativas para la producción de hongos comestibles	16
2.4. Las regiones de estudio	19
2.4.1. La región de Cuetzalan, Puebla	19
2.4.1.1. Aspectos físico- biológicos	19
2.4.1.2. Aspectos socioeconómicos	20
2.4.2. La región de Toluca, México	22
2.4.2.1. Aspectos físico-biológicos	22
2.4.2.2. Aspectos socioeconómicos	23
2.4.2.2.1. Infraestructura y servicios	23
2.4.2.2.2. Población y vivienda	23
2.4.2.2.3. La actividad agrícola	24
<b>III. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	26
<b>IV. MARCO TEÓRICO</b>	30
4.1. La familia campesina	32

4.2. Estructura y funcionamiento del sistema de producción familiar (SPF)	34
4.3. El carácter mercantilista de la actividad productiva del sistema de producción familiar	36
4.4. Objetivos y comportamiento de los pequeños productores y la adopción de tecnología	38
4.5. La generación y transferencia de tecnología agrícola	40
4.6. La organización de productores en la transferencia y adopción de tecnología	40
4.7. El cambio tecnológico	42
4.8. La información, la comunicación y el extensionismo	44
4.9. El proceso de adopción de tecnologías y las categorías de adoptantes	46
4.10. Factores que influyen en el proceso de adopción de tecnología	48
4.11. La biotecnología en el desarrollo agrícola	52
4.12. La región	55
<b>V. OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b>	58
5.1. Objetivo general	58
5.2. Objetivos específicos	58
5.3. Hipótesis general	59
5.4. Hipótesis específicas	59
<b>VI. METODOLOGÍA</b>	61
6.1. El enfoque de sistemas de producción	61
6.2. Desarrollo de la investigación	62
6.2.1. Aspectos generales	62
6.2.1.1. Potencial para la producción rural de hongos comestibles en México	63
6.2.1.2. Región Toluca	63
6.2.1.3. Región Cuetzalan	63
6.2.1.4. Planteamiento de la estrategia	63
6.3. Aspectos específicos	64
6.3.1. El modelo de análisis del SPF (unidad de estudio de la investigación)	64
6.4. Métodos de la investigación	64
6.5. Técnicas de la investigación	66

6.5.1. Diagnóstico del potencial para la producción rural de HCs en México	66
6.5.1.1 Las variables y los indicadores	66
6.5.2. Sostenibilidad de la producción rural de hongos comestibles	67
6.5.2.1. Variables e indicadores	67
6.5.3. Procedimiento para el conocimiento y análisis del sistema de producción familiar (SPF)	67
6.5.3.1. Las variables y los indicadores	69
6.5.3.2 El análisis realizado	72
6.6. Fases de la investigación del sistema de producción familiar (SPF)	73
6.7. Conceptos centrales	74
<b>VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	77
7.1. Diagnóstico del potencial para la producción de HCs en México	79
7.1.2. Subproductos agrícolas y forestales	81
7.1.2.1. La producción de esquilmos agrícolas (rastrojos, cascarillas y pajas)	81
7.1.2.2. La producción de bagazo de caña de azúcar	84
7.1.2.3. La producción de pulpa de café	86
7.1.2.4. La actividad forestal	88
7.1.2.4.1. Los subproductos provenientes de la actividad forestal	91
7.1.3. Organizaciones campesinas en México	93
7.1.4. El mercado de los hongos comestibles en México	96
7.1.4.1. Empresas dedicadas a la comercialización	96
7.1.4.2. Exportaciones e importaciones	99
7.1.5. El mercado de los hongos comestibles en E.U.A.	102
7.1.6. Situación de México en el mercado internacional	112
7.1.7. La producción de hongos comestibles en Cuetzalan, Puebla	114
7.1.8. Indicadores de sostenibilidad de la producción rural de hongos comestibles	121
7.1.9. Proyección del impacto de la producción de hongos comestibles en México	122

7.2. Potencialidades y limitantes de la producción rural de hongos comestibles a nivel de sistema de producción familiar (SPF) en las regiones de estudio	126
7.2.1. Resumen de resultados	127
7.2.1.1. Aspectos generales	127
7.2.1.2. Integración de la producción rural de HCs al SPF, y tipología de productores de setas de la región de Toluca	132
7.2.1.3. Factores que han influido en el desarrollo de la producción de hongos comestibles por los productores de la región de Toluca	135
7.2.1.4. Nivel de contribución de la biotecnología de producción de HCs al desarrollo sostenible del SPF en la región de Toluca	137
7.2.2. Aspectos generales de los productores de las regiones de estudio	139
7.2.2.1. Comunidades a las que pertenecen los productores entrevistados	139
7.2.2.2. Aspectos socioeconómicos	139
7.2.2.2.1. La edad	141
7.2.2.2.2. Escolaridad y lengua indígena	142
7.2.2.2.3. Lugar de origen de los productores	145
7.2.2.2.4. Pertenencia a organizaciones	146
7.2.2.2.5. La vivienda	147
7.2.2.2.5.1. Tipo, tamaño y material de construcción	147
7.2.2.2.5.2. Servicios disponibles	149
7.2.3. Tamaño y composición de la familia de los productores de las regiones de estudio	149
7.2.3.1. Edad de las esposas	150
7.2.3.2. Escolaridad de las esposas	152
7.2.3.3. Lugar de origen de las esposas	153
7.2.3.4. Hijos solteros que viven en el hogar paterno	155
7.2.3.4.1 Sexo	157
7.2.3.4.2. Edad	159
7.2.3.4.3. Escolaridad	162

7.2.3.4.4. Hijos que estudian	164
7.2.3.4.5. Actividades extrafinca	167
7.2.4. Actividades extrafinca de los productores de las regiones de estudio	170
7.2.4.1. De los productores de Toluca y su familia	170
7.2.4.2. De los cooperativistas de Cuetzalan y su familia	171
7.2.4.3. Tiempo dedicado	172
7.2.4.3.1. Por los cooperativistas de Cuetzalan y su familia	172
7.2.4.3.2. Por los productores de Toluca y su familia	174
7.2.4.4. Ingresos provenientes de las actividades extrafinca	175
7.2.4.5. Total de actividades extrafinca	178
7.2.4.6. Motivos de la actividad extrafinca	179
7.2.4.7. Distribución de los ingresos familiares	179
7.2.5. Aspectos de tenencia de la tierra de los productores de las regiones de estudio	183
7.2.6. Principales actividades agrícolas de los productores de las regiones de estudio	187
7.2.6.1. Cultivos agrícolas	187
7.2.6.2. El cultivo de café por los cooperativistas de Cuetzalan	191
7.2.6.3. Posibilidades de uso de los subproductos agrícolas para la producción de HCs por los cooperativistas de Cuetzalan	193
7.2.6.4. Otros cultivos agrícolas producidos por los cooperativistas de Cuetzalan	193
7.2.6.5. Disponibilidad de subproductos agrícolas en el SPF por los productores de la región de Toluca para la producción de HCs	195
7.2.6.6. Ingresos provenientes de las actividades agrícolas	198
7.2.6.7. Tiempo destinado a las diferentes actividades agrícolas	199
7.2.6.7.1. Por los productores de setas de la región de Toluca	199
7.2.6.7.2. Por los cooperativistas de la región de Cuetzalan	201
7.2.6.8. Herramienta y equipo para la producción agrícola	203

7.2.6.9. Contratación de mano de obra para realizar las actividades agrícolas	204
7.2.6.9.1. Por los productores de la región de Toluca	205
7.2.6.9.2. Por los cooperativistas de Cuetzalan	208
7.2.6.10. Costos de producción de las actividades agrícolas	208
7.2.6.11. Participación de la familia en las actividades agrícolas	210
7.2.6.12. Apoyos institucionales recibidos para la producción agrícola	215
7.2.6.13. Las reformas hechas al artículo 27 de la constitución mexicana	217
7.2.6.13.1. Conocimiento por los productores	217
7.2.6.13.2. Intención a futuro de la tenencia de la tierra	218
7.2.6.14. Aspectos de sostenibilidad de la producción agrícola	222
7.2.6.14.1. Uso de fertilizantes químicos	222
7.2.6.14.2. Cambios observados en la productividad de los suelos	224
7.2.6.14.3. El manejo de subproductos agrícolas	226
7.2.7. Otras actividades productivas intrafinca de los productores de las regiones de estudio	227
7.2.7.1. Cría de animales domésticos	228
7.2.7.2. Actividades secundarias	232
7.2.7.2.1. La elaboración de artesanías	232
7.2.7.2.2. La elaboración de alimentos para venta	234
7.2.7.2.3. La actividad de recolección	235
7.2.8. La producción rural de hongos comestibles, actividad desarrollada por los productores de la región de Toluca	240
7.2.8.1. El por qué del inicio de la actividad	241
7.2.8.2. Participación en cursos de capacitación y conferencias	243
7.2.8.3. La organización para la producción de hongos comestibles	246
7.2.8.4. Cambio de actividad de los productores para la producción de setas	249
7.2.8.5. Apoyo institucional recibido para la producción hongos comestibles	251

7.2.8.5.1. Apoyo financiero	251
7.2.8.5.2. Capacitación y asistencia técnica	254
7.2.8.6. Aspectos generales de la producción de hongos comestibles	258
7.2.8.6.1. Las instalaciones	258
7.2.8.6.2. La producción y comercialización	260
7.2.8.6.2.1. Tipo de hongos comestibles cultivados	260
7.2.8.6.2.2. Rendimientos obtenidos	261
7.2.8.6.2.3. Costos de producción	262
7.2.8.6.2.4. Volumen de actividad	262
7.2.8.6.2.5. Niveles de producción	264
7.2.8.6.2.6. Lugar, forma y precio de venta del producto	265
7.2.8.6.2.7. Ingresos obtenidos por la actividad	267
7.2.8.7. Insumos utilizados para la producción de hongos comestibles	270
7.2.8.7.1. Los substratos	270
7.2.8.7.2. La “semilla” o inóculo	272
7.2.8.8. La participación de la familia en la producción de hongos comestibles	274
7.2.8.8.1. Miembros que participan	274
7.2.8.8.2. Tiempo que dedican a la producción	275
7.2.8.8.3. Actividades que realizan	277
7.2.8.8.4. Calidad del trabajo	278
7.2.8.8.5. Problemas durante el desarrollo de la actividad	279
7.2.8.9. Uso de mano de obra contratada para la producción de hongos comestibles	280
7.2.8.10. Manejo de los subproductos	283
7.2.8.11. Grado de dificultad para el aprendizaje y aplicación de la tecnología	286
7.2.8.12. Grado de rentabilidad de la producción de hongos comestibles	287
7.2.9. La producción de hongos comestibles en la región de Cuetzalan	288

7.2.9.1. Conocimiento de los cooperativistas acerca del cultivo por parte de la SCARTT	288
7.2.9.2. Participación de los cooperativista en cursos de capacitación para la producción de hongos comestibles	290
7.2.9.3. Opinión de los cooperativistas acerca de la producción de hongos comestibles como actividad generadora de ingresos	291
7.2.10. Consumo de hongos comestibles cultivados por parte de los productores en las regiones de estudio	292
7.2.10.1. Por los productores de setas de Toluca y su familia	292
7.2.10.2. Por los cooperativistas de Cuetzalan y su familia	294
7.2.10.3. Disponibilidad por el consumo a futuro de los cooperativistas en caso de iniciarse en la actividad	296
7.2.11. Recolección y consumo de hongos comestibles silvestres por los productores de setas de la región de Toluca	296
7.2.12. Cambio en la dieta alimenticia por los productores de setas de la región de Toluca y su familia, debido a la producción de hongos comestibles	299
7.2.13. Combinación de los guisos a base de hongos comestibles con otros alimentos por los productores de las regiones de estudio y su familia	303
7.2.14. Aspectos generales de la dieta alimenticia de los productores de las regiones de estudio y sus familias	305
7.2.14.1. Tortilla, frijol, chile, café, y yerbastibbles	305
7.2.14.2. Arroz, huevo, pan, sopa de pasta, leche, y queso	307
7.2.14.3. Carne de pollo, puerco, res, y pescado	308
7.2.14.4. Verduras, agua de frutas y refrescos embotellados	309
7.2.14.5. Alimentos procesados (enlatados)	309
7.2.15. Las recetas de adobo y escabeche, alternativas para el envasado de hongos comestibles en las regiones de estudio	312

7.2.15.1. Conocimiento de las recetas de adobo y escabeche por los productores de las regiones de estudio	312
7.2.16. Alimentos consumidos diariamente por los productores de las regiones de estudio y sus familias	317
7.2.16.1. Número y porción de alimentos tomados por día	317
7.2.17. Alimentos elaborados a base de masa nixtamalizada en las regiones de estudio: alternativa para el aprovechamiento de los estípites de HCs	321
7.2.17.1. La elaboración de tortillas en la región de Toluca	322
7.2.17.2. La elaboración de tortillas en la región de Cuetzalan	324
7.2.17.3. Otro tipo de alimentos	327
7.2.18. Contribución a los ingresos familiares de las diversas actividades productivas realizadas por los productores de las regiones de estudio	329
7.2.18.1. De los productores de la región de Toluca	330
7.2.18.2. De los cooperativistas de la región de Cuetzalan	333
7.2.19. Perspectivas de los productores de hongos comestibles de Toluca para mejorar la actividad	336
7.2.19.1. El escalamiento de la producción mediante infraestructura y tecnología	336
7.2.19.2. Inquietudes y propuestas para el desarrollo de la actividad	338
<b>VIII. CONCLUSIONES</b>	340
8.1. Modelos de estudio	340
8.2. El potencial para el desarrollo de la producción rural de HCs a nivel de SPF	341
8.3. Tipología de productores y tendencias actuales de la producción rural de HCs a nivel de SPF	342
8.3.1. Efecto del mercado en el desarrollo de la producción rural de hongos comestibles a nivel de SPF	344
8.3.2. El desarrollo de la producción rural de HCs a nivel de SPF independiente del mercado.	351

<b>IX. ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO DE LA PRODUCCIÓN RURAL DE HONGOS COMESTIBLES EN MÉXICO</b>	<b>353</b>
9.1. Estrategia	354
9.1.1. Objetivos de la estrategia	354
9.1.2. Acciones y actores	356
9.1.3. Los beneficiarios directos e indirectos	362
9.1.4. La evaluación y el control	363
<b>X. LITERATURA CITADA</b>	<b>364</b>

## RESUMEN

En el presente trabajo se investigó, con la metodología de sistemas, acerca de las posibilidades de la biotecnología de producción rural de hongos comestibles (HCs) para constituirse en una alternativa para el desarrollo sostenible de los sistemas de producción familiar (SPF) en el campo mexicano, dentro del actual contexto de globalización económica. La producción de HCs es una actividad iniciada por el sector social desde 1989 en Cuetzalan, Puebla. A la fecha, a partir de esta experiencia, se ha desarrollado a nivel de SPF en diversas regiones del país, desconociéndose los factores intrínsecos y extrínsecos que han influido en su desarrollo.

Se llevó a cabo un diagnóstico del potencial que presenta el país para el desarrollo de la producción rural de HCs, mediante la consulta y análisis de información documental de diversas instituciones nacionales y extranjeras. Los indicadores de sostenibilidad de la producción rural de HCs se generaron a partir de la evaluación y análisis de los datos de operación durante seis años de la planta rural productora de HCs de Cuetzalan, Puebla. Para el análisis del desarrollo e impacto de la producción rural de HCs a nivel de SPF se seleccionaron y estudiaron (1996-2001) dos regiones (Cuetzalan, Estado de Puebla; y Toluca, Estado de México), altamente contrastantes (físico-biológica y socioeconómicamente) y donde se desarrolla la actividad de producción rural de HCs en diversos grados. Se aplicaron encuestas estructuradas a una muestra aleatoria del 20% de cooperativistas pertenecientes al 20% de comunidades atendidas por la Sociedad Cooperativa Agropecuaria Regional *Tosepan Titataniske*, en la región de Cuetzalan, así como al 100% de productores de setas de la región de Toluca (50% del Estado de México). La información se procesó y analizó estadísticamente, realizándose la contrastación de hipótesis a partir de pruebas de correlación de Pearson de las variables correspondientes.

Se demostró que México presenta alto potencial para el desarrollo de la producción de hongos comestibles en el ámbito rural, y que su desarrollo a nivel de SPF es una actividad que contribuye a mejorar el nivel de vida de las familias que la realizan, porque es económica, ecológica y socialmente viable. Diversos factores (físico-biológicos y socioeconómicos) tanto internos como externos al SPF pueden influir, en mayor o menor grado, el desarrollo de nuevas formas de producción rural al interior del SPF, una vez que se integra la biotecnología de producción de HCs. En la medida en que la nueva tecnología responde a los objetivos e intereses de los productores, y se adapta a las condiciones particulares del SPF, es el grado en que la misma logra desarrollarse y contribuir al desarrollo agrícola y rural.

Los resultados indicaron que la producción rural de HCs es una actividad que presenta un alto potencial para desarrollarse en diversas regiones del país dada la existencia de un creciente mercado del producto, tanto interno como externo, la abundancia de subproductos de la actividad agrícola y forestal, y la presencia de organizaciones formalmente constituidas. Su impacto social, económico y ecológico a futuro, será elevado. Por otro lado, la sostenibilidad y amplia flexibilidad de la biotecnología para adoptarse y/o adaptarse a los objetivos, intereses y condiciones físicas-biológicas y socioeconómicas muy particulares de los productores a nivel

de SPF, permitió que la contribución a su desarrollo fuera diferenciada y significativa, comparativamente con el resto de las actividades productivas, tanto intrafinca como extrafinca, desarrolladas por los miembros del SPF en el medio rural.

La alta contribución que hace la producción de HCs al total de ingresos familiares anuales, permitió disminuir o evitar la actividad extrafinca, y canalizó recursos financieros a la agricultura, reactivando la producción de cultivos agrícolas, principalmente de aquellos que aportan materia prima (pajas, rastrojos) para la producción de HCs. Esto contribuyó a hacer más eficientes las actividades productivas del SPF, generando mayores posibilidades de empleos tanto para la mano de obra familiar como la contratada, mayores ingresos, así como un mayor arraigo de los productores y su familia a sus comunidades. La producción de HCs también promueve actividades productivas colaterales generadoras de empleo e ingresos para las personas que realizan la actividad, a saber: 1) Procesamiento de los HCs, 2) Producción y venta de "semilla", 3) La recolección del plástico para su reciclaje y el manejo de los substratos residuales para la generación de abono orgánico, y 4) La recolección y uso potencial de los estípites de HCs para su uso en la industria de la tortilla y/o de alimentos balanceados.

Se concluyó que el enfoque metodológico empleado en la investigación fue adecuado para entender y analizar el potencial y contribución de la biotecnología de producción de HCs al desarrollo del SPF en el medio rural. Esto permitió el análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para el desarrollo de la actividad en México. Se determinó un desarrollo diferenciado de la producción rural de HCs a nivel de SPF según tipo de región y tipo de productor. En general, pueden definirse cuatro tipos de regiones con base en su ubicación geográfica respecto de los grandes centros de consumo de HCs: 1) Muy cercana (región conurbada), 2) Cercana (región aledaña rural), 3) Distante (región rural), y 4) Muy distante (región rural marginal). La tipología de productores incluyó tres tipos diferenciados con base en el origen de los ingresos familiares: 1) Productor constante, 2) Productor frecuente, y 3) Productor ocasional. Ambas descripciones, tanto de región como de productores, permitieron identificar tres tendencias fundamentales de la producción de HCs dentro del SPF: 1) Hacia la reducción o desplazamiento de actividades productivas de menor rentabilidad e importancia económica, 2) Hacia la consolidación como actividad única del productor y su familia, y 3) Hacia la integración equilibrada con la actividad agrícola y/o con la actividad extrafinca.

Las evidencias generadas por la presente investigación permitieron plantear una propuesta de estrategia para el desarrollo de la biotecnología de producción de hongos comestibles en México. Ésta parte del reconocimiento de una diversidad regional (fisiobiológica, socioeconómica) que conduce a una diferenciación de objetivos según la región y/o tipo de productores. Se sustenta en la participación de los tres niveles de gobierno (Federal, Estatal, Municipal) como promotores del desarrollo; en la coordinación interinstitucional para la planeación del desarrollo; y en una eficiente retroalimentación entre los productores, los técnicos y los investigadores, actores principales de la operación de la estrategia a nivel de SPF. Todo ello considerando la importancia de una eficiente comercialización y desarrollo del mercado y consumo de los HCs en el país.