



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

**FACULTAD DE GEOGRAFÍA**



**DESARROLLO DE UN MODELO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE  
PRESIÓN PARA LA EXTRACCIÓN DE HONGOS COMESTIBLES MEDIANTE LA  
APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN GEOGRAFÍA**

**PRESENTA:**

**LUIS ANTONIO GARCÍA ALMARAZ**

**ASESOR DE TESIS:**

**DR. SERGIO FRANCO MAASS**

**ASESOR EXTERNO:**

**DR. GABINO NAVA BERNAL**

**REVISORES:**

**DR. NOEL B. PINEDA JAIMES**

**DRA. XANAT ANTONIO NÉMIGA**

**NOVIEMBRE 2016**

## Índice

Introducción.....	9
Planteamiento del problema.....	11
Justificación.....	12
Hipótesis.....	13
Objetivos.....	13
Antecedentes.....	14
Contenido.....	15
<b>CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
1.1 Sistemas de Información Geográfica.....	17
1.2 Evaluación Multicriterio.....	18
1.3 Componentes de la EMC entorno a los SIG.....	19
1.3.1 Objetivos.....	19
1.3.2 Criterios.....	20
1.3.3 Regla de decisión.....	20
1.3.4 Evaluación.....	20
1.3.5 Normalización.....	21
1.3.6 Ponderación de factores.....	22
1.3.7 Técnicas de EMC.....	23
1.4 Los productos forestales no maderables y los hongos silvestres comestibles..	24
1.4.1 Características e importancia ecológica.....	25
1.4.2 Importancia económica y social de los HSC.....	27
<b>CAPÍTULO II CARACTERIZACIÓN DEL ÁPFF NEVADO DE TOLUCA.....</b>	<b>29</b>
2.1 Localización.....	30
2.2 Características físicas.....	31
2.2.1 Geología.....	31
2.2.2 Geomorfología.....	31
2.2.3 Suelos.....	31
2.2.4 Clima.....	32
2.2.5 Hidrología.....	32
2.2.6 Vegetación.....	33

Bosques de Coníferas .....	33
Bosques de Latifoliadas .....	36
Pastizal o zacatonal alpino .....	38
2.2.7 Asentamientos Humanos.....	38
2.2.8 Actividades económicas .....	41
CAPÍTULO III METODOLOGÍA .....	42
3.1 Etapa 1 Aplicación de entrevistas y encuestas.....	43
3.2 Etapa 2 Selección de criterios.....	43
3.3 Etapa 3 Desarrollo del modelo SIG-EMC.....	45
3.2.1 Obtención de la cartografía base.....	46
a) Mapa de Vegetación .....	46
b) Mapa de Pendiente .....	47
c) Localidades y Caminos.....	48
3.2.3 Superficies de fricción.....	48
a) Vegetación .....	48
b) Pendiente .....	50
3.2.4 Superficies de costo.....	50
3.2.5 Normalización .....	52
3.2.6 Asignación de pesos.....	53
3.2.7 Sumatoria lineal ponderada .....	53
3.4 Etapa 4 Validación .....	54
3.5 Etapa 5 Aplicación .....	54
CAPÍTULO IV RESULTADOS .....	55
4.1 Caracterización de la extracción de Hongos Silvestres Comestibles.....	56
4.2 Resultado del modelo para las 9 localidades de estudio. ....	58
4.3 Validación .....	59
4.4.1 Recorridos.....	59
4.5 Mapa Final .....	67
Conclusiones y Recomendaciones.....	69
Literatura Citada .....	70
Anexos .....	75

## Índice de figuras

Figura 1 Partes de un SIG.....	17
Figura 2 Aumento en el uso de EMC-SIG .....	19
Figura 3 Estructura general de un hongo .....	26
Figura 4 Localización del Nevado de Toluca.....	30
Figura 5 Bosque de Pino .....	34
Figura 6 Bosque de Oyamel.....	35
Figura 7 Bosque de Encino. ....	36
Figura 8 Bosque de Aile. ....	37
Figura 9 Vivienda en la localidad de Agua Blanca.....	39
Figura 10 Ubicación de las localidades del Nevado de Toluca.....	39
Figura 11 Agricultura y Ganadería.....	41
Figura 12 Diagrama de análisis .....	45
Figura 13 Cobertura Vegetal en 2009 .....	46
Figura 14 Pendiente en grados .....	47
Figura 15 Caminos .....	48
Figura 16 Localidades .....	48
Figura 17 Fricción por tipo de vegetación.....	49
Figura 18 Fricción por pendiente .....	50
Figura 19 Superficies de costo .....	51
Figura 20 Factores normalizados .....	52
Figura 21 Nivel de presión potencial para 9 localidades .....	58
Figura 22 Perfiles de recorridos de Agua Blanca .....	62
Figura 23 Perfiles de recorridos de La Peñuela.....	63
Figura 24 Perfiles de recorridos de Raíces.....	64
Figura 25 Perfiles de recorridos Contadero, La Joya y Loma Alta.....	65
Figura 26 Perfiles recorridos La Puerta y San Román .....	66
Figura 27 Mapa Final Nivel de presión potencial por extracción para 23 localidades ...	67

## Índice de tablas

Tabla 1 Matriz de Evaluación .....	21
Tabla 2 Matriz de comparación por pares .....	22
Tabla 3 Escala de medida para la asignación de juicios de valor.....	23
Tabla 4 Población por localidad.....	39
Tabla 5 Criterios citados en la literatura que inciden en el desarrollo de los HSC.....	44
Tabla 6 Valores de Fricción por tipo de vegetación.....	49
Tabla 7 Descripción de factores para la Evaluación Multicriterio.....	51
Tabla 8 Matriz de comparación por pares .....	53
Tabla 9 Encuestas aplicadas y destino de colectas .....	56
Tabla 10 Numero de colectas y cantidad de hongos por colecta .....	57
Tabla 11 Características de recolección por miembros de la familia .....	57
Tabla 12 Frecuencia por rangos de nivel de presión de los sitios de muestreo .....	59
Tabla 13 Características de los recorridos .....	61
Tabla 14 Superficie de vegetación sujeta a presión por extracción de HSC .....	68

## **Introducción**

México es un país considerado como mega diverso por la gran variedad de flora y fauna que posee, el Nevado de Toluca es uno de los más importantes espacios naturales del Estado de México donde se busca preservar dicha riqueza natural, en las áreas boscosas que lo conforman se desarrollan diversas especies de hongos silvestres comestibles, por lo resulta un área de gran interés micológico.

En México se tiene una gran tradición en el consumo de hongos silvestres, se consumen más de 300 especies diferentes, los hongos silvestres constituyen un recurso de importancia económica, social y cultural para la población que reside en o cerca de los bosques donde se desarrollan estos organismos, durante la época de lluvias son recolectados para su autoconsumo como una forma de complementar su dieta y también para su comercialización e intercambio en mercados locales, recientemente existe un incremento en la demanda, por lo cual su extracción ha aumentado y con ello la escala en su comercialización en grandes mercados en ciudades como la capital del país. Además de la importancia ecológica de estos organismos la cual reside en su función como agentes degradadores de materia orgánica y en las relaciones que establecen con los árboles y demás organismos de los ecosistemas donde se desarrollan.

La región del Nevado de Toluca está sujeta a una serie problemáticas ambientales que han generado la perturbación y degradación de los bosques, durante décadas se ha llevado a cabo una importante extracción de hongos silvestres comestibles por parte de la población local, en esta área se desarrollan especies con alto valor comercial y consideradas en el estatus de amenazadas de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana y en la actualidad desconoce su verdadero potencial, no existen estrategias ni políticas para su aprovechamiento sustentable.

En la presente investigación se desarrolló un modelo para identificar las zonas expuestas a mayor presión potencial de extracción de este recurso forestal, el modelo está basado en el conocimiento que población local tienen sobre el aprovechamiento de este recurso.

Mediante la aplicación de encuestas en nueve localidades del Nevado de Toluca y una revisión bibliográfica se determinaron las variables que inciden de forma preponderante

en el proceso de recolección de hongos silvestres (vegetación, pendiente, proximidad a las localidades y caminos), las cuales fueron integradas en el modelo utilizando mapas de vegetación, pendiente del terreno, localidades y caminos. La vegetación y la pendiente se utilizaron como superficies de fricción y las localidades y caminos fungieron como entidades desde las cuales se calculó el costo de desplazamiento, con lo anterior se generaron cuatro factores para aplicar la Evaluación Multicriterio, mediante la técnica de sumatoria lineal ponderada.

El resultado del modelo es un mapa de presión potencial por extracción de hongos, el cual expresa el grado de preferencia o atracción de los recolectores a las zonas de recolección considerando las nueve localidades de estudio.

El resultado del modelo fue comparado con información obtenida en campo mediante recorridos de recolección de hongos con los habitantes de las localidades, de esta forma se validó el modelo y posteriormente se aplicó a las 23 localidades del Nevado de Toluca.

La vegetación es la variable más importante en el proceso de recolección siendo el bosque de oyamel el tipo de vegetación con mayor interés para los recolectores y el cual determina en gran medida las zonas sujetas a mayor presión.

El mapa final del modelo podría servir para establecer sitios de monitoreo permanente así como estrategias de conservación de este importante recurso forestal. La metodología empleada en el modelo podría aplicarse a otros sitios con interés micológico e incluso a otros recursos forestales.

El presente trabajo de investigación está conformado por cuatro capítulos:

En primer capítulo Marco Teórico se hace una revisión bibliográfica con la finalidad de hacer un acercamiento a los principales conceptos teóricos de los Sistemas de Información Geográfica y la Evaluación Multicriterio, así como a las características biológicas hongos silvestres y su importancia ecológica, económica y cultural.

En el capítulo dos Caracterización de ÁPFFNV, se presenta una descripción general sobre las características físicas y sociales del Nevado de Toluca con el objeto de conocer el contexto geográfico de la presente investigación.

En el tercer capítulo se describe la metodología de exponiendo las etapas para el desarrollo del modelo, se especifican como se utilizaron y aplicaron los Sistemas de Información Geográfica, y la técnica de Evaluación Multicriterio.

En el cuarto y último capítulo se reportan los resultados que se obtuvieron en la investigación y se presentan las conclusiones y recomendaciones.

### **Planteamiento del problema**

Existe en el mundo una preocupación por la pérdida de la biodiversidad y la degradación de los bosques, en México todos los bosques y selvas han sido perturbados en mayor o menor medida, esto provocado principalmente por el aumento de la población y la urbanización de los espacios naturales.

El Nevado de Toluca es una importante reserva de recursos forestales, en la actualidad presenta serias problemáticas como la deforestación, la tala clandestina, la extracción selectiva de madera, el pastoreo extensivo y el desarrollo de actividades agrícolas (Franco-Maass, *et al.*, 2006; Endara, 2007; Regil, *et al.*, 2013; CONANP, 2013), desde su creación se ha caracterizado por la presencia de asentamientos humanos en su interior, y su cercanía con grandes núcleos urbanos como Zona Metropolitana del Valle de Toluca (Candeau y Franco-Maass, 2007).

Los Hongos Silvestres Comestibles (HSC) son después de la madera el recurso forestal con mayor interés comercial, en mundo existe una demanda cada vez mayor por este recurso, en los bosques templados de México ha propiciado un incremento en la extracción.

Este aumento en la demanda ha propiciado un cambio en el proceso de comercialización de mercados locales y autoconsumo a un mercado internacional y a mayor escala, lo anterior ha generado una alteración en su hábitat, provocando una degradación del suelo, la eliminación de otros organismos animales y vegetales que interactúan con los hongos, así como la interrupción del ciclo de vida de los hongos, propicia una disminución de la abundancia y modifica la distribución de las poblaciones de hongos (Alvarado-Castillo y Benítez, 2009).



Los HSC generalmente se presentan como un recurso de libre acceso (Boa, 2004; Marshall, *et al.*, 2006; Franco-Maass *et al.*, 2012), en el Nevado de Toluca cualquier persona siendo o no ejidatario o vecino del lugar los puede extraer sin ninguna restricción. Actualmente no existe una regulación oficial ni un monitoreo para controlar esta actividad y tampoco se conocen las zonas que están sujetas a mayor presión de extracción. La pregunta de esta investigación es la siguiente:

¿Cuáles son las zonas que están sujetas a una mayor presión potencial de extracción de hongos silvestres comestibles?

### **Justificación**

Es indiscutible la importancia ecológica de los hongos silvestres en los ecosistemas forestales, donde se desarrollan, así como la importancia económica para las comunidades rurales que habitan cerca de las áreas boscosas donde crecen estos organismos.

Durante las últimas décadas el aprovechamiento de HSC en el mundo ha despertado un interés creciente por el valor económico que genera, se estima que en el mundo anualmente se recolectan cerca de siete millones de toneladas con un valor comercial aproximado de 30 billones de dólares (Martínez-Carrera *et al.*, 2007).

Sin embargo, en México su aprovechamiento carece de algún tipo de gestión o control, y se desconoce su verdadero potencial, existe, en general una falta de conocimiento científico y tecnológico sobre los HSC y por lo tanto no existen alternativas de organización y regulación de su extracción y aprovechamiento (Franco-Maass *et al.*, 2012). El desarrollo de un modelo de análisis cartográfico que permita identificar los sitios sujetos a una mayor presión potencial de extracción de hongos silvestres comestibles podría permitir establecer sitios de monitoreo permanente, estrategias de conservación *in situ* y *ex situ*, así como planes de educación ambiental y de conservación con la población local.

La metodología de esta investigación propone utilizar el conocimiento de la población local sobre los sitios de extracción para definir los criterios y variables a utilizar, e integrarlas en un ambiente SIG-EMC.

## **Hipótesis**

La vegetación, la pendiente, la proximidad a los caminos y a las localidades determinan las zonas que se encuentran sujetas a mayor presión potencial de extracción de hongos silvestres comestibles.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

Desarrollar un modelo de análisis espacial mediante la aplicación un Sistema de Información Geográfica para la identificación de zonas que se encuentran sujetas a mayor presión potencial de extracción de hongos silvestres comestibles.

### ***Objetivos específicos***

1. Caracterizar el proceso de recolección de hongos silvestres comestibles
2. Establecer los criterios de mayor importancia en la recolección de hongos silvestres comestibles
3. Identificar los sitios y rutas de recolección en campo
4. Comparar los datos arrojados por el modelo con la información obtenida en los recorridos en campo.
5. Determinar el nivel de presión potencial de extracción para las 23 localidades del Nevado de Toluca

## **Antecedentes**

El Nevado de Toluca ha sido objeto de numerosos estudios desde diversas disciplinas y temáticas geológicas, geomorfológicas, edáficas de fauna y flora, diversidad forestal, uso del suelo y diferentes planes de manejo que se han realizado.

En el sureste de China (Yang *et al.*, 2006) elaboran un mapa de distribución de hongo Matsutake (*Tricholoma spp.*), aplican dos métodos uno por regresión logística y otro por un sistema experto y hace una comparación entre los resultados de ambos métodos, utilizan variables como la pendiente y su orientación, altitud, tipo de vegetación, altura de los árboles, diámetro, cobertura de la copa.

En Japón (Matsuura *et al.*, 2014), determinaron los sitios de cosecha potencial de tres helechos comestibles, basándose en el conocimiento que silvicultores locales tienen de los sitios de recolección, considerando características como el tipo de vegetación y la pendiente.

Rodríguez-Pérez *et al* (2008) en la provincia de León, España implementan un modelo para localizar zonas con potencial de producción de trufa negra (*Tuber melanosporum*) considerando condiciones geológicas, edafológicas (textura y composición química), climáticas (precipitación y temperatura), geográficas (altitud y orientación), y bióticas (vegetación y organismos competidores).

Otro ejemplo del uso de SIG en el manejo de HSC es en España, donde la Junta de Castilla y León (2009) desarrolló Mico data SIG, el cual es un sistema de adquisición y gestión de datos sobre la producción y aprovechamiento de HSC y busca ofrecer información sobre la predicción y estimación, a los recolectores, así como el asesoramiento técnico para la regulación y ordenación del este recurso en la región.

Zamora-Martínez (1999) genera cartografía de la distribución actual y potencial de 48 especies de HSC de importancia comercial, en nueve estados del centro de México, con base en información obtenida a partir de la revisión de ejemplares de herbarios y colecciones, así como de publicaciones nacionales y extranjeras que incluyen datos sobre la recolección, las variables que considera son: tipo de vegetación, suelo (tipo y textura), clima (precipitación y temperatura), topografía (altitud y pendientes), la información fue

integrada en la base de datos del sistema BIOTICA de CONABIO. En años recientes realizaron un ejercicio similar para determinar la distribución actual de 13 especies en el estado de Oaxaca (Zamora-Martínez *et al.*, 2014).

En México Pacheco-Cobos (2010) investiga como algunos pobladores de la comunidad de San Isidro Buensuceso, Tlaxcala, recolectan hongos silvestres comestibles; mediante el empleo de dispositivos GPS registran la trayectoria, y hace la comparación del desempeño entre hombres y mujeres, estimando costos (kilómetros recorridos, altitud desplazada, kilocalorías gastadas) y los benéficos (kilogramos de hongos obtenidos, número de especies recolectadas); además realiza el cálculo de la abundancia, frecuencia, riqueza y diversidad de especies en cada sitio de muestreo.

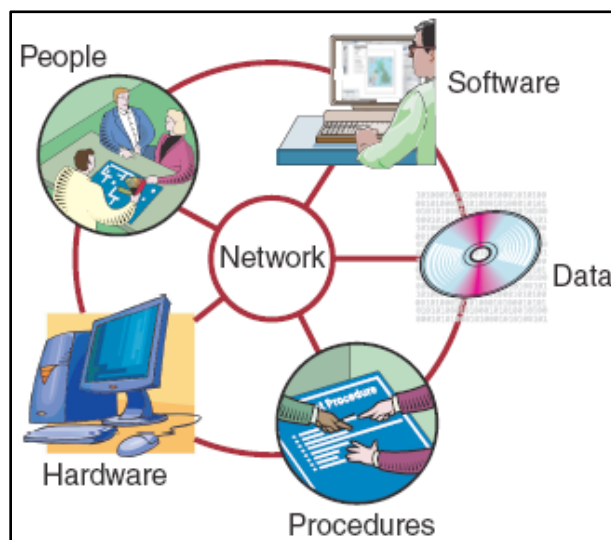
En el contexto regional Burrola-Aguilar, (2012) crea un modelo para el manejo y aprovechamiento de HSC, considerando la diversidad, variables ecológicas el conocimiento micológico tradicional, y como parte de sus resultados obtiene mapas de distribución actual y potencial de HSC en los bosques templados del municipio de Amanalco, Estado de México.

Franco-Maass *et al* en 2012 identificaron 73 especies de hongos silvestres comestibles diferentes recolectados en el Nevado de Toluca y presentaron la descripción de estas, la identificación se llevó a cabo mediante marcadores moleculares e identificaron nuevos registros de especies para México, esta investigación es una de las más importantes que se han llevado a cabo sobre este tema en esta área natural protegida.

# **CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO**

## 1.1 Sistemas de Información Geográfica.

Los Sistemas de Información Geográfica se pueden definir como un conjunto de herramientas informáticas, operaciones y procedimientos diseñados para el análisis, creación, adquisición, almacenamiento y representación de datos espaciales (Longley *et al.*, 2010) (ver figura 1). Desde su creación en la década de los 60's, su evolución ha sido constante y diversas disciplinas han incorporado diferentes perspectivas de análisis, con la finalidad de realizar estudios más complejos, esto los ha llevado a ser utilizados en una infinidad de ámbitos científicos, tecnológicos y empresariales, es decir en cualquier campo en el cual se maneje información espacial.



**Figura 1 Partes de un SIG.**  
Fuente: Longley *et al.* (2010)

El desarrollo tecnológico de los últimos años ha provocado la generación de geodatos masivos, e importantes avances en las llamadas tecnologías de la información geográfica (TIG) como los SIG, la percepción remota, los sistemas de posicionamiento global (GPS) etc., en la actualidad la geografía encuentra importante apoyo en estas tecnologías, autores como Moreno (2013) y Buzai (2014) incluso plantean un nuevo paradigma geotecnológico, dentro de la ciencia geográfica.

Los SIG sintetizan una larga evolución del pensamiento teórico-metodológico de la geografía, e incluyen procedimientos y métodos de análisis numérico y cartográfico, los cuales durante siglos se hicieron de manera analógica y desde mediados del siglo XX ingresaron en formato digital a las computadoras, los podemos ubicar dentro de la

geografía cuantitativa, pues son tecnologías sumamente racionales que manejan principalmente números, y que su nivel de análisis está centrado en aspectos cuantitativos (Buzai, 2015).

La geografía es una ciencia dinámica que se encarga de estudiar las relaciones del hombre con el medio, estas relaciones son parte de una realidad sumamente compleja, los SIG son más que una simple aplicación informática, pues representan un modelo de la realidad, y pretenden reproducir una parte del mundo, con una finalidad concreta con reglas y criterios bien definidos.

Considerando a un modelo como una representación parcial de la realidad, la información que se integra al modelo es siempre selectiva, dependiendo de su aplicación y utilidad en concreto, esto implica la ventajas de poder descomponer la realidad y hacerla menos compleja y con ello más entendible.

### **1.2 Evaluación Multicriterio**

La Evaluación Multicriterio (EMC) es un conjunto de técnicas orientadas a asistir los procesos de toma de decisiones, bajo la luz de múltiples criterios y objetivos en conflicto (Voogd, 1983 en Gómez y Barredo, 2005). La EMC surge en los años 60's en el ámbito de las ciencias económicas, se sitúa en el campo de la teoría de la decisión y como respuesta al paradigma decisional de la investigación operativa, el cual plateaba como principio "la búsqueda de una decisión óptima maximizando una función económica" (Barba-Romero y Pomerol, 2000).

La EMC tiene dos enfoques: el positivo (descriptivo) basándose en la elaboración de construcciones teóricas y articulaciones lógicas que pretende explicar y predecir el comportamiento de los agentes decisores y el enfoque normativo (prescriptivo) el cual comienza por definir la racionalidad de los agentes económicos en base de supuestos justificables y después realizar operaciones lógicas para deducir el comportamiento óptimo de los agentes decisores, es decir mientras el primer enfoque intenta explicar el cómo son, el segundo plantea el cómo debe ser (Romero, 1993 citado en Gómez y Barredo 2005). El enfoque normativo es el que se utiliza en los SIG que si bien nace en el campo de la economía, actualmente se ha extendido a otras áreas y disciplinas (Gómez y Barredo, 2005).

La posibilidad de integrar criterios sociales, políticos, ambientales, económicos etc., en un ambiente SIG convierte a la EMC en una importante alternativa para la resolución de problemáticas territoriales, y como un soporte fundamental para decisión espacial (Franco- Maass, 2009).

Desde su creación hasta la fecha el uso del binomio SIG-EMC ha ido en aumento como lo confirma Malczewski y Rhiner (2005), los cuales analizan la cantidad artículos publicados en algunas revistas científicas entre los años 1990 al 2010, la expansión en su uso no solo ha sido en cantidad sino también en calidad (ver figura 2).

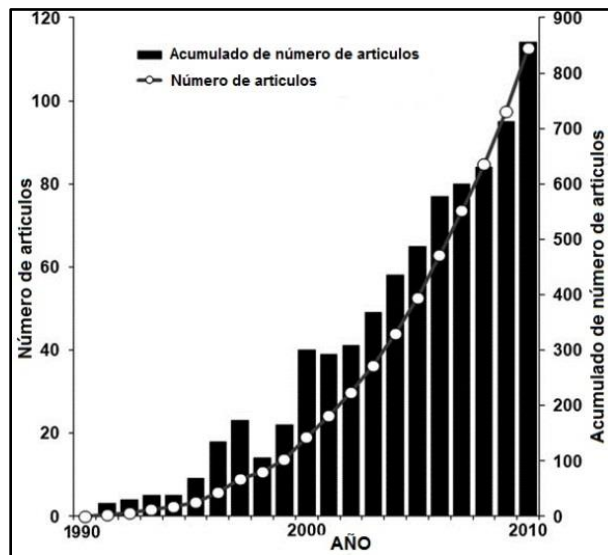


Figura 2 Aumento en el uso de EMC-SIG  
Fuente: Malczewski y Rhiner (2005).

### 1.3 Componentes de la EMC entorno a los SIG.

#### 1.3.1 Objetivos

Un objetivo es una función a desarrollar e indica la estructuración de la regla de decisión (Eastman *et al.*, 1993) y desde el punto de vista geográfico implicaría la evaluación de un conjunto de elección, es decir, un conjunto de unidades de observación (Gómez y Barredo, 2005).

Los objetivos son un aspecto básico en EMC y pueden ser múltiples en determinados problemas con lo cual podemos plantear una evaluación multiobjetivo. Los objetivos y decisiones se ha de plantear sobre una serie de alternativas, desde el punto de vista de la planificación territorial se trataría de cada una de las partes del territorio susceptibles de ser evaluadas y sobre las que se realizará la selección final, en el entorno de los SIG la



alternativas están representadas por objetos o unidades espaciales, celdas en el modelo raster, o bien, polígonos, líneas o puntos en el modelo vectorial. (Gómez y Barredo, 2005).

### **1.3.2 Criterios.**

Es cierta base para la toma de decisión, esta base puede ser medida y evaluada. Es la evidencia sobre la cual se basa una decisión (Eastman *et al.*, 1993) un aspecto medible de un juicio, por el cual una dimensión de las alternativas bajo consideración puede ser caracterizada. (Gómez y Barredo, 2005)

Un factor es un criterio que realza y detracta la capacidad de asentamiento de una alternativa específica para la actividad en consideración, este por lo tanto debe ser medido en escala continua. (Eastman *et al.*, 1993).

Una restricción o limitante es un criterio que restringe la disponibilidad de algunas alternativas en función de la actividad evaluada, y en muchos casos se representan en una escala binaria (0 y 1) (Gómez y Barredo, 2005, Franco-Maass, 2009).

### **1.3.3 Regla de decisión.**

Se trata de la selección entre alternativas (o posibilidades de elección), las cuales pueden representar diferentes cursos de acción, hipótesis, localizaciones u otros conjuntos de elementos, puede ser considerada como el procedimiento a través del cual se obtiene una evaluación particular, pudiendo también comparar a través de ella, distintas evaluaciones con el fin de variar alguno de sus aspectos en caso de que sea necesario (Franco-Maass, 2009).

### **1.3.4 Evaluación.**

Una vez estructurada la regla de decisión, el proceso de aplicarla sobre las capas criterio es llamado evaluación y será el que producirá finalmente el modelo de decisión. Para organizar la relación de criterios y alternativas se puede crear una matriz de evaluación en esta los criterios pueden ocupar la columna principal y las alternativas la fila principal (ver tabla 1).

		Alternativas (i)				
		1	2	3	...	I
Criterios (i)	1	Puntuaciones de criterios( $x_{ij}$ )				
	2					
	3					
	.					
	J					

**Tabla 1 Matriz de Evaluación**

### **1.3.5 Normalización.**

Es cualquier estudio que se pretenda integrar distintos factores, variables o criterios, es deseable que la evaluación se realice sobre escalas comparables en tipo, rango de extensión, unidad de medida, eventual posición del cero, dispersión, etc., para evitar soluciones sesgadas hacia variables que alcancen los valores más altos (Barba-Romero y Pomerol, 2000).

Entre los métodos de normalización más utilizados encontramos los procedimientos de normalización lineal y no lineal (Franco-Maass, 2009).

Un ejemplo de procedimiento lineal consiste en restar a cada valor del criterio considerado el valor mínimo que presenta dicho criterio y se divide entre el rango de datos, este proceso se interpretara con un porcentaje del rango y asegura que el peor valor coincidirá con el mínimo y el mejor con el máximo, pero no respeta la proporcionalidad, aunque resulta útil cuando se presentan alternativas con valor 0 en el criterio en cuestión (Franco-Maass, 2009; Barba-Romero y Pomerol, 2000).

Dentro de los procedimientos no lineales, es posible utilizar métodos basados en pertenencia a conjuntos borrosos (lógica difusa) (Malczewski y Rhiner, 2005), el uso de estos es muy atractivo porque provee una lógica muy fuerte en el proceso y sirve de puente entre la sobre posición binaria dura (0 y 1) y permite la combinación lineal mediante el reconocimiento de continuidad e incertidumbre en la relación entre criterios y el conjunto de elección (Franco-Maass, 2009).

La técnica de lógica difusa surge en contraposición a la lógica binaria 0 y 1, verdadero y falso, si no que la pertenencia de un elemento estaría definida en un rango de valores entre 0 y 1. Está diseñada para tratar problemas, elementos, clases, etc., sin límites precisos bien definidos, la pertenencia de un elemento a un conjunto borroso no se ha de

tomar como una medida de probabilidad, si no de posibilidad, puesto que mide el grado de ocurrencia de un hecho y no la probabilidad de que ocurra (Openshaw y Openshaw, 1997 citado en Gómez y Barredo, 2005).

Las funciones de pertenencia borrosa pueden ser lineales, Sigmoide (S- Shaped) y en forma de J (J-Shaped).

### 1.3.6 Ponderación de factores.

Es uno de los aspectos más relevantes en la EMC consiste en asignar pesos a cada uno de los factores involucrados, es decir determinar las medidas de importancia relativa que los factores tiene para el decisor Entre los métodos de ponderación más utilizados se encuentran: métodos de asignación simple (por ordenación o tasación simple ), en el cual el decisor define, a partir de conocimiento o perspectiva del problema y el cálculo de *eigenpesos*, mediante la asignación indirecta basados en el cálculo del autovector dominante (*dominant eigenvector*) ( Barba-Romero y Pomerol, 2000; Franco-Maass, 2009).

El Método de Jerarquías Analíticas (MJA) propuesto por Saaty se hace el cálculo del autovector dominante basado en una matriz de comparaciones binarias de los factores (Barba-Romero y Pomerol, 2000).

Este método parte de establecer *a)* una matriz de comparación entre pares de factores, comparando la importancia de uno sobre cada uno de los demás ( $a_{ij}$ ), *b)* posteriormente se determina el *eigenvector* principal, el cual establece los pesos ( $W_j$ ) y el *eigenvalor* que proporciona una medida cuantitativa de la consistencia de los juicios de valor entre pares de factores (Saaty, 1980) (ver tabla 2).

FACTORES	A	B	C	D
A				
B				
C				
D				

**Tabla 2 Matriz de comparación por pares**

En esta matriz se asigna en cada celda un juicio de valor ( $a_{ij}$ ), que representan la importancia relativa de cada factor (columna principal) con otros (fila principal), Así, por ejemplo podemos expresar que el factor C es 3 veces más importante que el factor B. De

esta manera con una escala establecida por el procedimiento, se asignan los juicios de valor a todas las celdas de la matriz, cabe destacar que la matriz que se produce es recíproca, es decir que los valores asignados a ambos lados de la diagonal son inversos, siendo lógico si consideramos que C es 3 veces más importante que B, entonces, B será 1/3 veces menos importante que C, en la diagonal solamente se asignan valores 1, que denota la igualdad entre la comparación de cada factor consigo mismo. La asignación de juicios se reduce a la diagonal y mitad inferior izquierda de la matriz (Gómez y Barredo, 2005).

La escala de medida establecida para la asignación de los juicios de valor ( $a_{ij}$ ), es una escala de tipo continuo (ratios o razón) que va desde un valor mínimo de 1/9 hasta 9 que es el valor máximo (Saaty, 1980).

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
extrema	fuerte	moderada		igual	moderada		fuerte	extrema
Menos importante					Más importante			

Tabla 3 Escala de medida para la asignación de juicios de valor

### 1.3.7 Técnicas de EMC

En la EMC existen dos tipos de métodos de evaluación, los métodos compensatorios y los no compensatorios. En los métodos no compensatorios, el valor de un criterio no puede verse afectado por el valor de los demás criterios y las alternativas son evaluadas por el conjunto de criterios sin establecer interacción entre ellos, no requiere establecer pesos cardinales para los criterios y basta con definir un orden de prioridad. Los métodos compensatorios asumen que el rendimiento de una alternativa en un criterio determinado puede compensarse por su rendimiento en otro y otros criterios. El valor de los criterios se ve afectado por la estructura de preferencias del decisor, e implica se establezcan en forma de pesos cardinales (Franco-Maass, 2009).

Los métodos compensatorios a diferencia de los no compensatorios demandan de un mayor proceso cognitivo. Entre los métodos compensatorios encontramos los aditivos como: la sumatoria lineal ponderada, el análisis de concordancia, el método de jerarquías analíticas, también los basados en la aproximación al punto ideal como: TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*), AIM (*Aspiration-level Interactive Method*), MDS (*Multi-Dimensional Scaling*) (Gómez y Barredo, 2005).

## **Sumatoria Lineal Ponderada**

Es uno de los métodos compensatorio aditivo y permite obtener para cada alternativa, un índice final de adecuación, se obtiene sumando el resultado de multiplicar el valor de cada criterio por su peso mediante la ecuación:

$$r_i = \sum_{j=1}^n w_j v_{ij}$$

Donde:  $r_i$  es nivel de adecuación de la alternativa  $i$

$w_j$  es el peso del criterio  $j$

$v_{ij}$  es el valor ponderado de la alternativa  $i$  en el criterio  $j$

La sumatoria lineal ponderada es frecuentemente utilizada para el análisis de nivel de adecuación del suelo, para la selección de sitios y para problemas de evaluación de recursos. En este método se asume que a) los pesos de los criterios se pueden determinar en una escala de medida cuantitativa, b) los valores de los criterios están determinados en escala de razón y c) la agregación de la información se realiza mediante la adición. Esta técnica es muy utilizada, ya que resulta muy fácil de implementar utilizando operaciones de algebra de mapas y modelado cartográfico, y es muy fácil de entender (Franco-Maass, 2009).

### **1.4 Los productos forestales no maderables y los hongos silvestres comestibles**

El término producto forestal no maderable (PFNM) incluye todos los materiales biológicos, excluida la madera, que son extraídos de los bosques para el uso humano, algunos ejemplos son los frutos, las nueces, las semillas, los aceites, las especias, las resinas, las gomas y las fibras, que contribuyen, sea en crudo o tratados, al sustento rural a través de mejorar la seguridad alimentaria y la salud (Marshall *et al.*, 2006).

Millones de hogares en todo el mundo dependen directamente de los bosques de los cuales obtienen diversos beneficios e ingresos económicos. El 80 % de la población de los países en desarrollo utiliza los PFNM para satisfacer necesidades nutricionales y de salud. Existen al menos 150 PFNM que tienen importancia en el comercio internacional, entre ellos la miel, el bambú, las nueces, los hongos, el corcho, las resinas y los aceites

esenciales. Dentro de esta gama de productos los hongos silvestres comestibles son uno de los grupos más importantes. Su recolección se lleva a cabo en más de 80 países (Boa, 2005). Después de China, México es el segundo país en importancia micológica.

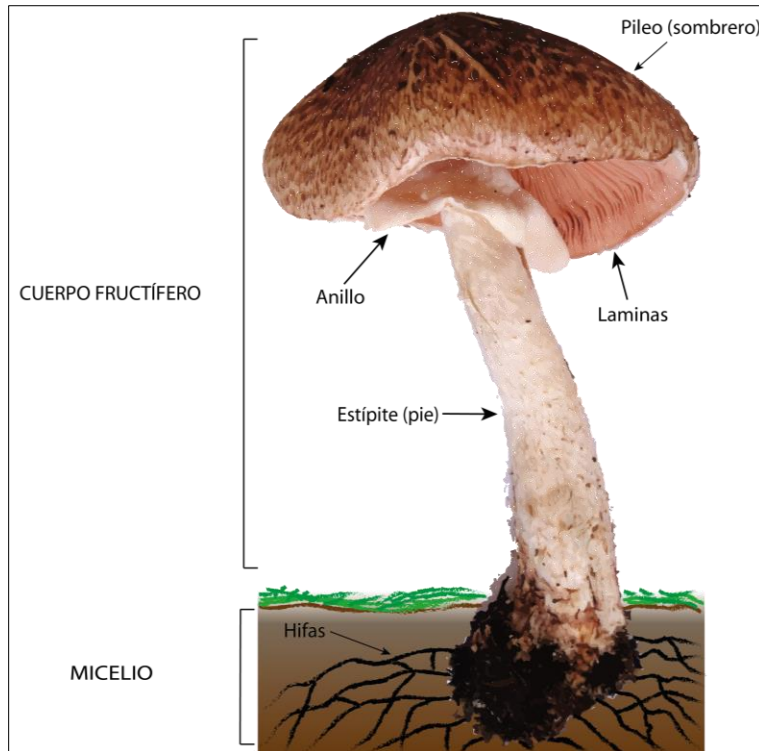
#### **1.4.1 Características e importancia ecológica**

Tradicionalmente se sitúan a los hongos entre los vegetales, sin embargo, está modernamente comprobado que los hongos son ajenos biológica y químicamente a tales organismos, químicamente son más semejantes a los animales que a los vegetales, por lo que se considera a los hongos, como organismos independientes. (Guzmán, 1997). Los hongos pertenecen a un extenso grupo de organismos y microorganismos que forman el reino Fungi. Se ha demostrado que los hongos son el grupo de organismos más numerosos en la Tierra después de los insectos.

Se calcula que la biodiversidad fúngica puede ascender a cerca de 1.5 millones. (Hawksworth, 2004), para el caso de México se calcula que existen más de 200,000 de las cuales solo se han descrito 7,000 es decir, el 3.5% de estas (Guzmán, 1997), se tiene registrado que se consumen aproximadamente 300 especies comestibles diferentes (Garibay-Orijel, 2006).

Los hongos son organismos que viven prácticamente en cualquier sitio que presenta materia orgánica, agua, y una temperatura adecuada, generalmente entre 4° y 60° C., pueden vivir en climas ecuatoriales, tropicales, subtropicales, templados y aun fríos; desde el nivel del mar hasta altitudes de más de 4000 m.s.n.m. y desde lugares muy húmedos hasta regiones semidesérticas en épocas en que puede haber una ligera humedad.

El tamaño de los hongos varía considerablemente algunos son unicelulares como son las levaduras llamados micromicetos, existe otro grupo llamado macromicetos formado por cuerpos vegetativos compuestos por filamentos microscópicos ramificados llamados hifas, el conjunto de hifas recibe el nombre de micelio, este se encuentra en el subsuelo y se desarrolla durante todo el año. Los organismos que se ven crecer en los bosques y que la gente conoce como hongos y los consume como alimento solo constituyen los cuerpos fructíferos y estos solo se desarrollan cuando las condiciones nutricionales y ambientales son propicias (Herrera y Ulloa, 1999; Burrola-Aguilar, 2012) (ver figura 3).



**Figura 3 Estructura general de un hongo**

A diferencia de las plantas, que realizan la fotosíntesis, los hongos son organismos heterótrofos y dependen para su desarrollo de materiales vivos y muertos. Se pueden distinguir tres grupos funcionales, saprobios, biótrofos y necrótrofos (Zamora-Martínez, 1999).

La mayoría de las especies de hongos que se desarrollan en el suelo son saprobios y obtienen sus nutrientes de materia orgánica inerte, como restos vegetales y animales. Los hongos silvestres son organismos simbiotes y forman asociaciones mutualistas con las raíces de diversas plantas (micorrizas) o con algas verdes (líquenes). Las micorrizas están presentes en 90% de las plantas terrestres por lo cual tienen un gran impacto en ecosistemas naturales y agro ecosistemas, entre las principales funciones de los hongos micorrízicos destacan: intervienen en los ciclos bioquímicos y transferencia de nutrientes, a través de sus hifas modifican la permeabilidad y estructura del suelo, son mediadores e integradores de las poblaciones vegetales, particularmente al de las especies arbóreas. (Herrera Ulloa, 1999), intervienen en la promoción y alteración de nichos ecológicos; actúan como reguladores de la trayectoria y la velocidad de la sucesión vegetal;

participan en la mineralización de elementos poco disponibles en el suelo para las plantas, como fósforo, nitrógeno, azufre y potasio (Zamora-Martínez, 1999).

Muchas especies de árboles están asociadas a una o más especies de hongos las relaciones micorrícicas que tienen constituye entre el 63 y 70 % de la producción primaria neta total de algunos bosques de coníferas, (Villareal y Gómez 1997), por lo que se considera que los hongos micorrícicos pueden ser utilizados como un indicador de la salud del bosque, es decir “sin hongos no hay bosque y sin bosque no hay hongos” (Egli, 2011, Burrola-Aguilar, 2012).

Aunque los hongos proliferan en casi cualquier sitio son en los ecosistemas forestales de bosques de coníferas donde se han registrado mayor número de especies, seguido del bosque de encino, bosque mesófilo de montaña, bosques tropicales y por último las zonas agrícolas y urbanas (Villareal y Pérez-Moreno, 1989).

De acuerdo con la CONANP (2013) en el Nevado de Toluca se tienen registradas 123 especies de las cuales, cinco (*Boletus edulis*, *Morchella elata*, *Morchella angusticeps*, *Morchella conica*, *Psathyrella spadicea*) se encuentran en estatus de amenazadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### **1.4.2 Importancia económica y social de los HSC**

De acuerdo con Boa (2004) estos organismos son importantes por tres razones principales: a) son fuentes de alimentación (más beneficios a la salud); b) Son fuentes de ingresos, c) mantienen la salud de los bosques.

La extracción de HSC está relacionada con el conocimiento tradicional que los habitantes de las comunidades campesinas tienen de estos, es decir la capacidad de identificar las especies comestibles. La recolección de hongos es una actividad productiva extra agrícola de carácter estacional, se lleva a cabo principalmente durante la época de lluvias, y los hongos extraídos pueden destinarse al autoconsumo o para su venta e intercambio en mercados y tianguis de la región (Mariaca *et al.*, 2001; Carrera *et al.*, 2007; Estrada-Martínez *et al.*, 2009; Martínez-Carrera *et al.* 2007; Mayett *et al.*, 2012; Montoya *et al.*, 2014).



Los HSC se presentan como un recurso de libre acceso (Boa, 2004; Marshall, *et al.*, 2006; Franco-Maass *et al.*, 2012), en el caso del Nevado de Toluca, cualquier persona siendo o no ejidatario o vecino del lugar los puede extraer sin ninguna restricción.

Generalmente el proceso de recolección de HSC consiste en largas caminatas en el interior del bosque, por accidentadas pendientes, suelos resbalosos, bajo pertinaz llovizna o heladas lluvias (Mariaca *et al.*, 2001).

Como alimento los hongos proporcionan un alto valor nutritivo, sin dejar de considerar su delicioso sabor, además de que son fáciles de digerir, contienen pocas calorías y un alto contenido proteínico, contienen vitaminas como la B1, B12, D, ácido ascórbico, tiamina, riboflavina, piroxina entre otras, minerales como el calcio, potasio y fosforo (Moreno Zarate, 1990; Calvo y Leonides, 1994 citado en Mariaca *et al.*, 2001).

Las especies comestibles tienen un bajo contenido de grasas, contienen aminoácidos esenciales, minerales útiles y, aunque no son alimentos que suministran energía, son una fuente de nutrición y son considerados un alimento balanceado, constituyen un complemento en la dieta de las poblaciones que los recolectan y consumen.

Son varias las especies de hongos que se emplean en la medicina tradicional como remedios, para el tratamiento de heridas en la piel, hemorragias, disentería, estreñimientos, úlceras, granos, etc. La medicina moderna emplea además muchos antibióticos extraídos de los hongos y varios productos de los hongos para el tratamiento de diversos padecimientos (Guzmán, 1997).

Algunas especies de hongos tienen una mayor importancia económica por ser sujetos de comercialización, las poblaciones que los recolectan suelen venderlos con la finalidad de obtener ingresos económicos. Según Boa (2004), el 40 % de las familias que recolectan hongos los utilizan para autoconsumo y 60 % restante los recolectan con fines de comercialización. La comercialización se realiza a pequeña escala en los mercados regionales, en el caso del Valle de Toluca es común encontrar estos productos durante la época de lluvias (Mariaca *et al.*, 2001).

# **CAPÍTULO II CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA NEVADO DE TOLUCA**

## 2.1 Localización

El Nevado de Toluca fue decretado el 15 de enero de 1936 como área natural protegida, bajo la categoría de Parque Nacional, por el entonces presidente de la república Lázaro Cárdenas con la finalidad de conservar la flora y la fauna, y en 2013 cambio de categoría y se convirtió en Área de Protección de Flora y Fauna “Nevado de Toluca” (APFFNV), se ubica en el Estado de México, al suroeste del valle de Toluca, dentro de una de las provincias fisiográficas más grandes del país denominada “Sistema Volcánico Transversal”, entre los 18°59' y 19°13' de latitud Norte y los 99° 37' y 99°58' de Latitud Oeste (ver figura 4). Tiene como límite físico y hace las veces de lindero la cota de los 3,000 msnm, presentando un rango altitudinal que incluye al cono volcánico y otra serie de geo formas que se extienden hacia el noroeste, tiene una superficie aproximada de, 53,590 hectáreas que abarcan superficies de los siguientes diez municipios Almoloya de Juárez, Amanalco de Becerra, Calimaya, Coatepec Harinas, Temascaltepec, Tenango del Valle, Toluca, Villa Guerrero, Villa Victoria y Zinacantepec (CONANP, 2013) (ver figura 7).

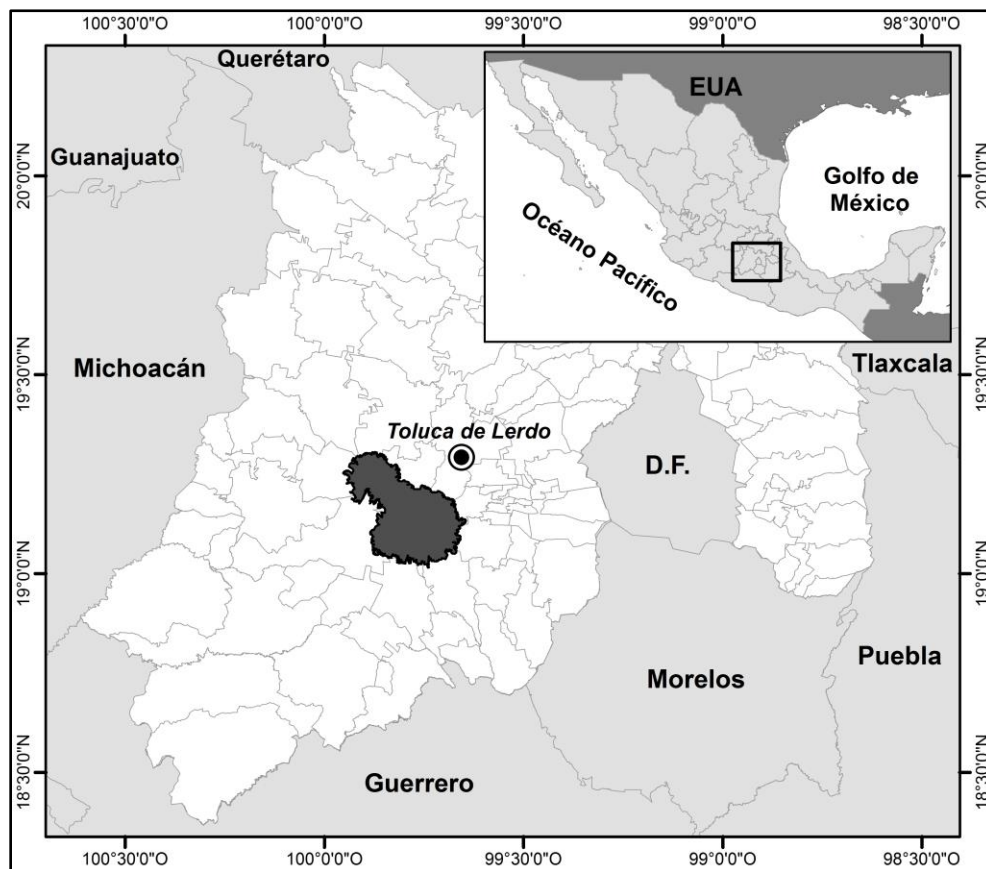


Figura 4 Localización del Nevado de Toluca

## **2.2 Características físicas**

### **2.2.1 Geología**

El Nevado de Toluca ocupa el 4º lugar entre las cumbres más altas de México con una elevación de 4660 msnm, es un estratovolcán caracterizado por erupciones violentas de tipo pliniano se encuentra sobre el cruce de tres sistemas de fallas Sistema Taxco-Querétaro, Sistema San Antonio y Sistema Tenango. El Nevado de Toluca se caracteriza por su cráter tipo caldera en cuyo centro se eleva un domo formado al final de la última actividad eruptiva hace aproximadamente 11,500 años, aun cuando sus últimas manifestaciones volcánicas se dieron hace 3,300 años (Bloomfield 1974, en CONAP 2013). Está constituido por rocas ígneas extrusivas del terciario-cuaternario, andesitas, basaltos, tobas y brechas, que conforman domos, flujos de lava cortos y viscosos, así como depósitos de gran volumen de flujos piroclásticos y epiclásticos que descansan sobre un basamento complejo volcánico sedimentario, con edad del Jurásico al Mioceno Tardío. (García-Palomo *et al.*, 2002, en CONAP, 2013)

### **2.2.2 Geomorfología**

El volcán Nevado de Toluca está considerada la 4ª montaña más alta de país y está conformado por un estratovolcán que se caracteriza por la presencia de roca fuertemente intemperizada con predominio de pendientes convexas cuya cima se caracteriza por tener un cráter elíptico de 2 x 1.5 km de diámetro, abierto hacia el Este, formado por varios remanentes de estructuras antiguas que dejaron una morfología de picos, de los cuales destacan el Pico del Fraile con una altitud de 4,660 msnm y el del Águila con una altitud de 4,550 msnm, los cuales corresponden a domos dacíticos fuertemente alterados, en el interior del cráter se encuentran dos lagos separados por un domo dacítico denominado "Ombligo". Las pendientes, se identifican con valores mayores a los 45º en la zona del cráter, donde algunas paredes presentan pendientes de casi 90º; hacia la porción Oeste se observan pendientes entre los 30º y los 45º; hacia el Este, Sureste y Sur, se observan cambios de pendientes de 30º y 45º (CONANP, 2013).

### **2.2.3 Suelos**

Los Suelos presentes en el Nevado de Toluca son el andosol que ocupa el 87 % de la superficie del área, derivado de cenizas volcánicas y conformado en su mayoría por limo; feozem con una ocupación del 6 %; regosol que ocupa el 3.33 %, localizado

principalmente en el cráter del volcán, cambisol que ocupa el 1.4 %; litosol con un mínima presencia del 0.37 % y fluvisol que ocupa apenas el 0.16 % de la superficie. La estructura de los suelos en general tiene un gran inestabilidad, que combinada con la deforestación, cambios de uso del suelo, sobre pastoreo, fuertes pendientes y lluvias torrenciales genera procesos de erosión sumamente intensos, permitiendo el desarrollo de cárcavas, así como superficies de hundimiento que afecta a la agricultura y a las poblaciones asentadas en las zonas planas (CONANP, 2013).

#### **2.2.4 Clima**

Debido a la diferencia de altitud entre el nevado de Toluca y las zonas aledañas el área presenta características meteorológicas y climáticas particulares, según la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García en el Nevado de Toluca se presentan los climas: E (T)H (cumbre del volcán).Clima frío de altura con régimen de lluvias en verano con temperatura media anual entre los -2 °C y 5°C, el mes más frío presentan temperaturas inferiores a 0° y el mes más caliente temperaturas entre 0° y 6.5°. C(E)(w2)(w)b(i)g (en las laderas y otras elevaciones del volcán) Clima semifrío con régimen de lluvias en verano, subhúmedo; C(w2)(w)b(i')g (en los límites inferiores del parque) Clima templado con lluvias en verano, la temperatura media anual es de 3.9°C, con una precipitación anual promedio de 1 086 mm. Los meses más cálidos son mayo y junio en la primera mitad del año, y septiembre en la segunda; el mes más frío es enero. Las precipitaciones se presentan entre los meses de mayo a octubre siendo julio el mes más lluvioso (CONANP, 2013).

#### **2.2.5 Hidrología**

De acuerdo a la geomorfología del Nevado de Toluca, así como al rango altitudinal en que este se encuentra descienden, de las elevaciones más altas, cerca de 61 arroyos permanentes en sus direcciones y que contribuyen al origen de las dos grandes cuencas de México: la del río Lerma-Chápala-Santiago al norte y oriente, y la del río Balsas al sur y occidente. Dentro del Nevado de Toluca se encuentran las subcuencas de La Gavia y Tejalpa, las cuales tienen gran importancia debido a que por la infiltración y escurrimiento contribuyen a la recarga de mantos acuíferos de los cuales se benefician la Ciudad de Toluca y a su zona conurbada, así como parte del Distrito Federal, que según

cifras de la CONAGUA, en el año 2000 se tuvo una entrada de agua subterránea del Nevado de Toluca de 94.608 millones de m<sup>3</sup>. En el interior del cráter existen dos lagos conocidos como lagunas del sol y de la luna que se forman por la acumulación de lluvias y el deshielo (CONANP, 2013).

### **2.2.6 Vegetación**

Los bosques templados suelen presentarse como masas arbóreas monoespecíficas o como asociaciones de diferentes especies: pino, pino-encino, pino-aile, pino-oyamel, oyamel, oyamel-pino, oyamel-aile, encino, encino-pino, encino-aile, aile, aile-pino, aile-oyamel y aile-encino (Franco-Maass *et al.*, 2010).

#### ***Bosques de Coníferas***

Estos bosques se prosperan en altitudes de 3000-4000 msnm representados por dos especies de coníferas los pinos (*Pinus spp*) y abetos (*Abies Religiosa*), ambas especies representan el 66 % de la superficie del Área. Se han reportado diversas especies de pino en la región pero solo algunas logran formar masas forestales considerables como son: el ocote (*P. hartwegii*), el pino blanco (*P. pseudostrobus*), el ayacahuite (*P. ayacahuite*) y el pino moctezuma (*P. montezumae*) (CONANP, 2013).

#### **Bosques de Pino**

En las laderas del Nevado de Toluca entre los 3000 y 3200 msnm se pueden encontrar poblaciones de pino moctezuma (*P. montezumae*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*) y asociaciones con pino blanco (*P. pseudostrobus*), El estrato arbóreo alcanza alturas entre 20-25 m. En mayores altitudes entre los 3500 a 4000 msnm se encuentran poblaciones de ocote (*P. hartwegii*), mismas que pueden alcanzar los 4300 msnm, es una de las mayores altitudes para árboles en el mundo, solo alcanzada por *Pinus wallichiana*, que llega a 4000 msnm en las montañas del Himalaya (Sargent *et al.*, 1985 en Franco-Maass *et al.*, 2010). Fisonómicamente es una comunidad abierta, el estrato arbóreo alcanza entre 25 y 35 m de altura, esta especie muestra una disminución en su altura y fuste conforme se acerca a su límite altitudinal superior, las variaciones en la talla de los individuos de *P. hartwegii* se atribuyen a las condiciones de temperatura, precipitación, pedregosidad del suelo y exposición de las laderas, la densidad del arbolado aumenta al interior de las cañadas y barrancas de los principales arroyos y disminuye gradualmente en las zonas

expuestas al sol o a la acción de los vientos dominantes (ver figura 5). El sotobosque está formado por un estrato arbustivo con *Senecio cinerarioides*, *Senecio mairertianus* y *Stevia spp.*, entre otras. El estrato herbáceo se encuentra conformado por gramíneas amacolladas y, en menor proporción de otras especies como *Eryngium proteaeflorum*. Entre las epífitas se observan algunas plantas del género *Tillandsia* siendo la más conspicua el heno (*Tillandsia usneoides*), mientras que las poblaciones de muérdago enano amarillo (*Arceuthobium globosum*) y el muérdago enano negro (*A. vaginatum subsp. vaginatum*) son abundantes (CONANP, 2013).



**Figura 5 Bosque de Pino**

### Bosques de oyamel

Estos bosques están representados por una sola especie el abeto (*Abies Religiosa*), se distribuye de manera fragmentada en las laderas Norte, Oeste y Sur en altitudes de 2800 m a 3400 m. Los bosques de oyamel forman masas puras restringidas a algunos sitios con pendientes pronunciadas dentro de los límites del volcán. Se distribuye sobre suelos rocosos, profundos, bien drenados, ricos en materia orgánica en la zona más húmeda del área natural protegida. Fisonómicamente son bosques altos y densos, el estrato arbóreo superior alcanza los 35 m de alto, dominado por *Abies Religiosa*, la copa de estos individuos es cónica y de coloración oscura ramificándose a poca altura del suelo. Los estratos arbustivo y herbáceo están bien desarrollados, su composición varía en función de la exposición, las condiciones de desarrollo del suelo y de humedad, y el grado de

perturbación (ver figura 6). El estrato arbóreo inferior está conformado por árboles de menor talla como *Alnus firmifolia* (aile), *Alnus acuminata* (aile), *Arbutus glandulosa* (madroño), *Arbutus xalapensis* (madroño), *Quercus barvinervis* (encino), *Cupressus lindleyi* (cedro blanco), *Salix cana* (sauce) y *Salix paradoxa* (sauce) (Franco-Maass *et al.*, 2010; CONANP, 2013).

En las vertientes Oeste, Sur y Sureste del volcán, los bosques de oyamel se entremezclan con las comunidades de encinos y pinos formando manchones que crecen por arriba de los 3000 m, sobre las cañadas húmedas y las laderas de menor exposición a los rayos solares. El follaje denso de los oyameles da origen a ambientes de sombra y humedad que favorecen la presencia de un estrato rasante donde abundan los hongos, además del desarrollo de grandes poblaciones de musgos, helechos y hepáticas. La producción de hongos es quizás la más significativa de toda la entidad, tanto por volumen como por su diversidad, lo que constituye una importante alternativa económica para la población del área. La tala es un proceso que impacta el ecosistema y sus recursos naturales, por la pérdida de humedad al interior del bosque, además, el volumen de madera residual producto de dicha actividad, representa un riesgo para la proliferación de plagas y enfermedades provocando la infestación por insectos descortezadores, hongos, bacterias, virus y plantas parásitas como el muérdago enano (CONANP, 2013).



**Figura 6** Bosque de Oyamel



### *Bosques de Latifoliadas*

Son los bosques menos representados en cuanto a la superficie que cubren en el área natural protegida. Abarcan tan solo el 5% de la masa forestal del APFFNT y no por ello son menos importantes. Dentro de los bosques de latifoliadas se encuentran los bosques de encino (*Quercus mexicana* y *Q. rugosa*) y los bosques de aile (*Alnus acuminata* y *Alnus arguta*) (Franco-Maass *et al.*, 2010).

### Bosques de encino

Este tipo de bosque se distribuye en fragmentos aislados a lo largo de la ladera sureste. Aunque la especie suele encontrarse asociada con otras especies forestales existen pequeñas porciones donde la cantidad de individuos de encino superan con notoriedad a las demás y que, por ende puede denominarse como bosque de encino. Las especies que más se asocian con el encino son, en el estrato arbóreo el aile y el ayacahuite y, en el estrato inferior el madroño (*Arbutus spp*) y el tepozán (*Buddleia spp*). El bosque de encino se caracteriza por la abundante hojarasca la cual aporta los nutrientes necesarios para el desarrollo de la vegetación. Aunque se trata de un bosque con un alto potencial para el desarrollo de los hongos, no existen abundantes registros al respecto. Esto se debe en buena medida a la creciente intervención humana. Los pobladores de la región suelen extraer importantes cantidades de leña de encino y tierra negra o de monte muy apreciada en la jardinería (Franco-Maass *et al.*, 2010) (ver figura 7).



**Figura 7 Bosque de Encino.**

### Bosques de aile

El bosque de aile se distribuye en fragmentos a lo largo de la ladera nor-oriental del cráter. Es posible encontrar poblaciones con presencia sólo de aile, seguramente producto de la generación de un bosque secundario posterior al cambio de uso de suelo o al abandono de tierras agrícolas o ganaderas improductivas. También se asocia muy bien con el oyamel, ocupando éste el dosel superior y el aile el inferior. Hacia el límite superior altitudinal de este tipo de bosque, es posible ver asociaciones con pino moctezuma y ayacahuite, hacia los límites inferiores se asocia muy bien con el encino (CONANP, 2013).

El sotobosque es dominado por el zacatón alto (*Festuca spp*) y la jara (*Senecio spp*), el primero, favorece en gran medida la generación de incendios forestales, mismos que son necesarios para la regeneración de esta especie y, el segundo que se desarrolla muy bien en estos sitios perturbados. Sin embargo, la frecuencia de incendios forestales parece haber superado el punto del equilibrio ambiental, lo que ha originado una pérdida de la población juvenil de esta especie, dando pie a la conformación de un bosque sobre maduro. El bosque de aile confronta un futuro incierto ya que los árboles seniles no son capaces de producir semillas viables para el desarrollo de nuevas plántulas y, las pocas que existen, se enfrentan a la compactación del suelo y el daño producido por el pastoreo. Esta especie muy apreciada para la producción de artesanías (CONANP, 2013) (ver figura 8).



**Figura 8 Bosque de Aile.**

### *Pastizal o zacatonal alpino*

Los pastizales o zacatonales alpinos, son comunidades vegetales conformadas por distintas especies, su composición está determinada por factores como relieve, altitud, clima y suelo. En este tipo de vegetación dominan las herbáceas, predominan los pastos amacollados de aproximadamente un metro de altura, prosperan sobre laderas de origen ígneo formando parte del sotobosque del bosque de *Pinus hartwegii* y se desarrollan como vegetación dominante por arriba del límite altitudinal de distribución del bosque. En el Nevado de Toluca, estos zacatonales se distribuyen a partir de los 4000 m llegando hasta los 4400 m en todas las laderas del volcán y el cráter.

### **2.2.7 Asentamientos Humanos**

La región del nevado de Toluca se caracterizó por la presencia de Matlazincas, Mazahuas y Otomíes (Jarquín, 2008), durante la época colonial la mayor parte del nevado formo perteneció a la hacienda de la Gavia, esta era una las haciendas más grandes del país, se extendía desde la zona de alta montaña del nevado de Toluca hasta tierra caliente en el sur del Estado de México, en el censo de 1920 ya se tiene registro de población asentada en la zona, es posible afirmar que las actividades económicas que se desarrollaron en esos años giraban en torno a la explotación de recursos forestales como la extracción de madera, raíz de zacatón, recolección y caza, más adelante a fines de la Revolución Mexicana, como resultado de la expropiación de las tierras de la hacienda de La Gavia a partir de 1929, con la aparición del ejido y su consolidación en 1936 se dan en la región del nevado de Toluca una serie de transformaciones las cuales aceleraron los procesos de apertura de terrenos de monte a la práctica agrícola y al pastoreo (Abasolo, 2006).

En el 2000 se localizaban 73 asentamientos dentro del Nevado de Toluca y en su área de influencia inmediata (a su alrededor y por encima de los 2800 msnm. (Candeau y Franco-Maass, 2007).

Actualmente dentro del Nevado se encuentran 23 localidades (ver tabla 4), 13 de ellas se encuentran ubicadas en la ladera norte,(ver figura 10) las cuales tienen una tendencia de crecimiento a través de las principales vías de comunicación que atraviesan el parque, éstas a su vez presentan una tendencia a urbanizarse debido a su cercanía con los municipios de Temascaltepec, Amanalco, Toluca, Zinacantepec y Calimaya; en la ladera

sur encontramos un menor número de localidades, las cuales se encuentran más aisladas y colindan con los municipios de Texcaltitlán, Temascaltepec, Villa Guerrero y Tenango del Valle (Candeau y Franco-Maass, 2007).

De acuerdo con el INEGI (2010) las 23 localidades presentan altos índices de marginación, lo cual significa que la población presenta carencias, cierto grado de exclusión social, analfabetismo, baja escolaridad e ingresos monetarios reducidos (ver figura 9).



Figura 9 Vivienda en la localidad de Agua Blanca.



Figura 10 Ubicación de las localidades del Nevado de Toluca.

**Tabla 4 Población por localidad**

MUNICIPIO	Nº	NOMBRE DE LA LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL		
			1990	2000	2010
<b>Almoloya de Juárez</b>	1	Dilatada Sur (Dilatada)	1210	1452	1512
	2	Rosa Morada	299	364	446
	3	La Lima	286	350	439
<b>Amanalco</b>	4	Huacal Viejo	147	209	169
<b>Calimaya</b>	5	El Baldío Amarillo	s/d	14	18
<b>Coatepec</b>	6	Las Jaras	s/d	112	85
<b>Temascaltepec</b>	7	Cajones	110	109	159
	8	La Loba	16	13	s/d
	9	El Varal	38	55	51
	10	El Capulín	s/d	22	6
<b>Tenango del Valle</b>	11	Colonia San Román (El Llano)	118	177	138
	12	San Juan Tepehuixco	68	83	43
<b>Zinacantepec</b>	13	Buenavista	313	461	560
	14	Contadero de Matamoros	1242	1504	2082
	15	Ojo de Agua	1121	1711	2083
	16	Loma Alta	228	512	530
	17	La Peñuela	457	577	655
	18	La Puerta del Monte (La Puerta)	178	212	253
	19	Cruz Colorada	18	34	35
	20	Raíces	380	544	664
	21	Dos Caminos (Crucero de la Puerta)	s/d	26	27
	22	Agua Blanca	s/d	77	113
	23	Cerro Gordo (El Gachupín)	s/d	16	6
			6229	8634	10074



### **2.2.8 Actividades económicas**

Las principales actividades económicas que se desarrollan son la agricultura y la ganadería. La agricultura ocupa el 15 % de la superficie de Nevado y el 40 % de PEA (Población Económica Activa), los principales cultivos son la papa, maíz y avena; las actividades ganaderas son principalmente la explotación de ganado ovino y equino (ver figura 11).

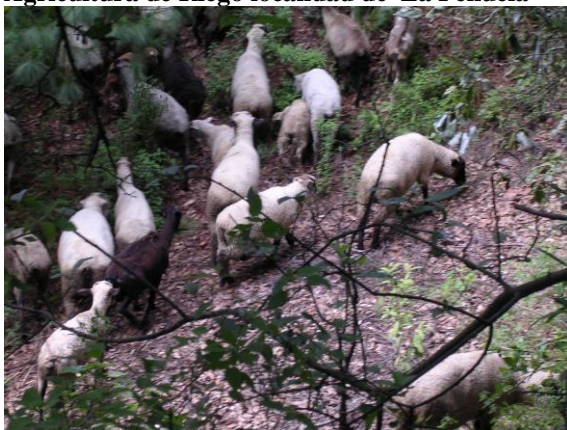
Las actividades turísticas están presentes en casi todas las localidades ya que el Nevado de Toluca es un atractivo natural por su belleza paisajística, y es un sitio ideal para la práctica de deportes al aire libre como la caminata y el ciclismo de montaña. Durante la temporada invernal es la época de mayor afluencia de visitantes atraídos por la presencia de nevadas. Otra actividad que se presenta es la acuicultura, se tiene registro de seis granjas acuícolas, dedicadas a la producción de trucha, además de la minería a través de la explotación de bancos de arena, grava y tepojal.



**Agricultura de Riego localidad de La Peñuela**



**Agricultura de Temporal localidad de San Román**



**Ganadería en el interior del bosque**



**Ganadería en la localidad de Loma Alta**

**Figura 11 Agricultura y Ganadería.**

# **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1 Etapa 1 Aplicación de entrevistas y encuestas.**

Esta etapa dividió en 2 actividades:

Se diseñó y se aplicó una encuesta a 166 hogares de 9 localidades Agua Blanca, Buenavista Contadero, El Varal, La Peñuela, La Puerta, Loma Alta, Raíces y San Román, (ver anexo 1), la aplicación de la encuesta fue realizada durante la época de recolección (Mayo-Octubre), las encuestas reúnen información acerca de la extracción de recursos forestales maderables y no maderables por parte de la población local y permitió identificar a las personas que son conocidos como principales recolectores de HSC.

Se aplicaron 13 entrevistas semiestructuradas a los principales recolectores de hongos con la finalidad de identificar de acuerdo a su experiencia los criterios que ellos aplican para elegir los sitios de recolección, así como establecer el orden de una lista de criterios descritos en estudios previos los cuales tienen influencia en la presencia de HSC.

Las actividades anteriores fueron realizadas por un grupo de investigadores y alumnos del Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales de la Universidad Autónoma del Estado de México y forma parte un proyecto de investigación llamado “Caracterización de los recursos forestales del Parque Nacional Nevado de Toluca y estudio de las dinámicas sociales que inciden en su deterioro (CONACYT 61822)”.

### **3.2 Etapa 2 Selección de criterios**

Se realizó una revisión bibliográfica de diversos autores que consideran variables físicas en el desarrollo de hongos silvestres comestibles (ver tabla 5) y se hizo una comparación con la información obtenida en campo.



**Tabla 5 Criterios citados en la literatura que inciden en el desarrollo de los Hongos Silvestres Comestibles**

<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Importancia Relativa</b>
<b>Vegetación</b>	Tipo de cobertura	Muy alta
<b>Pendiente</b>	Considerada como la dificultad de desplazamiento en grados de inclinación del terreno	Alta
<b>Proximidad a la casa del recolector</b>	Distancia de recorrido desde una vivienda hasta un sitio de cosecha	Mediana
<b>Proximidad a caminos</b>	Distancia de recorrido desde un camino hasta un sitio de cosecha	Baja
<b>Sustrato</b>	La abundancia de algunas especies está asociada con algunos sustratos en específico pero los recolectores no lo consideran en el proceso	Relevante solo para algunas especies
<b>Altitud</b>	Altura sobre el nivel medio del mar	No relevante
<b>Exposición</b>	Exposición solar medida desde el norte	
<b>Edad y estructura del bosque</b>	Edad composición y estructura del bosque	
<b>Grado de perturbación</b>	Intensidad de intervención antrópica como explotación forestal, incendios forestales, sobrepastoreo	
<b>Temperatura</b>	Temperatura media mensual	Los recolectores consideran que estos criterios son constantes durante la época de lluvias
<b>Precipitación</b>	Precipitación media mensual	
<b>Acidez del suelo</b>	pH	Los recolectores no están familiarizados con estos criterios en consecuencia es difícil establecer el grado de importancia
<b>Evapotranspiración</b>	Expresado en milímetros por unidad de tiempo	
<b>Humedad</b>	Humedad del suelo y ambiental	

Fuente: elaborado por Franco-Maass *et al.*, 2016 con base en: Guzmán, 1973; Villarreal y Guzmán, 1986; Ohenoja, 1988; Fernández de Ana *et al.*, 1989; Termorshuizen, 1993; Mueller y Halling, 1995; Visser, 1995; Egli y Ayer, 1997; Hernández y Fernández, 1998; Fierros *et al.*, 2000; Mariaca *et al.*, 2001; Muller *et al.*, 2004; Salerni y Perini, 2004; Villanueva-Jiménez *et al.*, 2006; Daza *et al.*, 2007; Martínez de Aragón *et al.*, 2007; Bonet *et al.*, 2008; Zamora-Martínez *et al.*, 2014.

De acuerdo a lo anterior se eligieron 4 criterios para utilizar en el modelo por la importancia que estos tienen en el proceso de recolección, en orden de importancia son: la vegetación, la pendiente, la proximidad a localidades y la proximidad a caminos.

### 3.3 Etapa 3 Desarrollo del modelo SIG-EMC

El proceso de recolección de hongos significa el traslado de los recolectores a los lugares donde se desarrollan estos organismos, considerando esto, llegar a esos lugares implica un costo de desplazamiento, entre más alejados se encuentren el gasto de energía, tiempo, etc. será mayor, el modelo considera la vegetación y la pendiente como superficies de fricción y expresan la dificultad de desplazamiento y las localidades y caminos como elementos de origen desde los cuales se calcula el costo. El nivel de presión potencial expresado en el resultado del modelo es considerado como el grado de preferencia o atracción de los recolectores a esos sitios para la extracción de hongos y no determina zonas de abundancia o diversidad. Las operaciones de análisis del modelo se ejecutaron en el software Idrisi ver. 17 Selva Edition (ver figura 12).

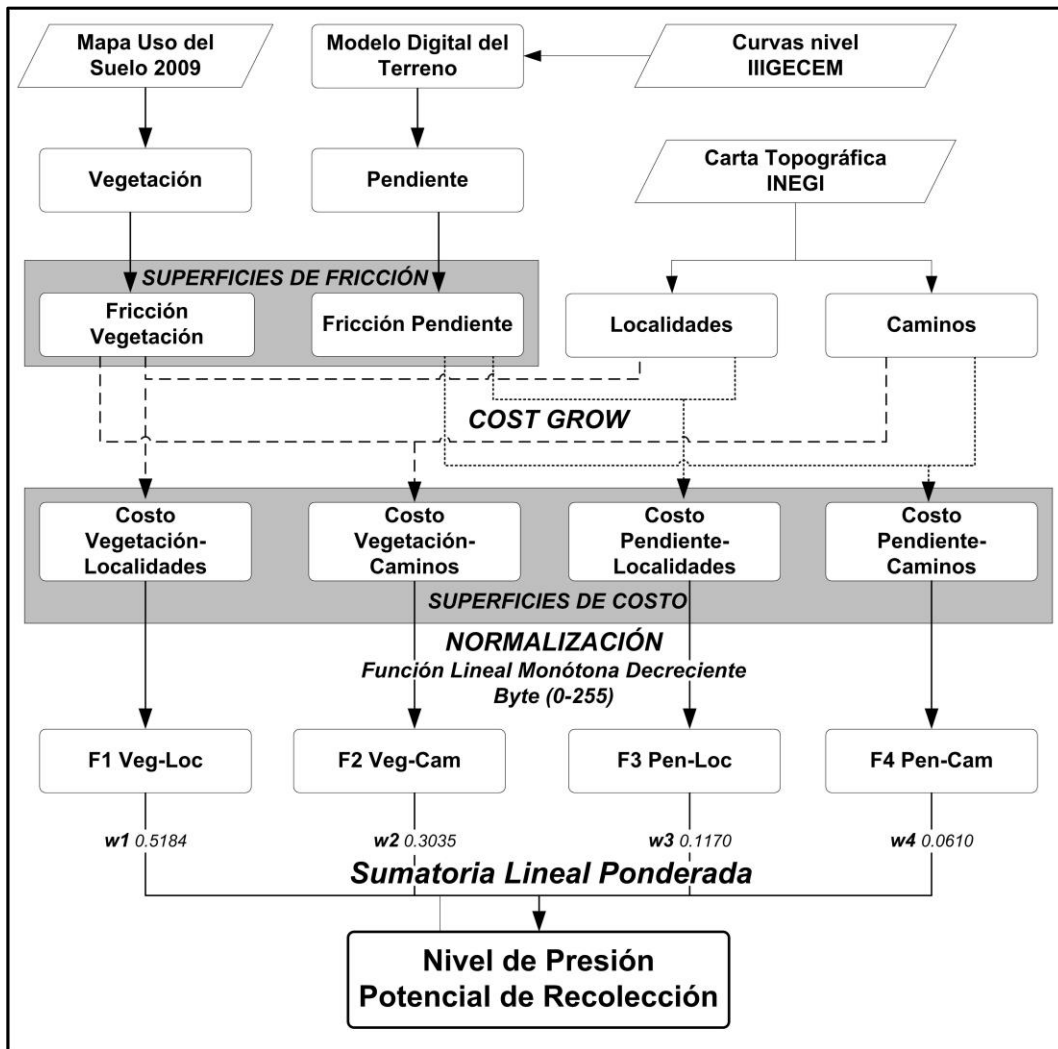


Figura 12 Diagrama de análisis

### 3.2.1 Obtención de la cartografía base

#### a) Mapa de Vegetación

Fue obtenido a partir de un mapa de uso del suelo del año 2009 (Regil *et al.*, 2013) el cual fue creado mediante la interpretación visual de imágenes Spot 2009, en sobre posición con ortofotos digitales escala 1:20 000 generadas por el IIIGCEM del año 2000, y está conformado por 132 categorías de acuerdo al sistema de clasificación recomendado por INEGI, tiene una unidad mínima cartografiable de 400 m<sup>2</sup> (ver figura 13). Este mapa se reclasificó en 12 categorías considerando como prioridad las clases forestales. Las categorías de Bosque Fragmentado incluyen las superficies en las cuales el arbolado ocupa de 20 a 50 % y la mayor parte de la superficie es ocupada por otra categoría no forestal (pastizal, matorral, agrícola, suelo desnudo y antrópico).

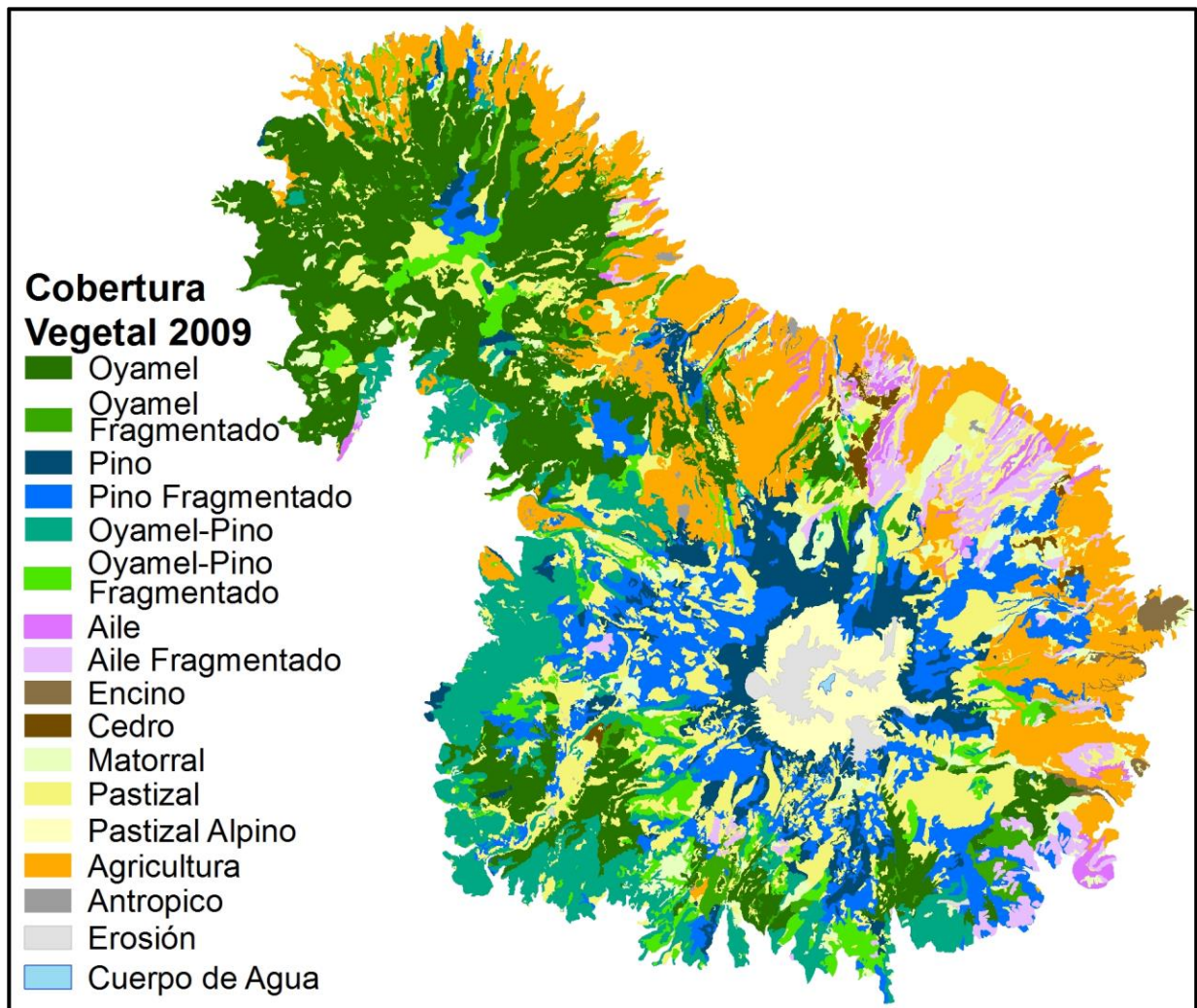
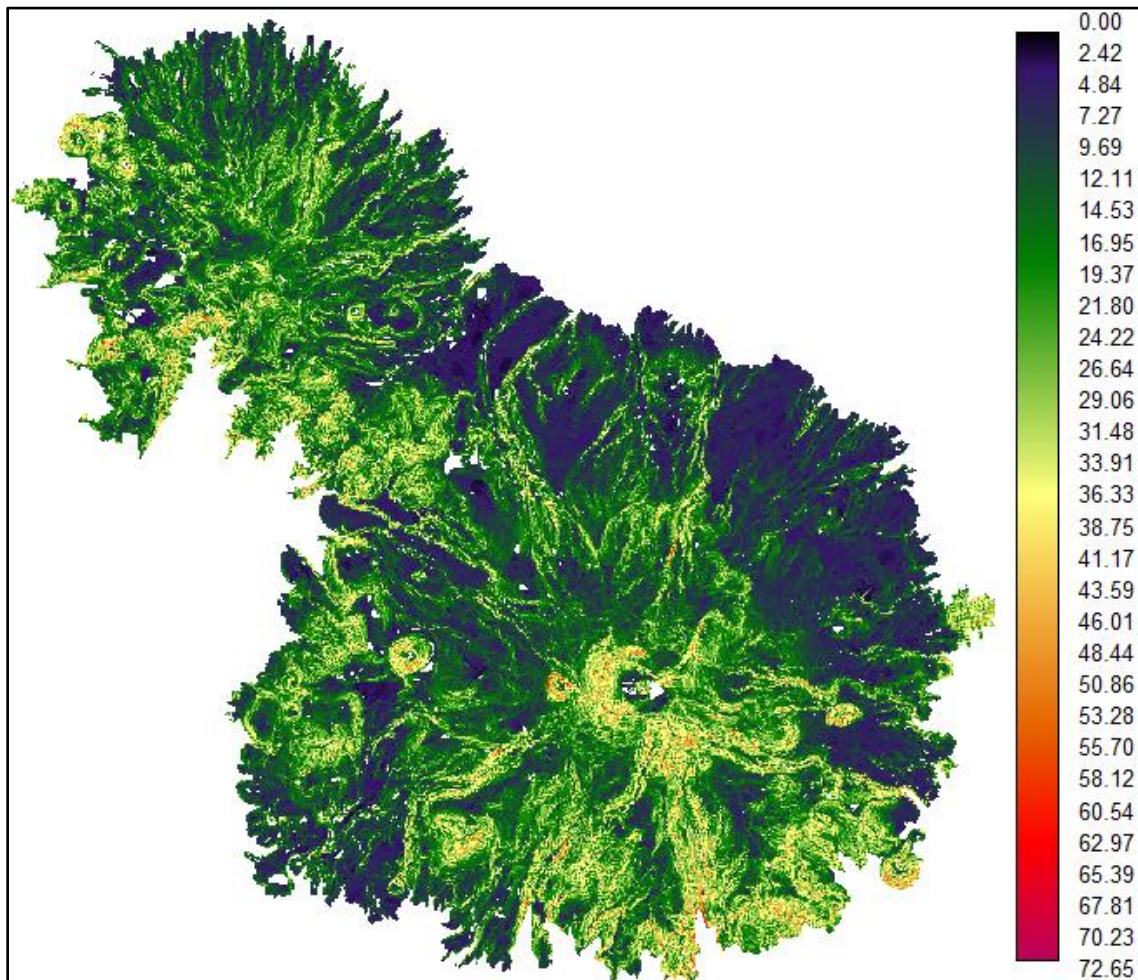


Figura 13 Cobertura Vegetal en 2009

Fuente: Regil *et al.* 2013.

*b) Mapa de Pendiente*

Fue derivado de un modelo digital de elevación con una resolución de 20 metros el cual fue generado a partir de curvas de nivel con una equidistancia de 20 metros proporcionadas por el IIIGCEM, con las cuales se realizó una interpolación local con el algoritmo *Intercon*, el modelo de elevación se validó utilizando 60 puntos obtenidos en campo y se obtuvo un error medio cuadrático (RMS) de 4.0 metros, de acuerdo a los estándares del US Geological Survey es un modelo nivel III (Felicísimo, 1994) y se ejecutó el comando **Surface / Slope**, opción degree (ver figura 14).



**Figura 14** Pendiente en grados



### c) Localidades y Caminos

Dentro del Área de Protección de Flora y Fauna “Nevado de Toluca” existe una tirada considerable de caminos, entre las que destacan los tramos correspondientes a las carreteras: Toluca-Temascaltepec; Toluca-Sultepec; Toluca-Amanalco y, un sinnúmero de caminos de segundo orden, brechas y veredas que en su mayoría fueron construidos por la PROTINBOS actualmente PROBOSQUE (CONANP, 2013).

Fueron obtenidos con base en la carta topográfica digital de INEGI E14-A48 escala 1:50000, para el desarrollo del modelo se utilizaron las nueve localidades de estudio, (figura 15) para el mapa de caminos se incluyeron carreteras, terracerías, brechas y veredas (figura 16).

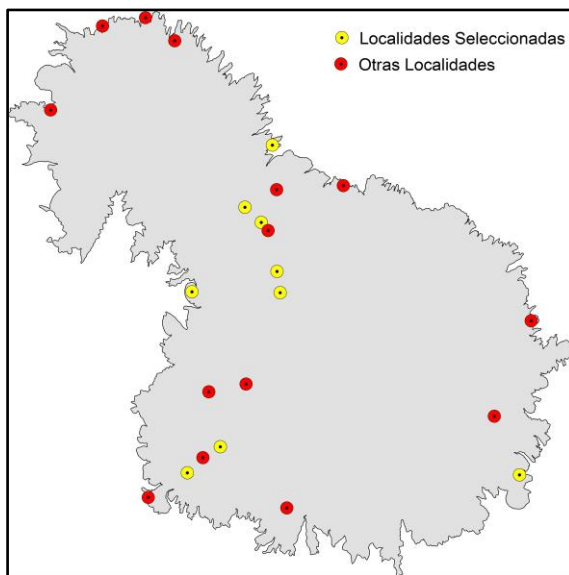


Figura 16 Localidades

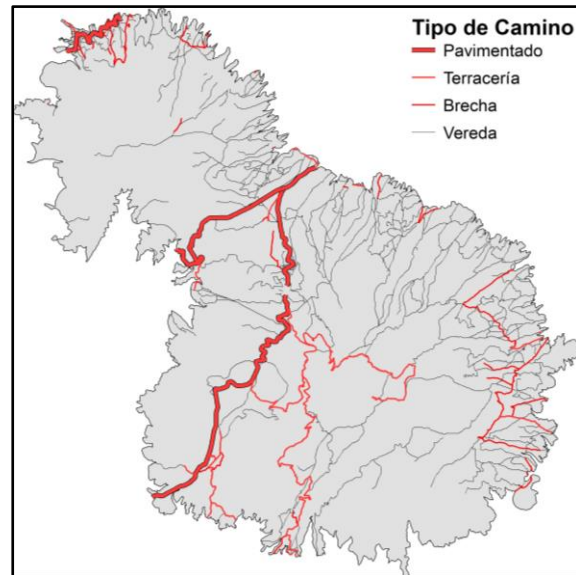


Figura 15 Caminos

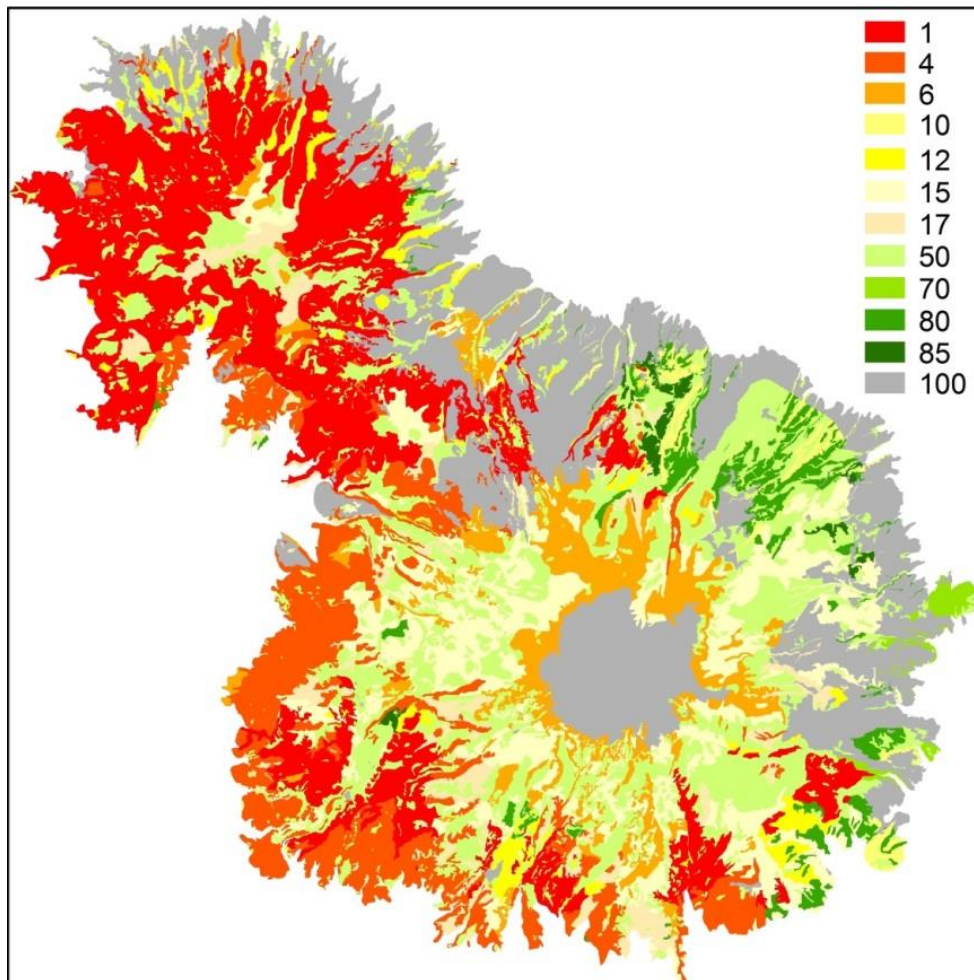
### 3.2.3 Superficies de fricción

#### a) Vegetación

Los valores de fricción fueron establecidos por los recolectores entrevistados de acuerdo a su preferencia en la recolección de hongos, los tipos de vegetación con menor fricción son lo que tienen mayor importancia (ver tabla 6 y figura 17).

**Tabla 6 Valores de Fricción por tipo de vegetación**

<b>Categoría de Vegetación</b>	<b>Importancia Relativa</b>	<b>Valor de Fricción</b>
Bosque Oyamel	Extremadamente Alto	1
Bosque Oyamel - Pino	Muy Alto	4
Bosque de Pino	Alto	6
Bosque de Aile	Medio	10
Bosque Oyamel Fragmentado	Medio	12
Bosque Pino Fragmentado	Medio	15
Bosque Oyamel –Pino Fragmentado	Medio	17
Pastizal y Matorral	Bajo	50
Bosque de Encino	Muy Bajo	70
Bosque Aile Fragmentado	Muy Bajo	80
Bosque de Cedro	Extremadamente Bajo	85
Otros (Agricultura, Cuerpos de Agua Erosión, Asentamientos Humanos y Pastizal alpino)	Ninguno	100



**Figura 17 Fricción por tipo de vegetación**

### b) Pendiente

Considerando que las superficies con menor pendiente representan menor fricción, y esta aumenta conforme lo hace el valor de la pendiente. El mapa de fricción por pendiente resultado de convertir a números enteros el mapa de pendientes y asignar el valor de fricción 1 a los valores con pendiente 0 con el fin de valores de fricción nula. La fricción fue establecida con valores entre 1 y 70 (figura 18).

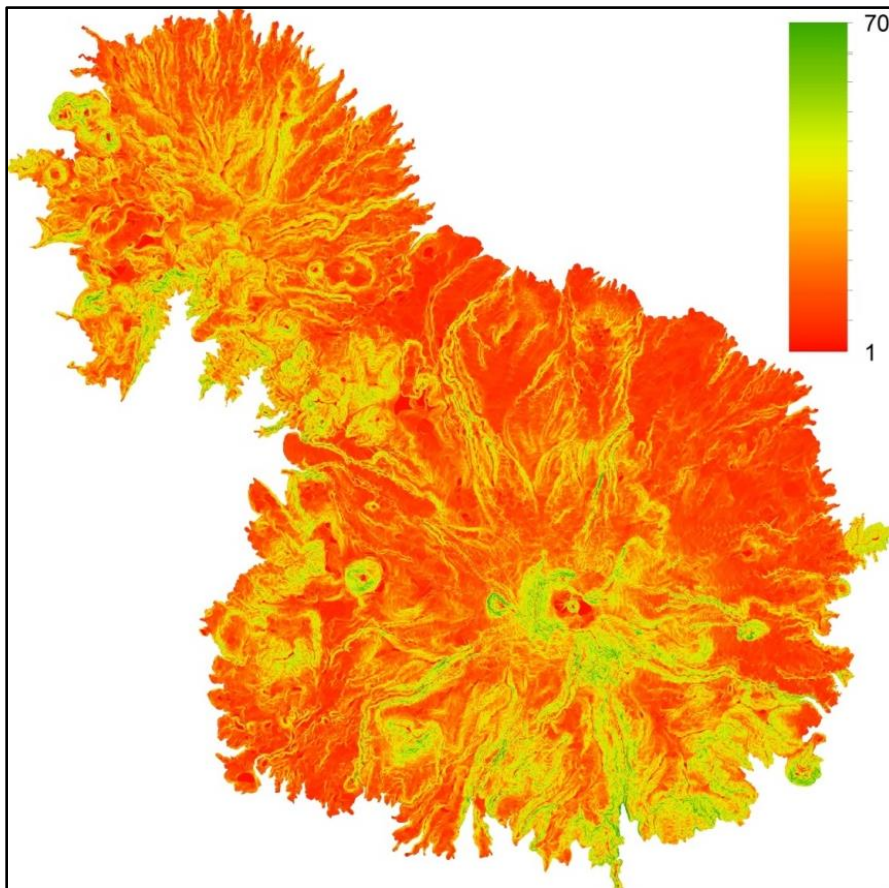


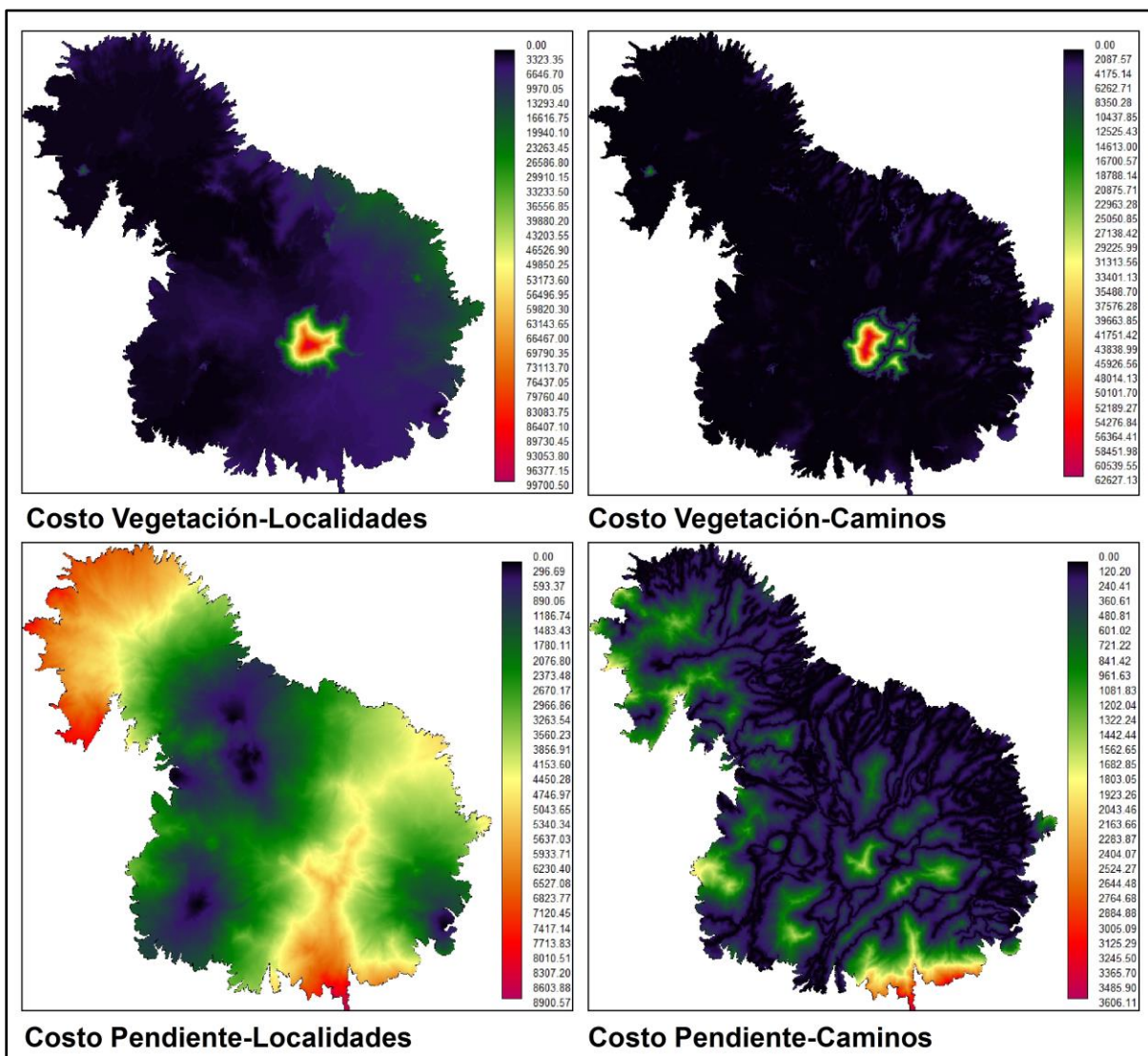
Figura 18 Fricción por pendiente

### 3.2.4 Superficies de costo

Los mapas de costo fueron generados con el algoritmo *costgrow* opción *infinito* utilizando la vegetación (figura 17) y la pendiente (figura 18) como superficies de fricción y las localidades (figura 15) y caminos (figura 16) como elementos de origen desde los cuales se calculó el costo (figura 19), con este procedimiento se obtuvieron los cuatro factores para integrarlos en la evaluación multicriterio (ver tabla 7).

**Tabla 7 Descripción de factores para la Evaluación Multicriterio**

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>
Costo Vegetación / Localidades	Resistencia de cada pixel en términos de tipo de vegetación y proximidad la localidad
Costo Vegetación / Caminos	Resistencia de cada pixel en términos de tipo de vegetación y proximidad a los caminos
Costo Pendiente / Localidades	Resistencia de cada pixel en términos de clases de pendiente y proximidad la localidad
Costo Pendiente / Caminos	Resistencia de cada pixel en términos de clases de pendiente y proximidad a los caminos



**Figura 19 Superficies de costo**



### 3.2.5 Normalización

La estandarización de los factores se realizó con el módulo *fuzzy* usando una función de pertenencia difusa lineal monótona decreciente, con valores (byte 0-255) considerando los máximos y mínimos registrados para cada factor, se aplicó el mismo procedimiento para los cuatro factores (figura 20).

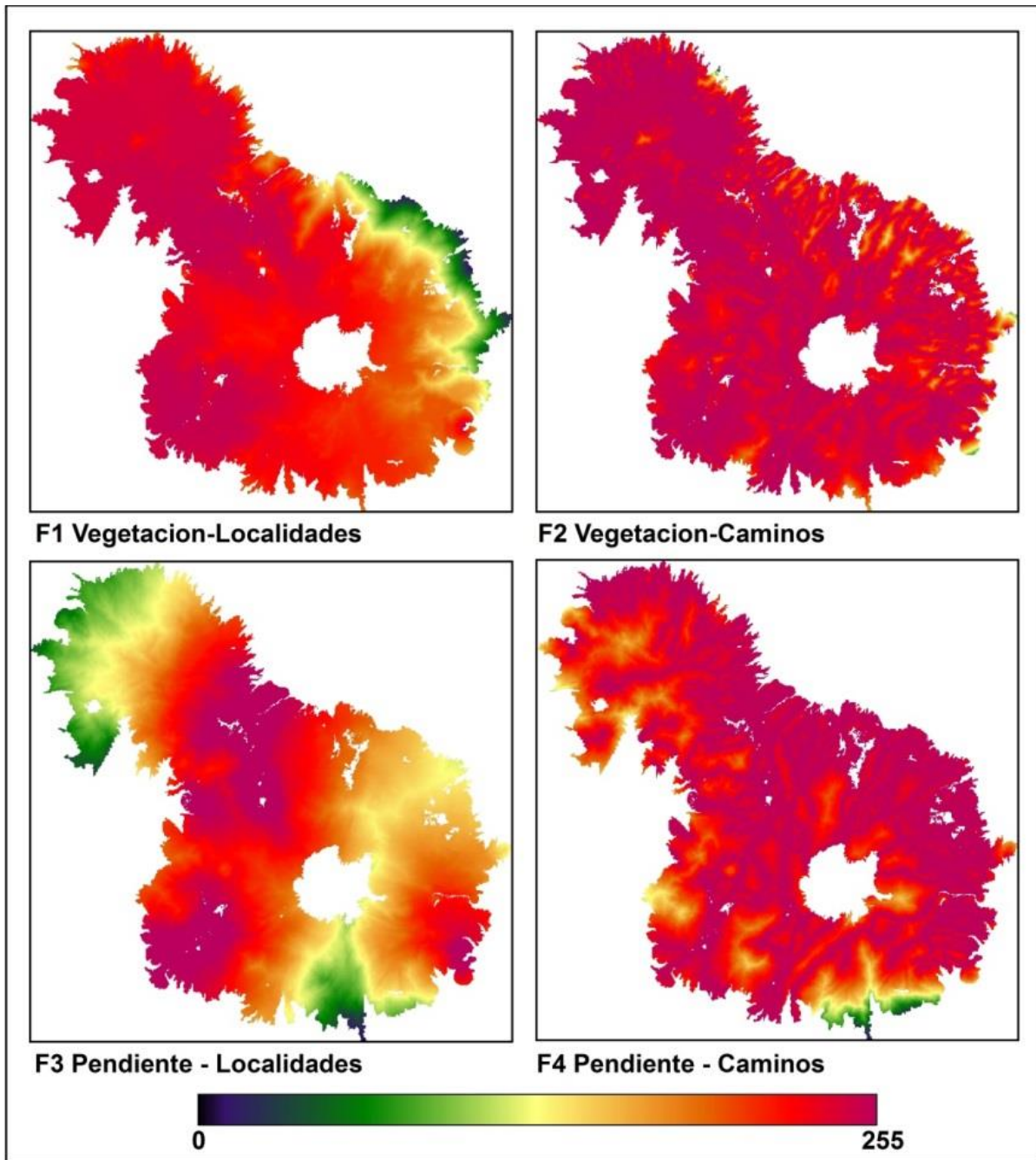


Figura 20 Factores normalizados

### 3.2.6 Asignación de pesos

Para establecer los pesos ( $w_{ij}$ ) se aplicó el Método de Jerarquías Analíticas mediante el uso del comando *weighth* y se obtuvo un coeficiente de consistencia de 0.01 (tabla 8) el cual se considera como aceptable (Saaty, 1980).

**Tabla 8 Matriz de comparación por pares**

	F1 Veg-Loc	F2 Veg-Cam	F3 Pen-Loc	F4 Pen-Cam	$w_{ij}$
F1 Veg-Loc	1				0.5184
F2 Veg-Cam	1/2	1			0.3035
F3 Pen-Loc	1/4	1/3	1		0.117
F4 Pen-Cam	1/8	1/5	1/2	1	0.061

Coeficiente de consistencia: 0.01

### 3.2.7 Sumatoria lineal ponderada

Una vez establecidos los pesos se realizó la sumatoria mediante algebra de mapas con la calculadora de imágenes, para generar el mapa de presión potencial por extracción de hongos silvestres comestibles.

$$P = \sum_{i=1}^n w_i F_j$$

Donde:  $P$  es el nivel de presión potencial por extracción de hongos

$w_i$  es el peso de cada criterio  $i$  ( $\sum w_i = 1$ )

$F_j$  es el valor ponderado de la alternativa  $i$  en el factor  $j$

$$P = [(F1 * 0.5184) + (F2 * 0.3035) + (F3 * 0.117) + (F4 * 0.061)]$$

### **3.4 Etapa 4 Validación**

Para hacer la validación del modelo se utilizaron datos recolectados en campo para lo cual se realizaron 13 recorridos con la finalidad de identificar los sitios donde realizan la recolección de hongos, durante los recorridos se recolectaron 293 muestras de hongos, tanto los recorridos como los sitios de muestreo fueron registrados en un dispositivo GPS. Las muestras recolectadas fueron fotografiadas, descritas y secadas de acuerdo a lo recomendado por Halling, 1996 y posteriormente depositadas en la colección de hongos del Herbario Nacional de México, (MEXU), este procedimiento fue reportado por Franco-Maass *et al*, (2012).

Los puntos de las muestras recolectadas fueron sobrepuestos al mapa de nivel de presión potencial, para comprobar el grado de acuerdo de la información generada del modelo con datos reales recolectados en campo.

### **3.5 Etapa 5 Aplicación**

Una vez que se comprobó que el modelo presenta un nivel aceptable de precisión, para los sitios de cosecha de hongos de las 9 localidades seleccionadas, se aplicó el modelo considerando las 23 localidades del interior del Área.

# **CAPÍTULO IV RESULTADOS**

#### 4.1 Caracterización de la extracción de Hongos Silvestres Comestibles

Se aplicaron 165 encuestas a familias de las 9 localidades de estudio lo que representa el 13.5% del total de viviendas, los resultados de las encuestas permitieron caracterizar el proceso de recolección de HSC, se encontró que el 64.2% de las familias recolectan hongos para autoconsumo, el 4.2% los recolectan exclusivamente para su venta y el 8.5% lo hace con ambas finalidades, por el contrario 16.4 % reportaron no realizar esta actividad (ver tabla 9). Los encuestados dijeron conocer en promedio 6 diferentes especies y solo el 12.7 % dijo conocer y recolectar más de 10 especies de hongos.

**Tabla 9 Encuestas aplicadas y destino de colectas**

Localidad	Viviendas encuestadas	Total de viviendas	Población Total	Autoconsumo		Autoconsumo / Venta		Venta		Venta / Autoconsumo		No recolectan	
				#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Agua Blanca	17	19	113	6	35.3	4	23.5	4	23.5	2	11.8	1	5.9
Buonavista	20	132	560	10	50.0	2	10.0	2	10.0	2	10.0	4	20.0
Contadero	36	494	2082	25	69.4	1	2.8	1	2.8	1	2.8	8	22.2
El Varal	6	13	51	4	66.7	1	16.7	0	0.0	1	16.7	0	0.0
La Peñuela	16	161	655	13	81.3	0	0.0	0	0.0	1	6.3	2	12.5
La Puerta	15	70	253	14	93.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	1	6.7
Loma Alta	16	139	530	12	75.0	2	12.5	0	0.0	0	0.0	2	12.5
Raíces	30	150	664	20	66.7	2	6.7	0	0.0	4	13.3	4	13.3
San Román	9	38	138	2	22.2	2	22.2	0	0.0	0	0.0	5	55.6
Total	165	1216	5046	106	64.2	14	8.5	7	4.2	11	6.7	27	16.4

Fuente: Franco-Maass *et al* 2016

En promedio el número de personas que participan en la recolección es de 3, la actividad se realizan durante 3.7 y va de 3 meses en el caso de Buonavista a 6 meses en la localidad de San Román; la media para las 9 localidades es de 5.3 colectas por mes, siendo la localidad de Agua Blanca donde se realizan el mayor número colectas con un promedio de 9.5; en promedio se extraen 105.3 kilogramos por familia durante la temporada, las localidades de Agua Blanca con 182 kg, San Román 163.5 y Raíces con 152.1 son las que mayor cantidad reportaron, en Raíces 8 familias dijeron recolectar más de 100 kg por temporada y en Agua Blanca 7 familias (ver tabla 10).

**Tabla 10 Numero de colectas y cantidad de hongos por colecta**

Localidad	Promedio recolectores por recorrido	Promedio meses por año de recolección	Promedio número de colectas por mes	Promedio kg recolectados por familia por temporada	Promedio kg recolectados por familia por semana kg	Familias que recolectan más de 100 kg por temporada
1. Agua Blanca	2.9	3.6	9.5	182.0	12.8	7
2. Buenavista	3.3	3.0	4.5	114.4	9.5	3
3. Contadero	2.8	3.3	2.9	31.8	2.4	1
4. El Varal	3.7	3.3	7.3	94.0	7.1	2
5. La Peñuela	2.1	3.4	5.9	87.4	6.5	4
6. La Puerta	3.2	4.2	4.1	45.2	2.7	1
7. Loma Alta	3.1	4.9	5.9	78.1	4.0	6
8. Raíces	3.5	3.7	5.5	152.1	10.4	8
9. San Román	1.5	6.0	3.5	163.5	6.8	1
Promedio	3.0	3.7	5.3	105.3	6.8	

Fuente: Franco-Maass *et al* 2016

Considerando las 138 familias encuestadas que realizan extracción de HSC, 65 indicaron que esta actividad la realiza el padre con otros miembros de la familia, y emplean en promedio 3.2 horas por recorrido y recolecta alrededor de 91.8 kg durante la temporada, en comparación 30 familias mencionaron que es la madre de familia con otros miembros quien regularmente hacen la colecta, con una duración promedio de 3.4 horas por recorrido y recolecta más kilogramos por temporada con un promedio de 121.4, 18 familias dijeron el padre solo y únicamente 16 mencionaron que la extracción la llevan a cabo los hijos solos (ver tabla II).

**Tabla 11 Características de recolección por miembros de la familia**

Miembros de la familia	Total de recolectores	Total kg por temporada	Promedio kg por recolector por temporada	Promedio tiempo por recorrido (hr)
Padre solo	18	1326	73.6	6.3
Padre con familia	65	5969	91.8	3.2
Madre con familia	30	3642	121.4	3.4
Hijos solos	16	1835	114.7	2.4
Otras relaciones	9	819	91.0	3.2
Total	138	13591		

Fuente: Franco-Maass *et al* 2016

#### 4.2 Resultado del modelo para las 9 localidades de estudio.

La capa resultante de la aplicación de modelo es una superficie continua en con valores mínimos de 0 y máximo 255, la cual se reclasifico en 5 rangos con la finalidad de hacer más fácil su interpretación (ver figura 21), los valores más altos están concentrados en la zonas centrales de la poligonal del Área, sobre la laderas noroeste, oeste y suroeste del Nevado, que es el zona donde están asentadas la localidades de estudio.

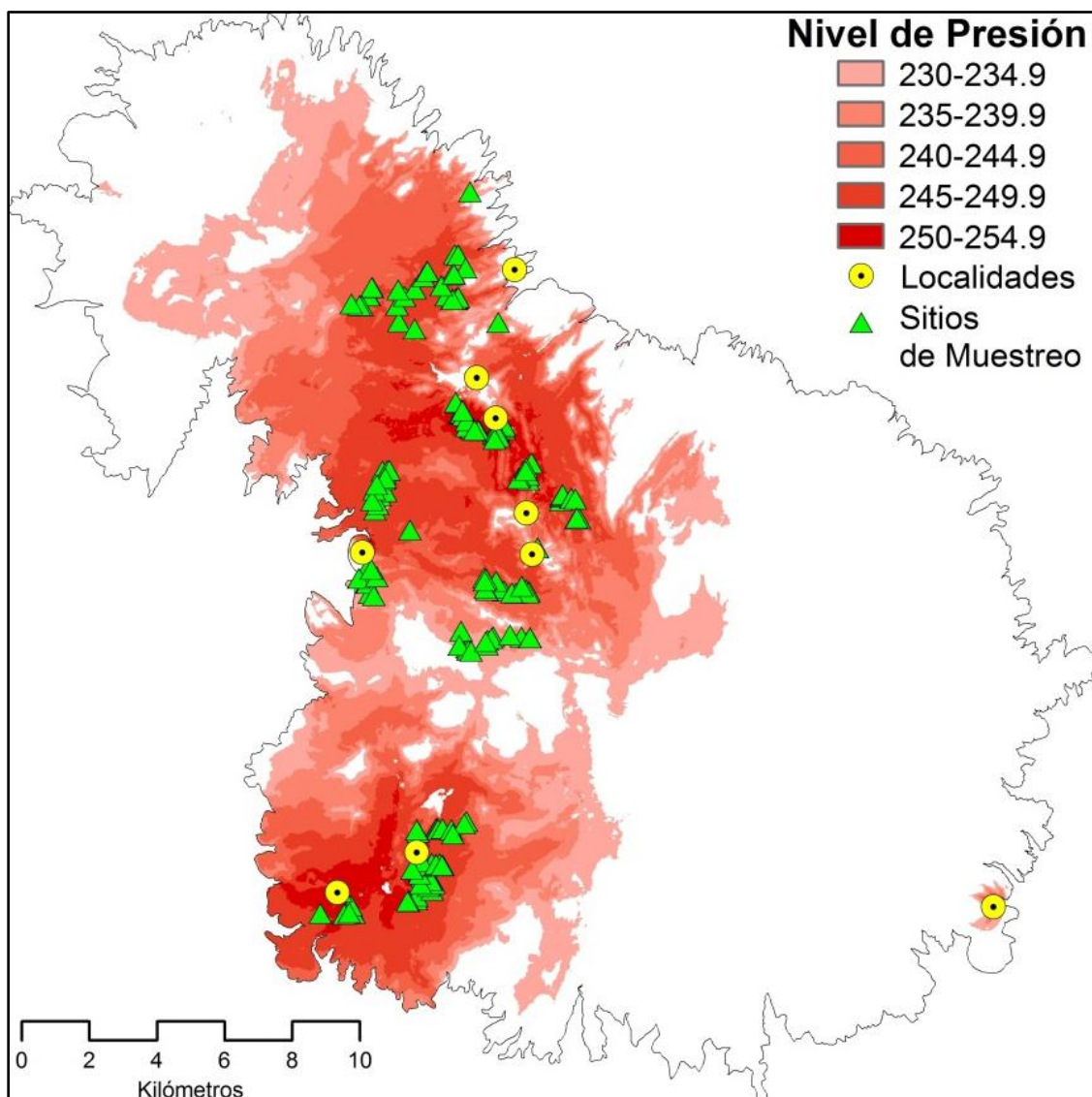


Figura 21 Nivel de presión potencial para 9 localidades

### 4.3 Validación

Los sitios de las 293 muestras recolectadas (ver anexo 2 )fueron comparados con el mapa de nivel de presión potencial para 9 localidades (ver figura 21), es decir los datos obtenidos del modelo son cotejados con datos obtenidos en campo.

Se encontró que 281 sitios de muestreo coinciden con pixeles con valores altos, 122 de ellos con valores entre 245 y 249.9 y 73 con valores mayores a 250. (ver tabla 12).

De acuerdo a lo anterior podemos confirmar que el modelo está correctamente construido, conceptual y operacionalmente. La asignación de valores de fricción a los criterios y de pesos a los factores resulto satisfactoria, para el objetivo del modelo.

**Tabla 12 Frecuencia por rangos de nivel de presión de los sitios de muestreo**

Valor	Frecuencia
230-234.9	13
235-239.9	14
240-244.9	58
245-249.9	122
250-245.9	73
Total	281

Fuente: Franco-Maass *et al* 2016

#### 4.4.1 Recorridos

Se realizaron 13 recorridos para recolectar hongos en las 9 localidades de estudio en los cuales se encontró que los recolectores viajan en promedio una distancia de 6.9 kilómetros, siendo la mínima de 2.4 en el recorrido 12 de la comunidad de Loma Alta y la distancia máxima de 11.9 kilómetros en el recorrido 6 en la localidad de La Peñuela, la altitud promedio de los trayectos es de  $3262 \pm 55.85$  msnm, las altitudes mínimas se reportaron en La Peñuela con 2980 para en el recorrido 5 esto se debe a que esta localidad está ubicada en límite del APFFNV (cota de 3000 msnm), así mismo la altitud máxima registrada fue de 3560 para el recorrido 8 de la localidad de Raíces, esta comunidad es la que está asentada a mayor altitud de todas (3500msnm), los trayectos se ejecutaron en pendientes que van de los 0 a los 54.7 grados, con una pendiente promedio de 15.1 grados, 10 de los 13 recorridos tuvieron una vegetación predominante durante el



recorrido de bosque de oyamel y los 3 restantes fue el bosque de pino el que predominó (ver tabla B).

En las siguientes figuras (22-26) se muestran los perfiles topográficos de los recorridos que y se indica sobre qué tipo de vegetación se desarrolló el trayecto, se ilustra de forma clara que los recolectores tienen una alta preferencia por los bosques de oyamel, y sobre altitudes a las cuales se desarrollan este tipo de vegetación.

**Tabla 13 Características de los recorridos**

Ruta	Localidad	Distancia (km)	Altitud mínima (m.s.n.m.)	Altitud máxima (m.s.n.m.)	Altitud media (m.s.n.m.)	Pendiente mínima (grados)	Pendiente máxima (grados)	Pendiente media (grados)	Tipo de vegetación dominante en el recorrido	% vegetación dominante en el recorrido
R1	Agua Blanca	5.9	3168	3267	3221 ± 27	0.0	30.8	11.7 ± 5.3	Oyamel	78.6
R2	Agua Blanca	4.3	3220	3460	3301 ± 69	2.0	36.9	13.0 ± 7.1	Oyamel	62.9
R3	Agua Blanca	6.4	3157	3297	3199 ± 37	0.0	35.3	8.4 ± 6.4	Oyamel	35.5
R4	La Peñuela	5.9	3020	3240	3153 ± 49	0.0	48.2	12.4 ± 11.3	Pino	29.3
R5	La Peñuela	7.4	2980	3227	3107 ± 76	0.0	48.2	16.2 ± 10.2	Oyamel-Pino	47.6
R6	La Peñuela	11.9	2947	3347	3124 ± 37	0.0	54.7	21.7 ± 11.2	Oyamel	62.2
R7	Raíces	7.2	3340	3547	3433 ± 52	4.2	34.2	13.8 ± 13.8	Oyamel-Pino	49.9
R8	Raíces	10.5	3355	3560	3463 ± 62	0.0	36.9	13.6 ± 7.3	Pino	39.1
R9	Contadero	6.3	2987	3175	3072 ± 63	0.0	29.2	11.8 ± 5.3	Oyamel	20.3
R10	La Joya	5.2	3279	3426	3358 ± 37	0.0	45.0	18.8 ± 11.1	Oyamel	69
R11	La Puerta	5.7	3131	3400	3260 ± 68	0.0	36.9	14.9 ± 7.0	Oyamel	81.2
R12	Loma Alta	2.4	3360	3500	3442 ± 35	0.0	48.2	22.2 ± 10.9	Oyamel	82
R13	San Román	10.5	3034	3440	3271 ± 114	0.0	36.9	17.8 ± 8.9	Oyamel	48.2
Promedio		6.9	3152	3376	3262 ± 55.85	0.5	40.1	15.1 ± 8.3		

Fuente: Franco-Maass *et al* 2016

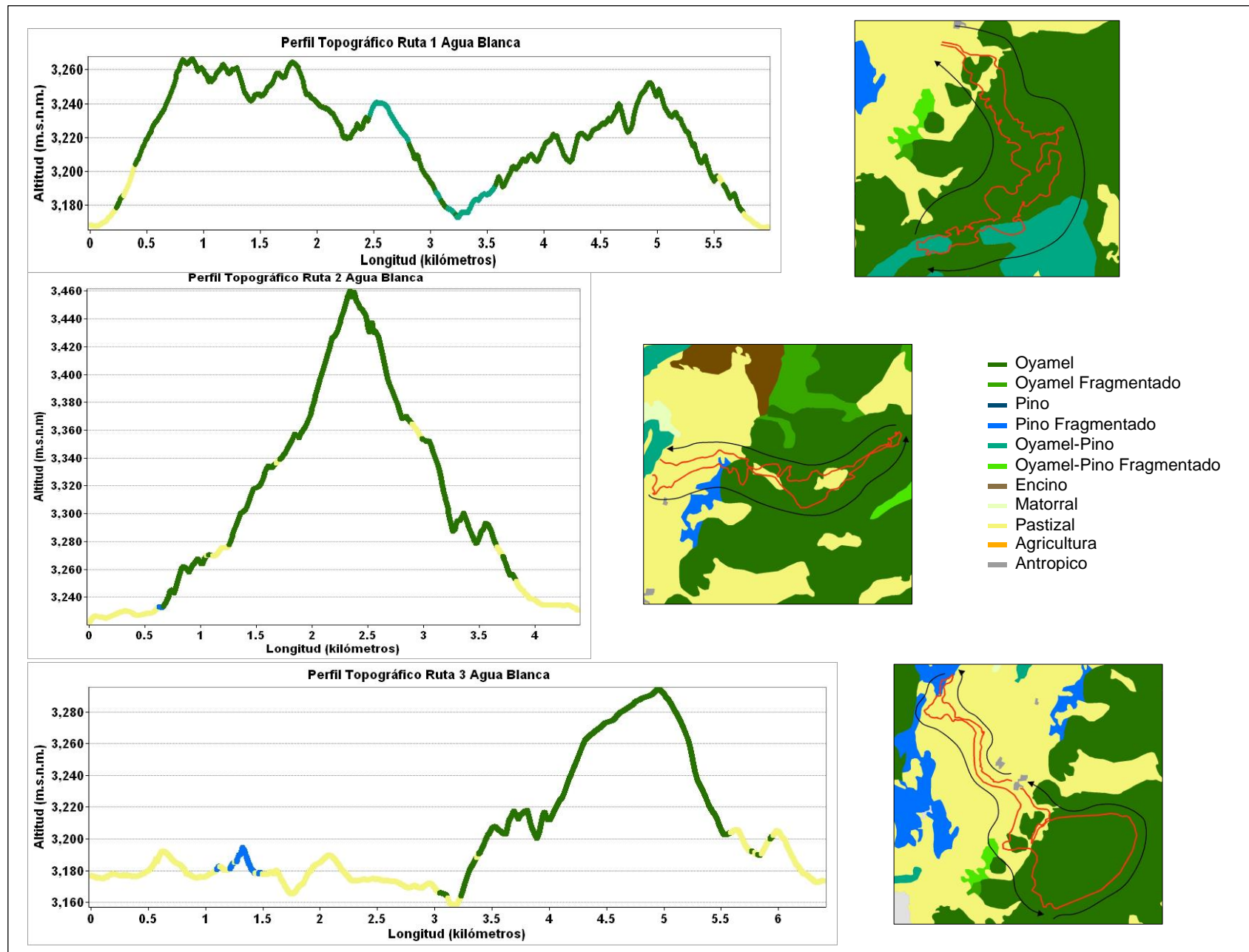


Figura 22 Perfiles de recorridos de Agua Blanca

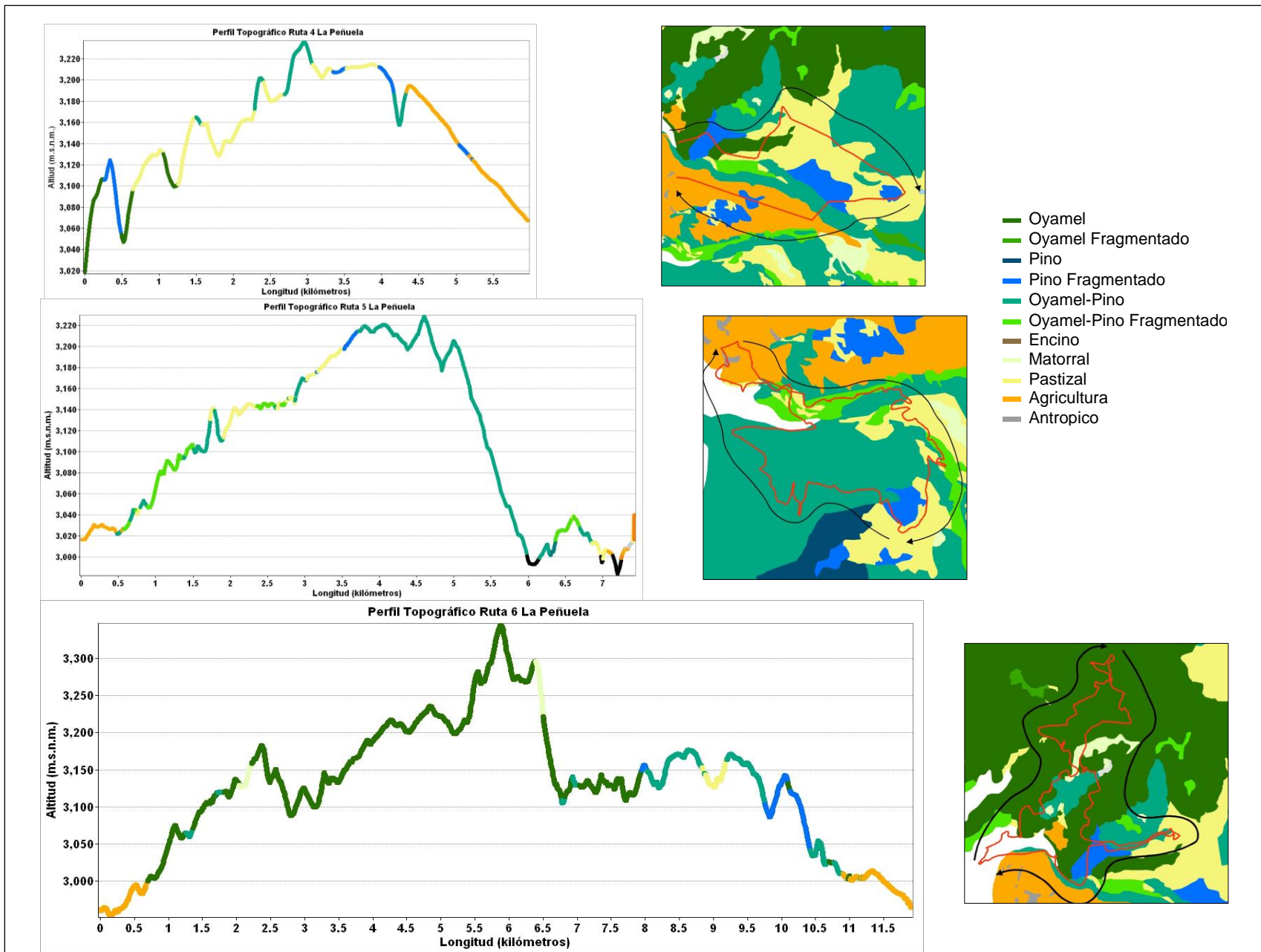


Figura 23 Perfiles de recorridos de La Peñuela

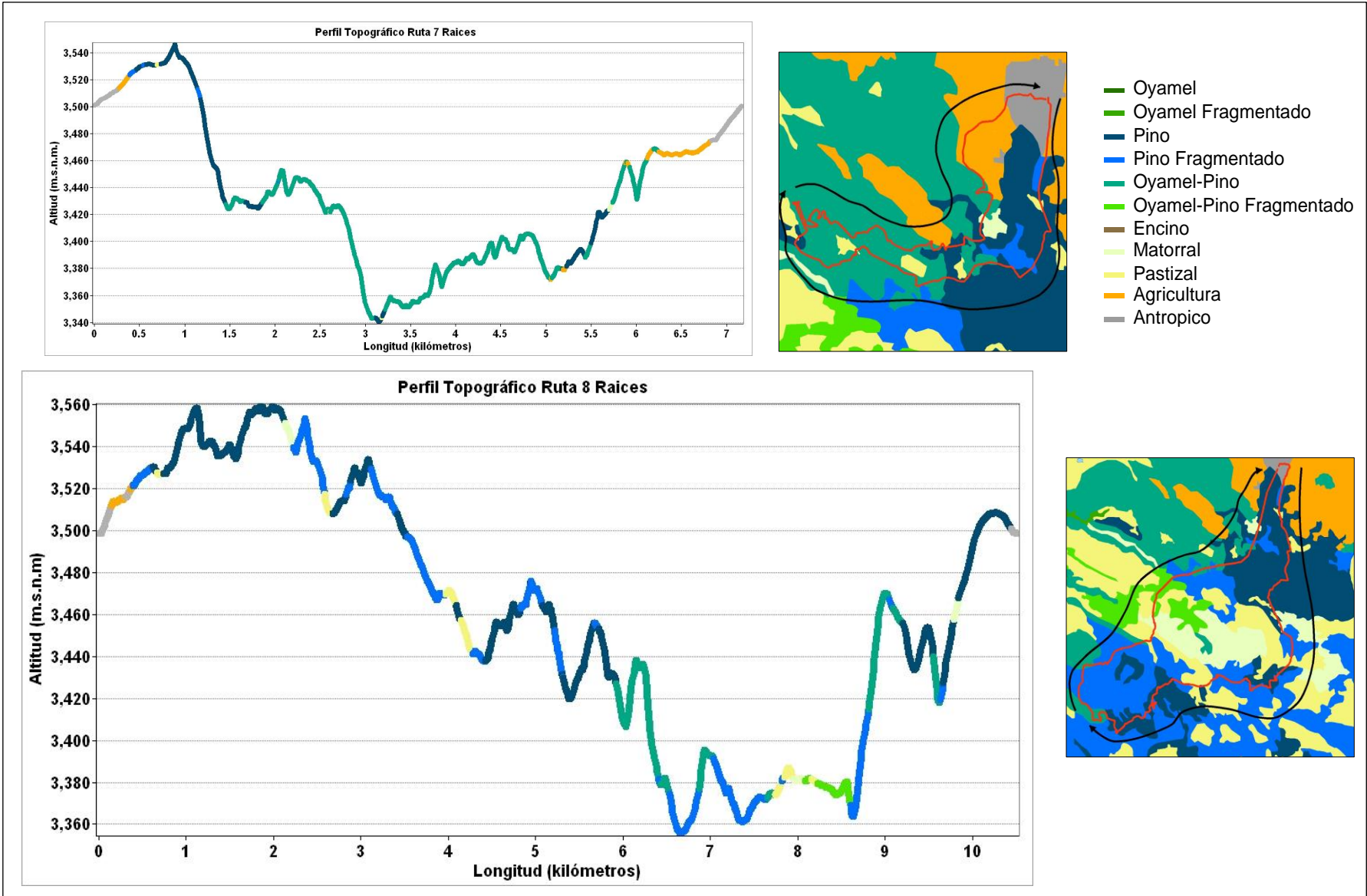


Figura 24 Perfiles de recorridos de Raíces

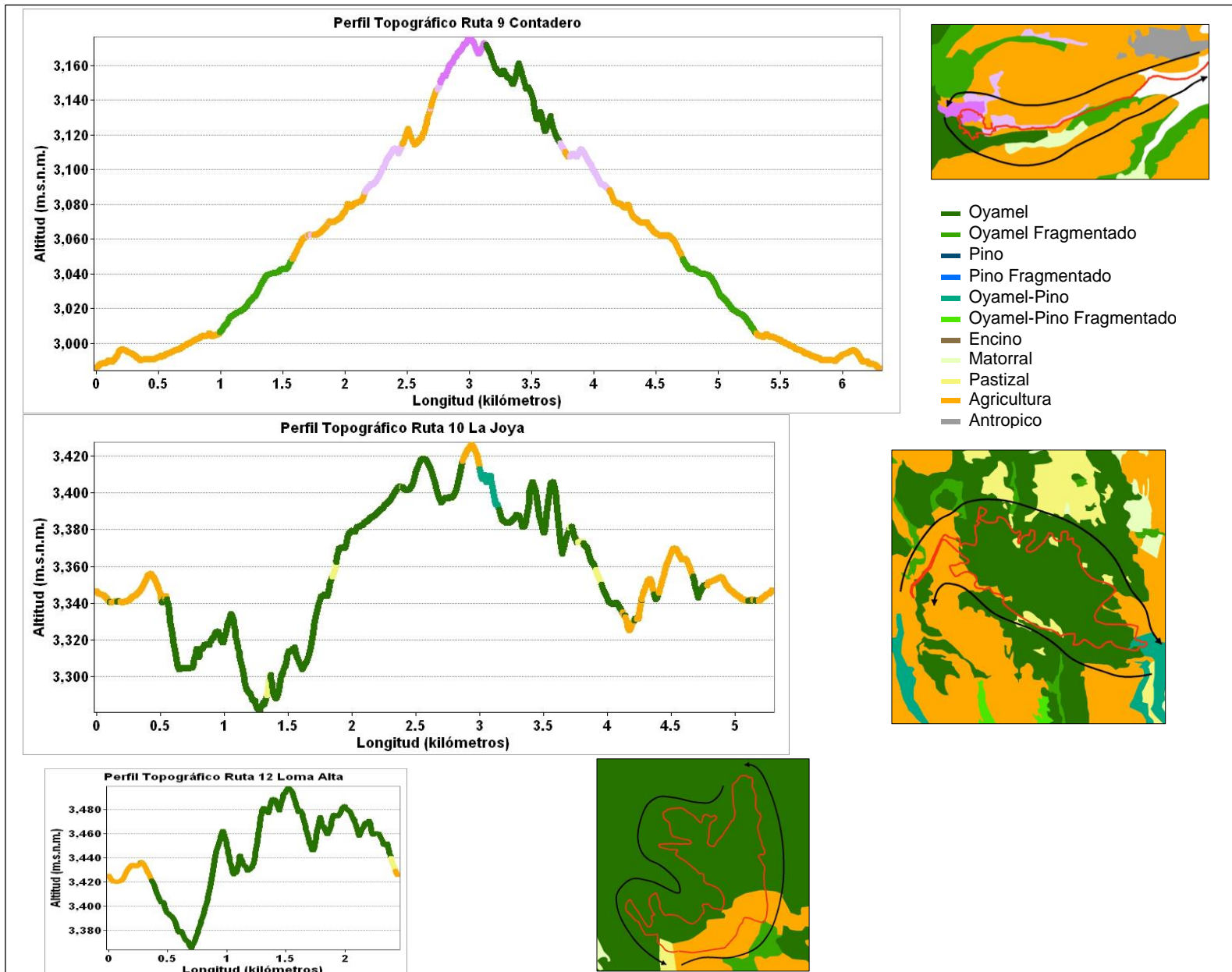
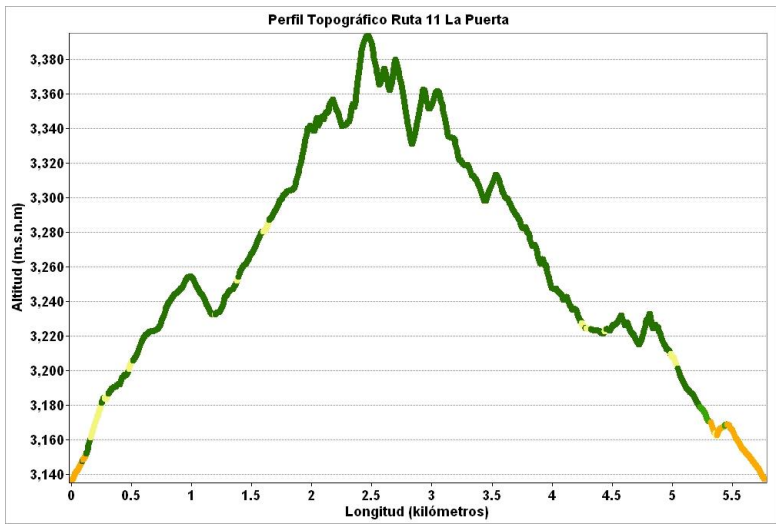


Figura 25 Perfiles de recorridos Contadero, La Joya y Loma Alta





- Oyamel
- Oyamel Fragmentado
- Pino
- Pino Fragmentado
- Oyamel-Pino
- Oyamel-Pino Fragmentado
- Encino
- Matorral
- Pastizal
- Agricultura
- Antropico

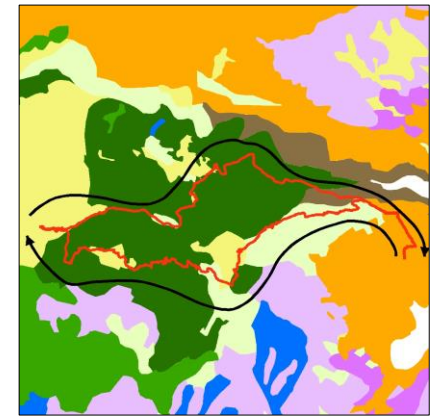
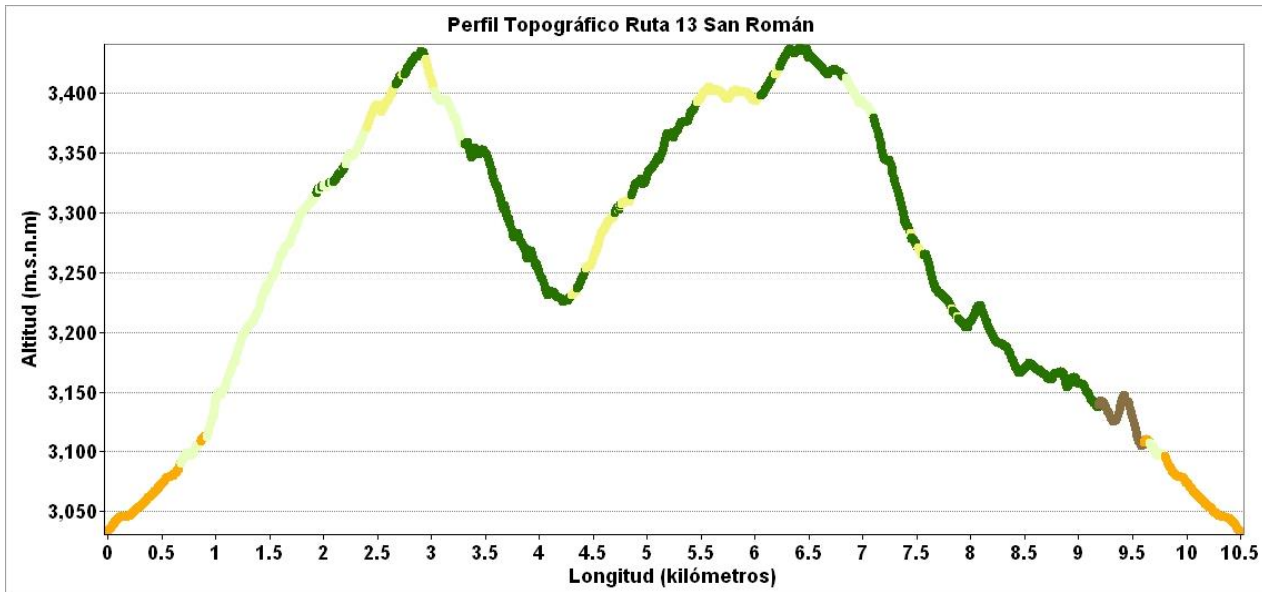


Figura 26 Perfiles recorridos La Puerta y San Román

#### 4.5 Mapa Final

La aplicación del modelo a las 23 localidades dio como resultado una superficie continua con valores de 0 a 255 el cual se reclasifico para obtener 5 rangos con los valores más altos los cuales representan las zonas de que están sujetas a un mayor nivel de presión por extracción de HSC (ver figura 27), las zonas con valores más altos y que ocupan la mayor extensión son aquellas localizadas en la región este del Nevado de Toluca donde se concentran las localidades, cerca de bosques de oyamel y pino, en cambio las localidades ubicadas en el zona esta del Nevado que se encuentran aisladas representan menores superficies sujetas a presión por extracción.

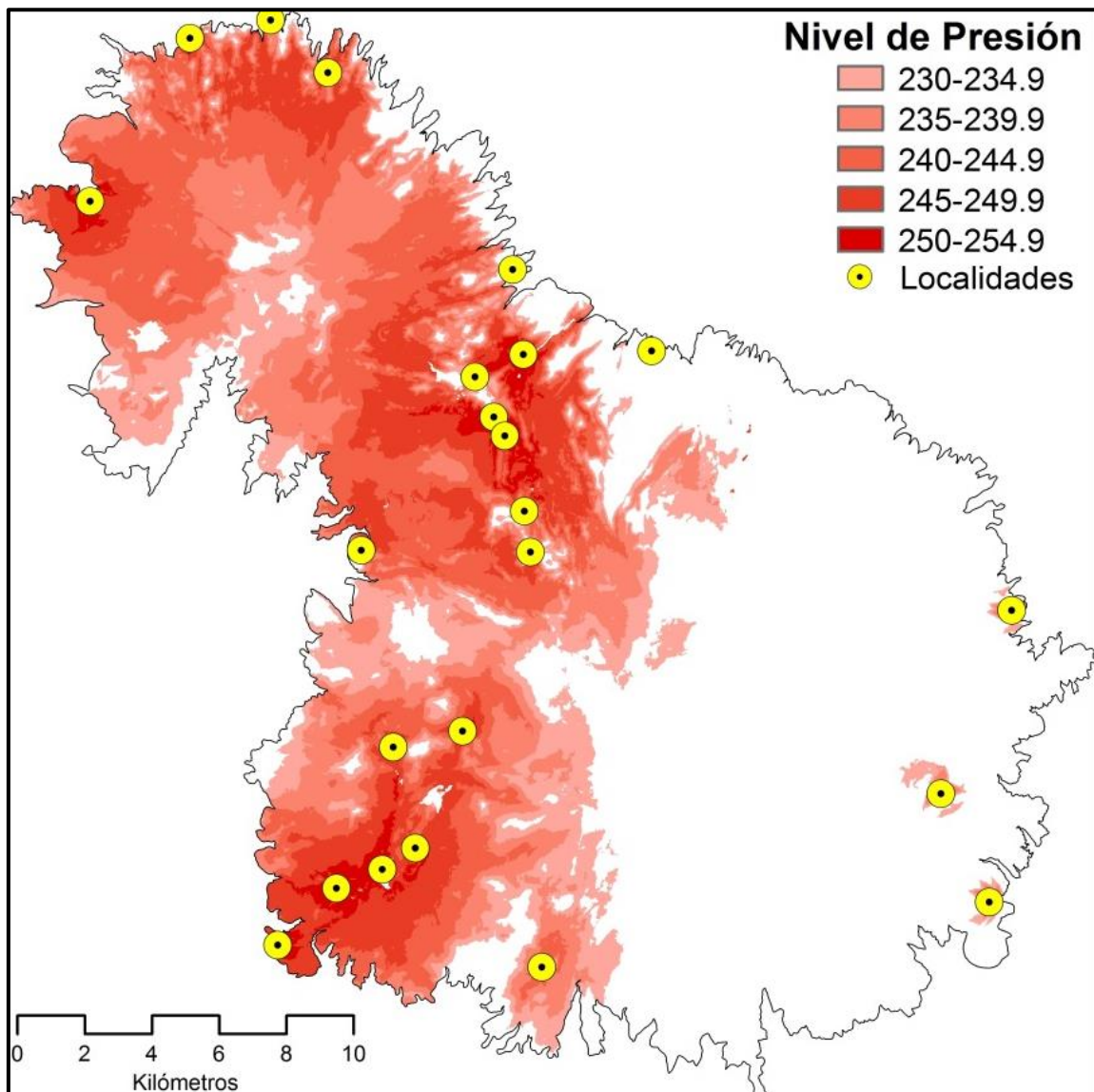


Figura 27 Mapa Final Nivel de presión potencial por extracción para 23 localidades



Se realizó una sobre posición del mapa final y el mapa de cobertura vegetal y se obtuvo que acuerdo al modelo existen de 19 454 ha que representan el 36 % de la superficie total del APFFNT que tienen un alto nivel de presión potencial, el bosque de oyamel denso es el que presenta mayor superficie a una fuerte presión con 8858 ha (81%) de las 10932 ha de este tipo de cobertura seguido de la categoría de oyamel-pino con 4303 ha (75%) de las 5716 ha totales de superficie que ocupan en el área.

**Tabla 14 Superficie de vegetacion sujeta a presión potencial por extraccion de HSC**

Tipo de Vegetación	Nivel de Presión por Intervalos					Total de Hectáreas bajo presión	Total de Hectáreas Por tipo de vegetación
	230-234.9	235-239.9	240-244.9	245-249.9	250-254.9		
Oyamel	1615	1560	2542	2661	481	8858	10932
Oyamel Fragmentado	96	107	299	360	23	885	1317
Oyamel-Pino	1020	1065	1188	865	164	4303	5716
Oyamel-Pino Fragmentado	394	422	285	159	29	1289	2034
Pino	541	377	287	281	2	1489	3386
Pino Fragmentado	805	809	616	347	52	2629	5943
	4472	4340	5217	4673	751	19454	29328

## **Conclusiones y Recomendaciones.**

El conocimiento que la población local tiene sobre los hongos silvestres puede ayudar de manera efectiva si se incorpora de forma adecuada a un Sistema de Información Geográfica, y en el proceso de Evaluación Multicriterio.

La variable de vegetación es el factor más importante en el proceso de recolección de hongos silvestres comestibles, específicamente los bosques de oyamel son los preferidos por los recolectores para buscar hongos.

Los recolectores no buscan una especie en particular, si no que buscan las zonas con las condiciones donde pueden encontrar hongos.

La metodología empleada en el modelo puede ser fácilmente aplicada en otros sitios de interés micológico e incluso a otros recursos forestales por ejemplo leña, musgos, líquenes entre otros.

Los resultados del modelo pueden ser utilizados para establecer sitios de estudio y monitoreo permanentes con el fin de comprender los procesos de aprovechamiento de los recursos forestales por parte de la población local, además pueden ser de gran utilidad en la creación y mejora de políticas públicas dirigidas a la conservación de los recursos forestales.

Las zonas identificadas pueden ser consideradas para la reintroducción de especies de hongos y la reproducción de estos mediante cepas.

## Literatura Citada

- Abasolo, V.E., 2006. *Entre el cielo y la tierra: Raices, un pueblo de la alta montaña en el Estado de México*. Tesis de doctorado en Antropología Social. Universidad Iberoamericana.
- Alvarado-Castillo, G. y Benítez, G., 2009. El enfoque de agroecosistemas como una forma de intervención científica en la recolección de hongos silvestres comestibles. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10, pp.531-539.
- Barba-Romero, S., y Pomerol, J. C. 2000. *Decisiones multicriterio: fundamentos teóricos y utilización práctica*, Colección Economía, Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, España.
- Boa, E., 2004. *Los hongos silvestres comestibles: perspectiva global de su uso e importancia para la población*, Roma: FAO, Productos forestales no madereros N° 17.
- Bonet, J.A. Pukkala, T., Fischer, C.R., Palahí, M., Martínez de Aragón, J., Colinas, C.,, 2008. Empirical models for predicting the production of wild mushrooms in Scots pine ( *Pinus sylvestris* L.) forests in the Central Pyrenees. *Annals of Forest Science*, 65(2), pp.1-9.
- Bosque, J., 2000. *Sistemas de información geográfica*, Madrid: Rialp.
- Burrola-Aguilar, C., 2012. *Diversidad y aprovechamiento de los hongos comestibles silvestres de Amanalco, Estado de México*. Tesis de doctorado en Ciencias Ambientales. UAEM.
- Buzai, G.D., 2014. Neogeografía y sociedad de la información geográfica una nueva etapa en la historia de la geografía. *Boletín del Colegio de Geógrafos del Perú*, 1, pp.1-12
- Buzai, G.D., 2015. Geografía cuantitativa, paradigmas y simplicidad. En Buzai *et al.* Teoría y métodos de la geografía acuantitativa. MCA libros, pp 23-37.
- Candeau, R. y Franco-Maass, S., 2007. Dinámica y condiciones de vida de la población del Parque Nacional Nevado de Toluca (PNNT) en la generación de presión a los ecosistemas circundantes y de impactos ambientales a través de un sistema de información geográfica. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 62(Mx), pp.44-68.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), 2013. Borrador del Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca.
- Daza, A. y Camacho, M., 2007. Fructificación del hongo ECM comestible *Amanita ponderosa* Malençon & R. Heim durante seis años consecutivos en un encinar adhesionado de la Sierra. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 16(1), pp.89-94.
- Eastman, J.R., Kyem, P.A. and Toledano, J., 1993, A procedure for multi-objective decision making in GIS under conditions of conflicting objectives. In *Proceedings of European conference on geographical information systems, EGIS* (Vol. 93, pp. 438-448).
- Estrada, Martínez, E., Guzmán, G., Tovar, D.C. and Paczka, R.O., 2009. Contribución al conocimiento etnomicológico de los hongos comestibles silvestres de mercados regionales y comunidades de la sierra nevada (México). *Interciencia*, 34(1), pp.25-33.

- Egli, S. y Ayer, F., 2006. Est-il possible d'améliorer la production de champignons comestibles en forêt ? L'exemple de la réserve mycologique de la Chanéaz en Suisse. *Revue Forestière Française*, Vol. 49, N° sp, pp.235–243.
- Egli, S., 2011. Mycorrhizal mushroom diversity and productivity an indicator of forest health ? , pp.81–88.
- Endara-Agramont, A., 2007. *Estructura forestal de Pinus hartwegii en el Parque Nacional Nevado de Toluca*. Universidad Autónoma del Estado de México. Tesis de Maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.
- Felicísimo, A. 1994. Modelos Digitales de Terreno. Introducción y aplicación a las ciencias ambientales. Disponible en <http://etsimo.uniovi.es/feli>.
- Fernández de Ana Magón, F.J., Rodríguez, A. y Rodríguez-Fernández, R.J., 1989. Relación entre la productividad de los hongos micorrizicos y los tratamientos silvícolas en Pinus pinaster Ait. *VI Jornadas Agrarias Galegas*, pp.1–14.
- Fierros, María de la Luz, José Luis Navarrete-Heredia, y Laura Guzmán-Dávalos., 2000 Hongos macroscópicos de la Sierra de Quila, Jalisco, México: diversidad y similitud fungística. *Revista de Biología Tropical* 48(4), pp. 931-937.
- Franco-Maass, S., Regil-García, H., & Benjamín Ordoñez, J. A. 2006. Dinámica de perturbación-recuperación de las zonas forestales en el Parque Nacional Nevado de Toluca. *Madera y Bosques*, 12(001), 17-28.
- Franco-Maass, S., 2009. *Aplicación de las técnicas de Evaluación Multicriterio en el ambiente SIG: el caso de la identificación de zonas para la reforestación del parque nacional Nevado de Toluca* en Aguirre, R., (coord). *Conceptos de geomática y estudios de caso en México*, México, D.F.: Instituto de Geografía, UNAM.
- Franco-Maass, S., Endara-Agramont, A. Regil-García, H., 2010. Los Bosques del Nevado de Toluca en Franco-Maass. S y Burrola-Aguilar. C (coords.) *Los Hongos Comestibles del Nevado de Toluca*. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, pp, 21-30.
- Franco-Maass, S., Burrola-Aguilar, C. y Arana-Gabriel, Y., 2012. *Hongos Silvestres Comestibles: Un Recurso Forestal No Maderable del Nevado de Toluca*, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Franco-Maass, S., Burrola-Aguilar, C., Arana-Gabriel, Y. y García-Almaraz L.A. 2016 A local knowledge-based approach to predict anthropic harvesting pressure zones of wild edible mushrooms as a tool for forest conservation in Central Mexico, en *Forest Policy and Economics*. Volume 73, December 2016, pp: 239–250.
- Garibay-Orijel, R., 2006. *Análisis de la relación entre la disponibilidad del recurso fúngico y la importancia cultural de los hongos en los bosques de pino-encino de Ixtlán, Oaxaca*. Tesis de doctorado en ciencias Biológicas. UNAM.

- Gomez, M. y Barredo, J.I., 2006. *Sistema de Informacion Geografica Y Evaluacion Multicriterio: En la Ordenacion Del Territorio*, Alfaomega Grupo Editor.
- Guzmán, G. 1973. Some distributional relationships between Mexican and United States mycofloras. *Mycologia*, 1319-1330.
- Guzmán, G. y Villarreal, L., 1986. Produccion de los hongos comestibles silvestres en los bosques de mexico.il. *Biótica (México, D.F.)*, 11(4), pp.271-280.
- Guzmán, G., 1997. *Los Nombres de Los Hongos y lo Relacionado con Ellos en América Latina: Introducción a la Etnomicobiota y Micología Aplicada de la Region: Sinonimia Vulgar y Científica*, Instituto de Ecología.
- Hawksworth, D. L. 2004. Fungal diversity and its implications for genetic resource collections. *Studies in Mycology*, 50, 9-18.
- Hernández de R., A. y Fernández T., M., 1998. Los hongos, un recurso más del bosque. Análisis de los principales hábitats de la provincia de Soria. *Montes*, 52(52), pp.99-114.
- Herrera, T. y M. Ulloa.,1999.El Reino de los hongos.Micología Basica y Aplicada. Fondo de Culura Económica, México. D.F.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) 2010. XII Censo de Población y Vivienda 2010. Disponible en: <<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/iter/default.aspx?ev=5>>[Accesado el 12 Septiembre, 2015].
- Jarquín, M.T., 2008. El alma del Xinantécatl. Pervivencia de ritos indígenas en el Valle de Toluca. A propósito de la obra de Jacinto de la Serna. *Estudios de Cultura Otomame*, 6(1).
- Junta de Castilla y León 2009.Portal de Micodata SIG en línea: <<http://www.micocyl.es/>> [Accesado el 30 Septiembre, 2015].
- Longley, P.A., Goodchild, M., Maguire, D.J. & Rhind, D.W., 2010. *Geographic Information Systems and Science*, London: John Wiley & Sons.
- Malczewski, J. y Rinner, C., 2015. *Multicriteria Decision Analysis in Geographic Information Science*, New York: Springer New York.
- Mariaca, R., Silva-Pérez, L.D.C. y Castaños, C.A., 2001. Proceso de recolección y comercialización de hongos comestibles silvestres en el Valle de Toluca, México. *Ciencia Ergo Sum*, 8(1), pp.30-40.
- Marshall, E., Schreckenber, K. y Newton, A.C., 2006. *Comercialización de productos forestales no Maderables: factores que influyen en el éxito. Conclusiones del estudio México y Bolivia e implicancias políticas para los tomadores de desición*, Cambridge: Centro Mundial de vigilancias de la Conservación de PNUMA-WCWC, Biodiversity Series N° 23.
- Martínez-Carrera, D., P.Morales, M.Sobal, M.Bonilla y W. Martínez., 2007. México ante la globalización en el siglo XXI: el sistema de producción-consumo de los hongos comestibles.

En J.E. Sánchez, D Martínez-Carrera, G. Mata y H. Leal (eds.). *El cultivo de setas Pleurotus spp. en México*, p.20.

- Martínez de Aragón, J., Bonet, J.A., Fischer, C.R. y Colinas, C., 2007. Productivity of ectomycorrhizal and selected edible saprotrophic fungi in pine forests of the pre-Pyrenees mountains, Spain: Predictive equations for forest management of mycological resources. *Forest Ecology and Management*, 252(1-3), pp.239–256.
- Matsuura, T, Sugimura, K. Miyamoto, A. Tanaka, N. Tanaka, H., 2014. Spatial characteristics of edible wild fern harvesting in mountainous villages in Northeastern Japan using GPS tracks. *Forests*, 5(2), pp.269–286
- Mayett, Y., Martínez-Carrera, D. Sobal, M. Morales, P. Bonilla, M., 2012. Mushroom prices and their effect on consumption: the case of Mexico. *Micología Aplicada Internacional*, 24(1), pp.11–26.
- Montoya, A. A. Kong, A. Garibay-Orijel, R. Mendez-Espinoza, C. Rodham E, Tulloss. Estrada-Torres, A., 2014. Availability of Wild Edible Fungi in La Malinche National Park, Mexico. *Journal of Mycology*, 2014, pp.1–15.
- Moreno Jimenez, A., 2013. Entendimiento y naturaleza de la científicidad geotecnológica: una aproximación desde el pragmatismo epistemológico. *Investigaciones geográficas*, 60, pp.5–36.
- Mueller, G.M. y Halling, R.E., 1995. Evidence for High Biodiversity of Agaricales (Fungi) in Neotropical Montane Quercus Forests. In *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*. pp. 303–312.
- Mueller, G.M, Bills G.F., Foster M.S. (eds) 2004. Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods. Elsevier Academic Press, Amsterdam.
- Ohenoja, E., 1988. Effect of forest management procedures on fungal fruit body production in Finland. *Acta Botanica Fennica*.
- Pacheco-Cobos, L., 2010. *Análisis de la trayectorias de Búsqueda de recursos forestales: el caso de la recolección de hongos en San Isidro Buensuceso, Tlaxcala*. Universidad Autónoma de México. Tesis de posgrado en ciencias biológicas.
- Regil-García H., Franco-Maass, S. Ordóñez-Díaz, J. B. Nava-Bernal, G y Mallén-Rivera, C., 2013. Deforestation and tree density reduction on the Nevado de Toluca National Park. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. Junio 2014. Vol. 5 No. 23: 42-63.
- Rodríguez-Pérez, J.R., Casado, C.A., García, M.M. y Álvarez, F., 2008. Mapping of suitable areas for black truffle production in León ( Spain ) using gis. *Espacio, Tiempo y Forma. Geografía. Serie VI*, (1), pp.83–91.
- Saaty, T.L., 1980. The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resources allocation. New York: McGraw.
- Salerni, E. y Perini, C., 2004. Experimental study for increasing productivity of *Boletus edulis* s. l. in Italy. *Forest Ecology and Management*, 201(2), pp.161–170.

- Termorshuizen, A.J., 1993. The influence of nitrogen fertilisers on ectomycorrhizas and their fungal carpophores in young stands of *Pinus sylvestris*. *Forest Ecology and Management*, 57(1-4), pp.179–189.
- Villanueva-Jimenez, E., Villegas Ríos, M., Cifuentes Blanco, J. y León Avendaño, H., 2006. Diversidad del género *Amanita* en dos áreas con diferente condición silvícola en Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 77(1), pp.17–22.
- Villarreal, L. y Pérez-Moreno, J., 1989. Los hongos comestibles silvestres de México, un enfoque integral. *Micología Neotropical Aplicada*, 2, pp.77-114.
- Villarreal, L. y Gomez, A., 1997. Inventory and monitoring wild edible mushrooms in Mexico: challenge and opportunity for sustainable development.
- Visser, S., 1995. Ectomycorrhizal fungal succession in jack pine stands following wildfire. *New Phytologist*, 129(3), pp.389–401.
- Yang X, Skidmore A K, Melick D R, Zhou Z y Xu J., 2006. Mapping non-wood forest product (matsutake mushrooms) using logistic regression and a GIS expert system. *Ecological Modelling*, 198(1-2), pp.208–218
- Zamora-Martínez, M.C., 1999. Distribución conocida y potencial de 48 especies de hongos silvestres comestibles en la región central del país. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. J064. México, D.F
- Zamora-Martínez, M.C., González-Hernández, A. Islas-Gutiérrez, F.Cortés-Barrera, N.E. López-Valdez, L.I., 2014. Distribución Geográfica y Ecológica de 13 especies de hongos silvestres comestibles en Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 5, pp.76–93.



## Anexos

### Anexo 1 Principales especies de HSC recolectados en el Nevado de Toluca

De acuerdo al trabajo realizado en campo, algunas de las especies de hongos más comunes extraídas por los recolectores del Nevado de Toluca son las siguientes:



**Clavo de llano** (*Lyophyllum shimeji*)



**Clavo de Oyamel** (*Psathyrella spadicea*)



**Enchilados** (*Lactarius c.f. sanguifluus*)



**Tejamaniles** (*Clitocybe gibba*)



**Pata de pájaro** (*Ramaria aurantiisiccescens*)



**Pata de pájaro** (*Ramaria abietina*)





**Oreja** (*Russula c.f. chloroides*)



**Calabacita** (*Cantharellus subalbidus*)



**Panza** (*Boletus cf. Aereus*)



**Manteco** (*Amanita novinupta*)



**Gachupin** (*Helvella lacunosa*)



**Gachupin Blanco** (*Helvella crispa*)





**Elote o mazorquita** (*Morchella elata*)



**Mazorca o elotito** (*Morchella sp*)



**Naranjos** (*Cantharellus subalbidus*)



**Corneta** (*Gumphus sp*)



**Manzanita o yocoyol** (*Laccaria trichodermophora*)



**Champiñon de monte** (*Champiñon de monte sp*)

## Anexo 2 Listado de muestras de hongos recolectados

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	VEGETACIÓN	COORDENADAS			LOCALIDAD
			X	Y	Z	
Champiñón de monte o cuije	<i>Agaricus cf. osecanus</i>	Oyamel-Pino Fragmentado	414530	2117520	3452	Raíces
Champiñón de monte o cuije	<i>Agaricus cf. subrutilescens</i>	Pino	415068	2117661	3437	Raíces
Champiñón de monte o cuije	<i>Agaricus cf. subrutilescens</i>	Oyamel	411938	2108385	3220	Agua Blanca
Champiñón de monte o cuije	<i>Agaricus cf. subrutilescens</i>	Oyamel	427670	2109447	3333	San Román
Güila o Güilita	<i>Agaricus moelleri</i>	Oyamel	412827	2126249	3158	Contadero
Güila o Güilita	<i>Agaricus silvicolae-similis</i>	Oyamel	412714	2109395	3298	Agua Blanca
Güila o Güilita	<i>Agaricus sylvaticus</i>	Oyamel Fragmentado	412842	2127474	3088	Contadero
Panza o pancita	<i>Amanita caesarea</i>	Oyamel	412058	2109380	3189	Agua Blanca
Panza o pancita	<i>Amanita caesarea</i>	Oyamel	411004	2120980	3219	La Peñuela
Panza o pancita	<i>Amanita calyptroderma</i>	Oyamel	411381	2119319	3151	La Peñuela
Yema	<i>Amanita flavoconia</i>	Oyamel	416692	2119688	3439	La Joya
Manteco,Mantequero,Mantecoso	<i>Amanita novinupta</i>	Oyamel	409753	2108640	3116	El Varal
Manteco,Mantequero,Mantecoso	<i>Amanita novinupta</i>	Oyamel	412714	2109395	3294	Agua Blanca
Manteco,Mantequero,Mantecoso	<i>Amanita novinupta</i>	Oyamel	416529	2120265	3273	La Joya
Manteco,Mantequero,Mantecoso	<i>Amanita novinupta</i>	Oyamel	414131	2121982	3276	La Puerta
Manteco,Mantequero,Mantecoso	<i>Amanita novinupta</i>	Oyamel	413437	2122386	3300	Buenavista
Manteco,Mantequero,Mantecoso	<i>Amanita novinupta</i>	Pino Fragmentado	415308	2116139	3520	Raíces
Manteco,Mantequero,Mantecoso	<i>Amanita novinupta</i>	Pino Fragmentado	414763	2117472	3433	Raíces
Pancita	<i>Boletus aff. aereus</i>	Oyamel-Pino	410712	2119917	3152	La Peñuela
Galambo, panza azul o panza loca	<i>Boletus aff. luridiformis</i>	Oyamel	412380	2108966	3244	Agua Blanca
Galambo, panza azul o panza loca	<i>Boletus aff. luridiformis</i>	Oyamel	412714	2109395	3285	Agua Blanca
Galambo, panza azul o panza loca	<i>Boletus aff. luridiformis</i>	Oyamel-Pino	413964	2117819	3390	Raíces
Galambo, panza azul o panza loca	<i>Boletus aff. luridiformis</i>	Oyamel Fragmentado	412989	2127530	3085	Contadero
Galambo, panza azul o panza loca	<i>Boletus aff. luridiformis</i>	Agricultura	413180	2126203	3110	Contadero
Panza	<i>Boletus appendiculatus</i>	Oyamel	412090	2109164	3207	Agua Blanca
Panza	<i>Boletus appendiculatus</i>	Oyamel	412799	2126251	3132	Contadero
Panza o cemitita	<i>Boletus edulis s.l.</i>	Oyamel	410091	2107983	3113	El Varal
Panza o cemitita	<i>Boletus edulis s.l.</i>	Oyamel	412072	2108862	3204	Agua Blanca
Panza o cemitita	<i>Boletus edulis s.l.</i>	Oyamel	412573	2110486	3278	Agua Blanca
Panza o cemitita	<i>Boletus edulis s.l.</i>	Oyamel	410624	2120200	3116	La Peñuela
Panza o cemitita	<i>Boletus edulis s.l.</i>	Oyamel	414713	2120854	3409	Loma Alta
Panza o cemitita	<i>Boletus edulis s.l.</i>	Pino Fragmentado	415304	2116152	3521	Raíces
Panza o cemitita	<i>Boletus edulis s.l.</i>	Oyamel	416783	2119650	3440	La Joya
Panza o cemitita	<i>Boletus edulis s.l.</i>	Oyamel	413343	2122714	3241	Buenavista
Panza o cemitita	<i>Boletus luridus</i>	Oyamel-Pino	410712	2119917	3152	La Peñuela
Panza o cemitita	<i>Boletus luridus</i>	Oyamel	411142	2121089	3230	La Peñuela
Panza o cemitita	<i>Boletus luridus</i>	Pino Fragmentado	413243	2115920	3408	Raíces
Panza	<i>Boletus pinophilus</i>	Oyamel	414193	2122101	3230	La Puerta
Pedo de burro	<i>Bovista aff. graveolens</i>	Oyamel Fragmentado	412626	2126853	3161	Contadero
Calabaza, calabacita	<i>Cantharellus subalbidus</i>	Pastizal	414712	2116225	3466	Raíces
Calabaza, calabacita	<i>Cantharellus subalbidus</i>	Oyamel	409974	2107871	3083	El Varal
Calabaza, calabacita	<i>Cantharellus subalbidus</i>	Oyamel	412099	2109418	3194	Agua Blanca
Calabaza, calabacita	<i>Cantharellus subalbidus</i>	Oyamel	413019	2110335	3337	Agua Blanca
Calabaza, calabacita	<i>Cantharellus subalbidus</i>	Oyamel-Pino	413964	2117819	3390	Raíces
Calabaza, calabacita	<i>Cantharellus subalbidus</i>	Oyamel-Pino	410760	2119976	3160	La Peñuela
Calabaza, calabacita	<i>Cantharellus subalbidus</i>	Oyamel	414256	2122076	3228	La Puerta
Calabaza, calabacita	<i>Cantharellus subalbidus</i>	Oyamel	413592	2122322	3329	Buenavista
Calabaza, calabacita	<i>Cantharellus subalbidus</i>	Oyamel Fragmentado	412253	2126970	3170	Contadero
Calabaza, calabacita	<i>Cantharellus subalbidus</i>	Agricultura	415530	2118792	3153	La Puerta
Clarín, tambora o tripita de pollo	<i>Clavariadelphus truncatus aff.</i>	Oyamel	414078	2122098	3195	La Puerta
Clarín, tambora o tripita de pollo	<i>Clavariadelphus truncatus aff.</i>	Oyamel Fragmentado	413171	2127609	3153	Contadero
Clarín, tambora o tripita de pollo	<i>Clavariadelphus truncatus aff.</i>	Oyamel	412573	2129219	3312	Buenavista
Pata de pájaro güera o pata de ratón	<i>Clavulina cf. rugosa</i>	Oyamel	414256	2122047	3249	La Puerta
Pata de pájaro güera o pata de ratón	<i>Clavulina cf. rugosa</i>	Agricultura	413114	2126150	3120	Contadero
Hongo de tronco	<i>Climacocystis borealis</i>	Oyamel	413607	2122334	3315	Buenavista
Tejamanilero	<i>Clitocybe gibba</i>	Pino Fragmentado	415059	2117574	3446	Raíces
Tejamanilero	<i>Clitocybe gibba</i>	Agricultura	415530	2118792	3164	La Puerta
Tejamanilero	<i>Clitocybe gibba</i>	Oyamel	426228	2108879	3253	San Román
Tejamanilero	<i>Clitocybe gibba</i>	Oyamel	412715	2109395	3305	Agua Blanca
Tejamanilero	<i>Clitocybe gibba</i>	Oyamel	413591	2122320	3330	Buenavista

Tejamanilero	<i>Clitocybe gibba</i>	Oyamel	414035	2122184	3266	La Puerta
Tejamanilero	<i>Clitocybe gibba</i>	Oyamel Fragmentado	413172	2127572	3135	Contadero
Tejamanilero	<i>Clitocybe gibba</i>	Oyamel Fragmentado	412646	2126898	3194	Contadero
Tejamanilero	<i>Clitocybe gibba</i>	Oyamel Fragmentado	413165	2127575	3103	Contadero
Tejamanilero o copa	<i>Clitocybe squamulosa</i>	Pino Fragmentado	409091	2107983	3113	El Varal
Tejamanilero o copa	<i>Clitocybe squamulosa</i>	Oyamel	412715	2110491	3291	Agua Blanca
Tejamanilero o copa	<i>Clitocybe squamulosa</i>	Oyamel-Pino	410797	2120071	3185	La Peñuela
Tejamanilero o copa	<i>Clitocybe squamulosa</i>	Oyamel	414872	2121061	3363	Loma Alta
Tejamanilero o copa	<i>Clitocybe squamulosa</i>	Oyamel	416529	2120265	3273	La Joya
Hongo de jara	<i>Flammulina mexicana</i>	Oyamel	425901	2109048	3385	San Román
Hongo de jara	<i>Flammulina mexicana</i>	Pastizal	411869	2110461	3227	Agua Blanca
Flor de calabaza, durazno u hongo de yema	<i>Floccularia aff. luteovirens</i>	Oyamel-Pino	412346	2108760	3260	Agua Blanca
Flor de calabaza, durazno u hongo de yema	<i>Floccularia aff. luteovirens</i>	Oyamel	412714	2109395	3299	Agua Blanca
Corneta	<i>Gomphus kauffmannii</i>	Oyamel	412111	2109513	3259	Agua Blanca
Sebito	<i>Guepinia helvelloides</i>	Oyamel	412633	2109454	3295	Agua Blanca
Ocholatero	<i>Gymnopus dryophilus</i>	Agricultura	413152	2126170	3118	Contadero
Ocholatero	<i>Gymnopus dryophilus</i>	Oyamel	410769	2120624	3145	La Peñuela
Pantalalón o huevito de toro	<i>Gyromitra infula</i>	Oyamel-Pino	414307	2117815	3403	Raíces
Pantalalón o huevito de toro	<i>Gyromitra infula</i>	Oyamel	416529	2120265	3273	La Joya
Pantalalón o huevito de toro	<i>Gyromitra infula</i>	Pino Fragmentado	413493	2115819	3418	Raíces
Gachupín, pata de pollo o cerrillo	<i>Helvella compressa</i>	Oyamel	416529	2120265	3273	La Joya
Gachupín, pata de pollo o cerrillo	<i>Helvella compressa</i>	Oyamel	412580	2126538	3198	Contadero
Gachupín, pata de pollo o cerrillo	<i>Helvella compressa</i>	Oyamel Fragmentado	413159	2127578	3090	Contadero
Gachupín, pata de pollo o cerrillo	<i>Helvella compressa</i>	Oyame-Pino Fragmentado	414040	2117549	3397	Raíces
Gachupín blanco o blanco	<i>Helvella crispa</i>	Pino Fragmentado	410030	2108123	3095	El Varal
Gachupín blanco o blanco	<i>Helvella crispa</i>	Oyamel	426956	2108751	3281	San Román
Gachupín blanco o blanco	<i>Helvella crispa</i>	Oyamel-Pino	413981	2117597	3386	Raíces
Gachupín blanco o blanco	<i>Helvella crispa</i>	Oyamel	416235	2120307	3265	La Joya
Gachupín blanco o blanco	<i>Helvella crispa</i>	Oyamel	415191	2121175	3229	Loma Alta
Gachupín blanco o blanco	<i>Helvella crispa</i>	Oyamel	414278	2122062	3233	La Puerta
Gachupín blanco o blanco	<i>Helvella crispa</i>	Oyamel	413225	2122770	3221	Buenavista
Gachupín blanco o blanco	<i>Helvella crispa</i>	Oyamel Fragmentado	413161	2127582	3117	Contadero
Gachupín blanco o blanco	<i>Helvella crispa</i>	Agricultura	415530	2118792	3173	La Puerta
Gachupín blanco o blanco	<i>Helvella crispa</i>	Pino Fragmentado	415058	2116160	3498	Raíces
Gachupín blanco o blanco	<i>Helvella crispa</i>	Agricultura	413180	2126203	3110	Contadero
Gachupín blanco o blanco	<i>Helvella crispa</i>	Agricultura	413403	2127074	3156	Contadero
Oreja de ratón	<i>Helvella elastica</i>	Oyamel	413222	2122757	3219	Buenavista
Gachupín	<i>Helvella fusca</i>	Oyamel	413281	2122847	3229	Buenavista
Gachupín negro o moreno	<i>Helvella lacunosa</i>	Oyamel-Pino	411679	2108347	3196	Agua Blanca
Gachupín negro o moreno	<i>Helvella lacunosa</i>	Oyamel	412037	2109150	3192	Agua Blanca
Gachupín negro o moreno	<i>Helvella lacunosa</i>	Oyamel	412714	2109395	3312	Agua Blanca
Gachupín negro o moreno	<i>Helvella lacunosa</i>	Oyamel	409755	2108644	3120	El Varal
Gachupín negro o moreno	<i>Helvella lacunosa</i>	Oyamel	427736	2109334	3326	San Román
Gachupín negro o moreno	<i>Helvella lacunosa</i>	Oyamel	412521	2110501	3259	Agua Blanca
Gachupín negro o moreno	<i>Helvella lacunosa</i>	Oyamel	416258	2120338	3269	La Joya
Gachupín negro o moreno	<i>Helvella lacunosa</i>	Oyamel	415345	2121303	3235	Loma Alta
Gachupín negro o moreno	<i>Helvella lacunosa</i>	Oyamel Fragmentado	412628	2126941	3168	Contadero
Gachupín negro o moreno	<i>Helvella lacunosa</i>	Oyamel Fragmentado	413153	2127576	3095	Contadero
Gachupín negro o moreno	<i>Helvella lacunosa</i>	Pino Fragmentado	414039	2115927	3478	Raíces
Gachupín negro o moreno	<i>Helvella lacunosa</i>	Pino	415274	2117500	3457	Raíces
Gachupín negro o moreno	<i>Helvella lacunosa</i>	Agricultura	415530	2118792	3188	La Puerta
Gachupín negro o moreno	<i>Helvella lacunosa</i>	Agricultura	413114	2126150	3120	Contadero
Gachupín	<i>Helvella maculata</i>	Oyamel-Pino	414011	2117876	3388	Raíces
Calavera	<i>Helvella sp.</i>	Oyamel Fragmentado	412640	2126950	3156	Contadero
Hongo de venado	<i>Hydnum aff. repandum</i>	Pino	415068	2117661	3437	Raíces
Palomita	<i>Hygrophorus chrysodon</i>	Oyamel	414281	2122060	3272	La Puerta
Palomita	<i>Hygrophorus chrysodon</i>	Oyamel	413269	2122791	3227	Buenavista
Palomita	<i>Hygrophorus chrysodon</i>	Agricultura	415530	2118792	3178	La Puerta
Enchilado	<i>Hygrophorus pudorinus</i>	Agricultura	415254	2120803	3255	Loma Alta
Clavitos	<i>Hypsizygus marmoreus</i>	Pino	415274	2117500	3457	Raíces
s/n	<i>Infundibulicybe geotropia</i>	Oyamel	409908	2107773	3086	El Varal
Palomita	<i>Inocybe sp.</i>	Agricultura	413096	2126148	3121	Contadero
Enchilado	<i>Laccaria laccata</i>	Pino Fragmentado	410059	2107982	3091	El Varal
Enchilado	<i>Laccaria laccata</i>	Oyamel Fragmentado	416668	2119650	3434	La Joya
Enchilado	<i>Laccaria laccata</i>	Pino	415068	2117661	3437	Raíces
Cocoyol, manzanito, manzanita, yocoyol o chocoyol	<i>Laccaria trichodermophora</i>	Oyamel	411817	2109296	3158	Agua Blanca
Cocoyol, manzanito, manzanita, yocoyol o	<i>Laccaria</i>	Oyamel	412592	2110476	3280	Agua Blanca



chocoyol	<i>trichodermophora</i>					
Cocoyol, manzanito, manzanita, yocoyol o chocoyol	<i>Laccaria trichodermophora</i>	Oyamel-Pino	410554	2117455	3215	La Peñuela
Cocoyol, manzanito, manzanita, yocoyol o chocoyol	<i>Laccaria trichodermophora</i>	Oyamel	414240	2122017	3247	La Puerta
Cocoyol, manzanito, manzanita, yocoyol o chocoyol	<i>Laccaria trichodermophora</i>	Pino Fragmentado	413498	2115776	3441	Raíces
Cocoyol, manzanito, manzanita, yocoyol o chocoyol	<i>Laccaria trichodermophora</i>	Oyamel	413670	2122276	3360	Buenavista
Enchilado, de llano o de bosque	<i>Lactarius cf. sanguifluus</i>	Oyamel	412055	2109220	3200	Agua Blanca
Enchilado, de llano o de bosque	<i>Lactarius cf. sanguifluus</i>	Oyamel	412111	2109513	3233	Agua Blanca
Enchilado, de llano o de bosque	<i>Lactarius cf. sanguifluus</i>	Oyamel	409960	2107798	3086	El Varal
Enchilado, de llano o de bosque	<i>Lactarius cf. sanguifluus</i>	Oyamel	412521	2110501	3259	Agua Blanca
Enchilado, de llano o de bosque	<i>Lactarius cf. sanguifluus</i>	Oyamel-Pino	414691	2118574	3173	La Puerta
Enchilado, de llano o de bosque	<i>Lactarius cf. sanguifluus</i>	Oyamel	416276	2120368	3274	La Joya
Enchilado, de llano o de bosque	<i>Lactarius cf. sanguifluus</i>	Oyamel Fragmentado	412598	2126871	3156	Contadero
Enchilado, de llano o de bosque	<i>Lactarius cf. sanguifluus</i>	Oyamel Fragmentado	413185	2127581	3090	Contadero
Enchilado, de llano o de bosque	<i>Lactarius cf. sanguifluus</i>	Pino Fragmentado	413564	2115743	3453	Raíces
Enchilado, de llano o de bosque	<i>Lactarius cf. sanguifluus</i>	Pino	414885	2117458	3435	Raíces
Enchilado, de llano o de bosque	<i>Lactarius cf. sanguifluus</i>	Pino	415274	2117500	3457	Raíces
Enchilado, de llano o de bosque	<i>Lactarius cf. sanguifluus</i>	Oyamel	414404	2122415	3207	La Puerta
Enchilado, de llano o de bosque	<i>Lactarius cf. sanguifluus</i>	Oyamel Fragmentado	413101	2123101	3180	Buenavista
Enchilado, de llano o de bosque	<i>Lactarius cf. sanguifluus</i>	Agricultura	413170	2126187	3102	Contadero
Enchilado, de llano o de bosque	<i>Lactarius cf. sanguifluus</i>	Oyamel	427567	2108702	3412	San Román
Enchilado morado	<i>Lactarius deterrimus</i>	Oyamel-Pino	410720	2118150	3150	La Peñuela
Enchilado morado	<i>Lactarius deterrimus</i>	Oyamel	410766	2120672	3140	La Peñuela
Lechero	<i>Lactarius luculentus</i>	Pino	415189	2117560	3449	Raíces
Oreja amarilla	<i>Lactarius scrobiculatus</i>	Pino	415189	2117560	3449	Raíces
Oreja amarilla	<i>Lactarius scrobiculatus</i>	Oyamel	412139	2109102	3222	Agua Blanca
Bolitas o ternera	<i>Lycoperdon excipuliforme</i>	Oyamel	412524	2109437	3282	Agua Blanca
Bolitas o ternera	<i>Lycoperdon excipuliforme</i>	Oyamel	412978	2110464	3375	Agua Blanca
Bolitas o ternera	<i>Lycoperdon excipuliforme</i>	Oyamel-Pino	414001	2117873	3386	Raíces
Ternerita, bolita blanca, trueno, pedo, bombón	<i>Lycoperdon perlatum</i>	Pino Fragmentado	413262	2116340	3433	Raíces
Ternerita, bolita blanca, trueno, pedo, bombón	<i>Lycoperdon perlatum</i>	Pino Fragmentado	427336	2108707	3409	San Román
Ternerita, bolita blanca, trueno, pedo, bombón	<i>Lycoperdon perlatum</i>	Agricultura	413132	2126155	3117	Contadero
Ternerita, bolita blanca, trueno, pedo, bombón	<i>Lycoperdon perlatum</i>	Oyamel	412714	2109395	3305	Agua Blanca
Ternerita, bolita blanca, trueno, pedo, bombón	<i>Lycoperdon perlatum</i>	Oyamel	416656	2120249	3265	La Joya
Ternerita, bolita blanca, trueno, pedo, bombón	<i>Lycoperdon perlatum</i>	Oyamel	413782	2122268	3348	Buenavista
Ternerita, bolita blanca, trueno, pedo, bombón	<i>Lycoperdon perlatum</i>	Oyamel	414054	2122482	3219	La Puerta
Ternerita, bolita blanca, trueno, pedo, bombón	<i>Lycoperdon perlatum</i>	Oyamel	412370	2108962	3265	Agua Blanca
Pedo	<i>Lycoperdon pyriforme</i>	Oyamel	411019	2120873	3190	La Peñuela
Clavo de llano, clavo de bosque o clavitos	<i>Lyophyllum shimeji</i>	Pino Fragmentado	425529	2109048	3385	San Román
Clavo de llano, clavo de bosque o clavitos	<i>Lyophyllum shimeji</i>	Oyamel	412710	2109400	3292	Agua Blanca
Clavo de llano, clavo de bosque o clavitos	<i>Lyophyllum shimeji</i>	Oyamel	412398	2109473	3286	Agua Blanca
Clavo de llano, clavo de bosque o clavitos	<i>Lyophyllum shimeji</i>	Oyamel	410033	2107970	3087	El Varal
Clavo de llano, clavo de bosque o clavitos	<i>Lyophyllum shimeji</i>	Oyamel	412534	2110498	3257	Agua Blanca
Clavo de llano, clavo de bosque o clavitos	<i>Lyophyllum shimeji</i>	Oyamel	410990	2120816	3175	La Peñuela
Clavo de llano, clavo de bosque o clavitos	<i>Lyophyllum shimeji</i>	Oyamel	416692	2119688	3439	La Joya
Clavo de llano, clavo de bosque o clavitos	<i>Lyophyllum shimeji</i>	Pino Fragmentado	415308	2116139	3520	Raíces
Clavo de llano, clavo de bosque o clavitos	<i>Lyophyllum shimeji</i>	Pino	415249	2117474	3477	Raíces
Clavo de llano, clavo de bosque o clavitos	<i>Lyophyllum shimeji</i>	Pino	415274	2117500	3457	Raíces
Galleta o clavo	<i>Melanoleuca melaleuca</i>	Agricultura	413152	2126170	3118	Contadero
Galleta o clavo	<i>Melanoleuca melaleuca</i>	Oyamel	412302	2108792	3264	Agua Blanca
Galleta o clavo	<i>Melanoleuca melaleuca</i>	Oyamel	412714	2109395	3306	Agua Blanca
Galleta o clavo	<i>Melanoleuca melaleuca</i>	Matorral	410861	2120330	3284	La Peñuela
Elote, mazorca o mazorquita	<i>Morchella elata s.l.</i>	Oyamel	427738	2109409	3318	San Román
Elote, mazorca o mazorquita	<i>Morchella elata s.l.</i>	Oyamel-Pino	414011	2117876	3388	Raíces
Elote, mazorca o mazorquita	<i>Morchella elata s.l.</i>	Oyamel	416529	2120265	3273	La Joya
Elote, mazorca o mazorquita	<i>Morchella elata s.l.</i>	Oyamel Fragmentado	413128	2127588	3094	Contadero
Elote, mazorca o mazorquita	<i>Morchella esculenta</i>	Oyamel	413358	2110641	3440	Agua Blanca
Elote, mazorca o mazorquita	<i>Morchella esculenta</i>	Oyamel Fragmentado	412535	2126920	3156	Contadero

Elote, mazorca o mazorquita	<i>Morchella esculenta</i>	Pino Fragmentado	413474	2115766	3444	Raíces
Clavo de oyamel	<i>Psathyrella spadicea</i>	Oyamel	412065	2109225	3196	Agua Blanca
Clavo de oyamel	<i>Psathyrella spadicea</i>	Oyamel	412709	2109402	3292	Agua Blanca
Clavo de oyamel	<i>Psathyrella spadicea</i>	Oyamel	411956	2110458	3240	Agua Blanca
Clavo de oyamel	<i>Psathyrella spadicea</i>	Oyamel	413628	2122327	3328	Buenavista
Pata de pájaro	<i>Ramaria aff. fennica</i>	Oyamel	411949	2108490	3235	Agua Blanca
Pata de pájaro	<i>Ramaria aff. fennica</i>	Oyamel	412525	2109442	3273	Agua Blanca
Pata de pájaro	<i>Ramaria aff. fennica</i>	Oyamel	415185	2121081	3235	Loma Alta
Pata de pájaro	<i>Ramaria aff. fennica</i>	Oyamel	413615	2122318	3333	Buenavista
Pata de pájaro	<i>Ramaria aff. fennica</i>	Oyamel	413923	2122104	3244	La Puerta
Escobeta o pata de pájaro amarilla	<i>Ramaria abietina</i>	Oyamel	416252	2120314	3266	La Joya
Escobeta o pata de pájaro amarilla	<i>Ramaria abietina</i>	Oyamel	414854	2121107	3409	Loma Alta
Escobeta o pata de pájaro amarilla	<i>Ramaria abietina</i>	Oyamel Fragmentado	412602	2126960	3162	Contadero
Pata de pájaro	<i>Ramaria aff. aurea</i>	Oyamel	412111	2109513	3241	Agua Blanca
Pata de pájaro	<i>Ramaria aff. aurea</i>	Oyamel	411956	2110458	3240	Agua Blanca
Pata de pájaro	<i>Ramaria aff. aurea</i>	Oyamel	426972	2108774	3283	San Román
Pata de pájaro	<i>Ramaria aff. aurea</i>	Oyamel	410931	2121074	3207	La Peñuela
Pata de pájaro	<i>Ramaria aff. aurea</i>	Oyamel	414073	2122108	3236	La Puerta
Pata de pájaro	<i>Ramaria aff. aurea</i>	Oyamel	413775	2122315	3345	Buenavista
Pata de pájaro	<i>Ramaria aff. aurea</i>	Oyamel	412607	2126534	3198	Contadero
Pata de pájaro	<i>Ramaria aff. aurea</i>	Oyamel	411898	2126460	3219	Contadero
Pata de pájaro	<i>Ramaria aff. flava</i>	Oyamel-Pino	412411	2108678	3262	Agua Blanca
Pata de pájaro	<i>Ramaria aff. flava</i>	Matorral	411036	2120470	3284	La Peñuela
Pata de pájaro	<i>Ramaria aff. flava</i>	Oyamel	416252	2120353	3269	La Joya
Pata de pájaro grande	<i>Ramaria aff. rubribrunnescens</i>	Oyamel	412524	2109437	3274	Agua Blanca
Pata de pájaro grande	<i>Ramaria aff. rubrievanescens</i>	Oyamel	412466	2108864	3282	Agua Blanca
Pata de pájaro grande	<i>Ramaria aff. rubripermanens</i>	Oyamel	412714	2109395	3289	Agua Blanca
Pata de pájaro grande	<i>Ramaria aff. rubripermanens</i>	Oyamel	413420	2110711	3457	Agua Blanca
Pata de pájaro gruesa	<i>Ramaria aff. sanguinea</i>	Agricultura	415530	2118790	3173	La Puerta
Pata de pájaro gruesa	<i>Ramaria aff. sanguinea</i>	Oyamel	409763	2108661	3122	El Varal
Pata de pájaro gruesa	<i>Ramaria aff. sanguinea</i>	Oyamel	412382	2108960	3266	Agua Blanca
Pata de pájaro	<i>Ramaria aff. subbotrytis</i>	Oyamel	415179	2121085	3245	Loma Alta
Escobeta o pata de pata de palo	<i>Ramaria apiculata</i>	Oyamel	412116	2109088	3227	Agua Blanca
Escobeta o pata de pata de palo	<i>Ramaria apiculata</i>	Oyamel	412722	2109401	3293	Agua Blanca
Escobeta o pata de pata de palo	<i>Ramaria apiculata</i>	Oyamel	412521	2110501	3259	Agua Blanca
Escobeta o pata de pata de palo	<i>Ramaria apiculata</i>	Oyamel Fragmentado	413147	2127582	3139	Contadero
Pata de pájaro	<i>Ramaria aurantiicescens</i>	Pino Fragmentado	413999	2116020	3458	Raíces
Pata de pájaro	<i>Ramaria sp. 7</i>	Oyamel	412537	2126110	3135	Contadero
Pata de pájaro	<i>Ramaria sp.2</i>	Oyamel	413615	2122318	3333	Buenavista
Tejamanilero	<i>Rhodocollybia butyracea</i>	Matorral	428028	2109399	3222	San Román
Manzanita	<i>Russula aff. betularum</i>	Pino	415249	2117474	3477	Raíces
Manzana	<i>Russula aff. emetica</i>	Agricultura	415530	2118792	3173	La Puerta
Manzana	<i>Russula aff. emetica</i>	Oyamel	413435	2122558	3283	Buenavista
Enchilado, durazno o catarina o ardilla	<i>Russula americana</i>	Agricultura	413113	2126140	3120	Contadero
Enchilado, durazno o catarina o ardilla	<i>Russula americana</i>	Oyamel	426705	2108699	3253	San Román
Enchilado, durazno o catarina o ardilla	<i>Russula americana</i>	Oyamel-Pino	410491	2117746	3196	La Peñuela
Enchilado, durazno o catarina o ardilla	<i>Russula americana</i>	Oyamel	414258	2122042	3251	La Puerta
Oreja, oreja blanca	<i>Russula cf. chloroides</i>	Pino Fragmentado	410091	2107983	3118	El Varal
Oreja, oreja blanca	<i>Russula cf. chloroides</i>	Oyamel	412378	2108960	3263	Agua Blanca
Oreja, oreja blanca	<i>Russula cf. chloroides</i>	Oyamel	412398	2109473	3246	Agua Blanca
Oreja, oreja blanca	<i>Russula cf. chloroides</i>	Oyamel	412521	2110501	3259	Agua Blanca
Oreja, oreja blanca	<i>Russula cf. chloroides</i>	Oyamel-Pino	410456	2117746	3127	La Peñuela
Oreja, oreja blanca	<i>Russula cf. chloroides</i>	Oyamel	416239	2120307	3269	La Joya
Oreja, oreja blanca	<i>Russula cf. chloroides</i>	Oyamel	410692	2120506	3132	La Peñuela
Oreja, oreja blanca	<i>Russula cf. chloroides</i>	Oyamel	414258	2122042	3180	Buenavista
Oreja, oreja blanca	<i>Russula cf. chloroides</i>	Pino	414052	2116070	3456	Raíces
Oreja, oreja blanca	<i>Russula cf. chloroides</i>	Agricultura	413170	2126187	3112	Contadero
Oreja, oreja blanca	<i>Russula cf. chloroides</i>	Oyamel	414161	2122076	3205	La Puerta
Oreja, oreja blanca	<i>Russula cf. chloroides</i>	Pino	415189	2117560	3449	Raíces
Ardilla	<i>Russula xerampelina</i>	Pino	415059	2117574	3446	Raíces
Hongo de venado café	<i>Sarcodon aff. scabrosus</i>	Oyamel-Pino	413964	2117819	3390	Raíces
Calavera	<i>Sarcosphaera aff. coronaria</i>	Pino Fragmentado	413217	2115915	3423	Raíces
Calavera	<i>Sarcosphaera aff. coronaria</i>	Oyamel-Pino	414011	2117876	3388	Raíces

Calavera	<i>Sarcosphaera aff. coronaria</i>	Oyamel	416222	2120188	3289	La Joya
Calavera	<i>Sarcosphaera aff. coronaria</i>	Oyamel Fragmentado	412275	2126976	3165	Contadero
Calavera	<i>Sarcosphaera aff. coronaria</i>	Oyamel	427224	2108725	3359	San Román
Pancita	<i>Suillus pseudobrevipes</i>	Oyamel	427804	2109336	3334	San Román
Panza de coyote	<i>Suillus pungens</i>	Agricultura	410503	2118224	3033	La Peñuela
Panza de coyote	<i>Suillus pungens</i>	Oyamel	414257	2122010	3215	La Puerta
Julián	<i>Tricholoma aff. populinum</i>	Agricultura	413096	2126148	3121	Contadero
Julián	<i>Tricholoma aff. populinum</i>	Agricultura	413152	2126170	3118	Contadero
Julián	<i>Tricholoma aff. populinum</i>	Oyamel	412038	2109264	3191	Agua Blanca
Julián	<i>Tricholoma aff. populinum</i>	Oyamel	410763	2117960	3096	La Peñuela
Azufre, colita de rata o pericón	<i>Tricholoma equestre</i>	Oyamel	414257	2122010	3210	La Puerta
Azufre, colita de rata o pericón	<i>Tricholoma equestre</i>	Oyamel	413310	2122863	3238	Buenavista
Colita de rata o pericón	<i>Tricholoma saponaceum</i>	Pino	414213	2116173	3200	Raíces
Trompeta o corneta	<i>Turbinellus aff. floccosus</i>	Pino Fragmentado	410002	2108218	3117	El Varal
Trompeta o corneta	<i>Turbinellus aff. floccosus</i>	Oyamel	412607	2126551	3239	Agua Blanca
Trompeta o corneta	<i>Turbinellus aff. floccosus</i>	Oyamel	415299	2121175	3249	Agua Blanca
Trompeta o corneta	<i>Turbinellus aff. floccosus</i>	Oyame-Pino Fragmentado	410603	2118164	3039	La Peñuela
Trompeta o corneta	<i>Turbinellus aff. floccosus</i>	Matorral	414195	2122068	3269	La Joya
Trompeta o corneta	<i>Turbinellus aff. floccosus</i>	Oyamel	415299	2121175	3230	Loma Alta
Trompeta o corneta	<i>Turbinellus aff. floccosus</i>	Oyamel	415299	2121175	3224	La Peñuela
Trompeta o corneta	<i>Turbinellus aff. floccosus</i>	Oyamel	412607	2126551	3209	La Puerta
Trompeta o corneta	<i>Turbinellus aff. floccosus</i>	Oyamel	413558	2122374	3311	Buenavista
Trompeta o corneta	<i>Turbinellus aff. floccosus</i>	Matorral	414195	2122068	3235	La Puerta
Trompeta o corneta	<i>Turbinellus aff. floccosus</i>	Oyamel	412782	2126280	3133	Contadero
Trompeta o corneta	<i>Turbinellus aff. floccosus</i>	Oyamel	412607	2126551	3197	Contadero
Trompeta o corneta	<i>Turbinellus aff. floccosus</i>	Oyamel Fragmentado	413172	2127577	3155	Contadero
Trompeta o corneta	<i>Turbinellus aff. floccosus</i>	Pino Fragmentado	413442	2115844	3421	Raíces
Trompeta o corneta	<i>Turbinellus aff. floccosus</i>	Pino Fragmentado	415274	2117500	3457	Raíces
Panza café	<i>Tylopilus porphyrosporus</i>	Pino Fragmentado	415189	2117560	3449	Raíces

### Anexo 3 Formato de encuesta aplicada en las localidades de estudio

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**PROYECTO: CARACTERIZACIÓN DE LOS RECURSOS FORESTALES DEL PARQUE NACIONAL NEVADO DE TOLUCA Y ESTUDIO DE LAS DINÁMICAS SOCIALES QUE INCIDEN EN SU DETERIORO**

Nombre de la Localidad: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del entrevistador: \_\_\_\_\_

Coordenadas UTM: \_\_\_\_\_ mE \_\_\_\_\_ mN

**Datos de la Unidad Familiar:**

Integrantes	Edad	Ocupación

Marque con un \* al informante

Observaciones: \_\_\_\_\_

---

**Características de la Unidad Familiar**

Tipo de propiedad:

Ejidatario ( ) Comunero ( ) Pequeño propietario ( ) Arrendatario ( ) Otro ( )

Especifique: \_\_\_\_\_

**Situación Social:**

¿Tiene algún miembro de la familia algún cargo o responsabilidad dentro de la comunidad?

Si ( ) No ( )

En caso afirmativo ¿quién, que cargo, qué función tiene?

---

**Relación Familiar:**

¿Existe alguna relación con otras unidades familiares de la comunidad?

Si ( ) No ( )

En caso afirmativo ¿con quiénes y de qué tipo?

---

**Relaciones Sociales:**

¿Existe alguna relación de amistad o compadrazgo con otras unidades familiares de la comunidad?

Si ( ) No ( )

En caso afirmativo ¿con quiénes y de qué tipo?

---

¿Existe alguna relación de enemistad o conflicto con otras unidades familiares de la comunidad?

Si ( ) No (x)



En caso afirmativo ¿con quiénes y de qué tipo?

---



---



---

**Características de la vivienda**

Tipo de construcción:

Materiales: \_\_\_\_\_

Descripción: \_\_\_\_\_

---

Servicios de la vivienda: Agua Potable ( ) Energía Eléctrica ( ) Drenaje ( ) Letrina fosa séptica.

Evidencia del uso de Recursos Forestales: \_\_\_\_\_

**Actividades económicas:**

Agricultura ( ) Temporal ( ) Riego ( )

Agricultura	Superficie	Ganadería	Cantidad
		Otros	

**Recursos Forestales No Maderables:**

○ ¿Qué recursos recolectan?

Hongos


Tierra


Musgo


Plantas


Otros recursos

Cuales?

--

Listado:

Hongos	Plantas

**Participación:**

Recurso	No. de personas que participan.	¿Quiénes recolectan el recurso?	Destino (Autoconsumo y/o venta)	¿Quiénes participan? Solo Familia Familia y vecinos

**Observaciones**

**Aprovechamiento:**

Recurso	Lugar de colecta*	Distancia	Uso	Frecuencia	Cantidad	Época

\*De acuerdo a la identificación del entrevistado

**Recursos Forestales Maderables:**

o ¿Qué recursos recolectan?

Leña  Vigas, polín y  Ocote   
 Otros recursos  Cuáles?

**Listado:**

Tipo de Leña (¿De qué especies proviene?) ¿De dónde saca la leña?	Vigas, polín y tabla (¿De qué especies proviene?)

**Observaciones:**

Recurso	No. de personas que participan.	Quienes recolectan el recurso?	Destino (Autoconsumo y/o venta)	Quienes participan? Solo Familia Familia y vecinos

**Participación.**

**Aprovechamiento:**

Recurso	Lugar de colecta*	Distancia y/o tiempo	Uso	Frecuencia	Cantidad	Época

\*De acuerdo a la identificación del entrevistado

Observaciones:

**3. Normatividad para la extracción de los recursos:**

Recurso	Disponibilidad (época, lugar, cantidad)	Cantidad permitida de extracción	Parte que se extrae?	Regulaciones de extracción (normas).	Definir la unidades de medición?