

**SUSTENTABILIDAD DEL TRAU MISAK: UNIDAD DE MANEJO TERRITORIAL EN
EL RESGUARDO INDÍGENA DE TOTORO, DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS
SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS**



WILLIAM ANDRÉS GALVIS SARRIA

Tesis de Doctorado en Ciencias Ambientales

**Directora
Olga Lucia Sanabria Diago PhD**

**Universidad del Cauca
Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación
Departamento de Biología
Línea de Investigación Territorio y Gestión Ambiental
Popayan, Agosto 2021**

WILLIAM ANDRÉS GALVIS SARRIA

**SUSTENTABILIDAD DEL TRAU MISAK: UNIDAD DE
MANEJO TERRITORIAL EN EL RESGUARDO INDÍGENA
DE TOTORO, DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS
SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS**

**Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la
Educación, Universidad del Cauca para la obtención del Título de:**

**Doctor en:
Ciencias Ambientales**

**Directora:
Olga Lucía Sanabria Diago PhD**

**Popayán
2021**

Página de Aceptación



ACTA DE DEFENSA DE TESIS DOCTORAL

Los jurados de la Tesis Doctoral Titulada:

“SUSTENTABILIDAD DEL TRAU MISAK: UNIDAD DE MANEJO TERRITORIAL EN EL RESGUARDO INDÍGENA DE TOTORO, DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS”

Bajo la dirección de:

Dra. Olga Lucía Sanabria Diago

HACEN CONSTAR:

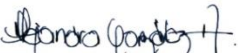
Que siendo las 12 : 00 am del día veintitrés (23) del mes agosto de 2021,
el doctorante:

William Andrés Galvis Sarria
Identificado con cédula No 76.331.181


Obtuvo el concepto de:

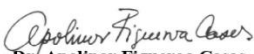
APROBADO (X) NO APROBADO () EXCELENTE ()

Por los siguientes jurados:


Dra. Alejandra González Acevedo
Jurado Externo Nacional


Dr. Pedro Antonio Ortiz Báez
Jurado Externo Internacional


Dr. Carlos Enrique Osorio Garcés
Jurado Interno Coordinador


Dr. Apolinar Figueroa Casas
Coordinador del programa Ciencias Ambientales

Para constancia, se firma en Popayán, ciudad universitaria el día veintitrés (23) del mes de agosto de dos mil veintiuno (2021)



ISO 9001
Icontec
SERVIDOR



ICNet ED-SC-GERAMBIZ

Hacia una Universidad comprometida con la paz territorial

Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación.
Junto a Doctorado Ciencias de la Educación.
Carrera 2ªA No 3N-111, Popayán – Colombia. Teléfono: 8209800_ext.
2607. www.unicauca.edu.co E-mail: dicambientales@unicauca.edu.co

Agradecimientos

La realización de este trabajo fue posible por el apoyo de las siguientes instituciones, maestros, colegas, amigos y familiares a quienes presento mis agradecimientos:

A Colciencias – colfuturo, por el apoyo mediante programa de becas externas, crédito educativo para financiar estudios de doctorado en Ciencias Ambientales (DCA) en la Universidad del Cauca, Colombia, convocatoria 613 de 2014.

A las autoridades del cabildo Resguardo Indígena de Totoró, equipo técnico, coordinadores de los programas de Ambiente, Producción y Educación, y mayores del conocimiento y familias beneficiarias del proyecto IRACA (2017-2018). Especiales agradecimientos a los Gobernadores del resguardo Fernando Conejo (periodos 2017-2018) y Elsa Imelda Sánchez Sánchez (periodo 2019) por su apoyo incondicional.

A la Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación, programa de Doctorado en Ciencias Ambientales - DCA. Especiales agradecimientos al doctor Apolinar Figueroa (Coordinador del DCA).

A la Universidad Autónoma de Tlaxcala, México, profesores y directivos del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias sobre Desarrollo Regional (CIISDER) y Doctorado en estudios territoriales por permitir espacios de discusión y construcción académica en el marco de desarrollo de mi pasantía doctoral (Segundo semestre de 2018) y seminarios de investigación y profundización en marcos teóricos y metodológicos para el abordaje de sistemas socioambientales complejos. Especiales agradecimientos al doctor Pedro Antonio Ortiz Báez, coordinador del Doctorado en Estudios Territoriales CIISDER-UATx por su asesoría y acompañamiento en el desarrollo de mi pasantía internacional y permitir lazos de cooperación académica y participación en espacios de las unidades enseñanza-aprendizaje de la malla curricular del Doctorado en Estudios Territoriales a través de cursos y seminarios semestrales durante los años 2018, 2019 y 2020 con las siguientes denominaciones: Optativa Teórica (La Relación Naturaleza-Cultura desde la complejidad), Talleres de Investigación I, II y III, y redacción científica.

A la vicerrectoría de investigaciones (VRI) de la Universidad del Cauca por el apoyo en financiación del proyecto ID 4655 de 2017 titulado: “Valoración Socio-ecológica de los agroecosistemas tradicionales para la conservación de los recursos Fito genéticos en zonas paramunas del Municipio de Totoró-Cauca”, cuyos resultados de investigación se reflejaron en el manuscrito: Manejo de la agrobiodiversidad en la huerta tradicional de alta montaña: resguardo Totoró, Cauca-Colombia sometido a la revista Ambiente & Sociedade (Brasil).

A las colegas Katya Pérez Guzmán y Diana González del Instituto Internacional de Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA), sede Luxemburgo, Austria, por sus aportes invaluable en la construcción y discusiones teóricas y metodológicas frente a procesos de caracterización de agroecosistemas de alta montaña a partir del análisis de redes socioecológicas.

A mi hermano Juan David Galvis Sarria y equipo de investigación del Instituto de Innovación Tecnológica (TII), con sede en Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos, por su apoyo y acompañamiento en el proceso de entrenamiento de redes neuronales para el análisis y clasificación de sistemas socioecológicos.

Al doctor Sergio Moctezuma, Doctor en Antropología social y profesor-investigador de la Universidad Autónoma del Estado de México por su asesoría y acompañamiento en el proceso de identificación y sustentación del modelo analítico del trau misak.

A la doctora Olga Lucia Sanabria Diago, profesora del departamento de Biología y del Doctorado en Etnobiología y estudios Bioculturales, coordinadora del Grupo de Etnobotánicos Latinoamericanos GELA-VRI Unicauca, por su acompañamiento y guía permanente en este proceso investigativo.

A mis familias Galvis Sarria, Guzmán Rosero, Rosero Balcázar por su apoyo incondicional, comprensión y paciencia.

Gracias a mi esposa Ana María, mis hijos Martín y Samuel, a mis padres William y Amalfy, hermanos Virginia y Juan David por ser motor, soporte e impulso permanente en este logro final.

Resumen

La presente investigación se realizó en el Resguardo Indígena de Totoró, región biogeográfica, histórica y culturalmente integrada de la zona andina del suroccidente colombiano. El objetivo principal de la investigación fue establecer la funcionalidad de la unidad de manejo traumisak y las relaciones socioecológicas que inciden en la sustentabilidad del territorio Totoroez, municipio de Totoró-Cauca.

El trabajo se desarrolló desde la perspectiva analítica de los sistemas socioecológicos, a través de los siguientes objetivos: a) Correlacionar los factores socioambientales con los valores culturales para la sustentabilidad del traumisak como estrategia de producción cultural de los indígenas Totoroez, b) Evaluar la sustentabilidad socioecológica del Traumisak en diferentes unidades de manejo de agroecosistemas y recuperación del territorio Totoroez, c) Generar las bases socioecológicas del modelo Traumisak, como una estrategia de manejo territorial en el resguardo indígena Totoró.

En el proceso de identificación, clasificación y descripción de la heterogeneidad, estructura y función de las unidades de manejo de la agrobiodiversidad en territorios del resguardo indígena de Totoró, se establecieron tipologías del traumisak teniendo en cuenta variables ecológicas, productivas, ambientales, económicas y socioculturales. Posteriormente, para establecer correlación entre los factores socioambientales con los valores culturales para la sustentabilidad del Traumisak como estrategia de producción cultural de los indígenas Totoroez se realizó análisis de redes socioecológicas. Para la evaluación de sustentabilidad socioecológica del Traumisak se tuvo en cuenta factores socioambientales relacionados con dimensiones ecológicas, técnico productivas, socioeconómicas y culturales en tipologías del Traumisak. Finalmente, para establecer las bases socioecológicas del modelo Traumisak como estrategia de manejo territorial se realizó proceso de correlación de variables del sustento con fases del ciclo de renovación adaptativo y entrenamiento de redes neuronales para la clasificación del estado del sistema.

Como resultados se identificaron y describieron en sus características socioecológicas, tres tipologías del Traumisak: Traumisak convencional, Traumisak diversificado y Traumisak Jau. Posteriormente, se visualizó la dinámica de movilidad de las tipologías del Traumisak y la identificación de factores que emergen de interacciones socioecológicas, que merecen ser reconocidos y conservados por su valor biocultural como espacios de manejo, diversificación y conservación de la agrobiodiversidad en función del manejo territorial. Producto del proceso de evaluación de sustentabilidad socioecológica del Traumisak por tipología, se establece que el Traumisak Jau es el eje articulador de factores de riesgo ecológico y económico por el desarrollo de agricultura de temporal desde la perspectiva socioecológica. Se concluye que clasificar resultados de la aplicación del modelo Traumisak en estados del sistema socioecológico, permitió confirmar que la tipología convencional dirige el sistema hacia un estado de liberación de potencial acumulado con tendencia al campo social,

mientras que para las tipologías del Trau misak Jau y el Trau misak diversificado no fue posible establecer una tendencia clara en las unidades domésticas ya que se encuentran oscilando en las cuatro fases del ciclo de renovación adaptativo y los tres campos del sustento; sin embargo, se identificó unidades domésticas pertenecientes a la tipología del trau misak Jau que dirigen el sistema hacia un estado de conservación y acumulación por un lado y por el otro, unidades domésticas pertenecientes a la tipología del trau misak diversificado que dirigen el sistema a un estado de reorganización estructural. Finalmente, el entrenamiento de una red neuronal para la clasificación del estado del sistema según fases del ciclo de renovación adaptativa permitió evidenciar la complejidad y no linealidad del sistema socioecológico analizado.

Palabras clave: Sistemas socioecológicos, sustentabilidad, manejo territorial, trau misak

Abstract

This research was carried out in the Indigenous Reservation of Totoro, a biogeographic, historically and culturally integrated region of the Andean area of southwestern Colombia. The main objective of the research was to establish the functionality of the Trau misak management unit and the socio-ecological relationships that affect the sustainability of the Totoroez territory, Totoro-Cauca municipality.

The work was developed from the analytical perspective of socio-ecological systems, through the following objectives: a) To correlate socio-environmental factors with cultural values for the sustainability of Trau misak as a cultural production strategy of the indigenous Totoroez, b) Evaluate the socio-ecological sustainability of Trau misak in different agroecosystem management units and recovery of Totoroez territory, c) Generate the socio-ecological bases of the Trau misak model, as a territorial management strategy in the Totoro indigenous reservation.

In the process of identification, classification and description of the heterogeneity, structure and function of the agrobiodiversity management units in territories of the Totoro indigenous reserve, typologies of Trau misak were established taking into account ecological, productive, environmental, economic and sociocultural variables. Subsequently, to establish a correlation between socio-environmental factors with cultural values for the sustainability of Trau misak as a cultural production strategy of the Totoro indigenous people, analysis of socio-ecological networks was carried out. For the evaluation of socio-ecological sustainability of Trau misak, socio-environmental factors related to ecological, technical, productive, socioeconomic and cultural dimensions were taken into account in Trau misak typologies. Finally, to establish the socio-ecological bases of the Trau misak model as a territorial management strategy, a process of correlation of livelihood variables was carried out with phases of the adaptive renewal cycle and training of neural networks for the classification of the state of the system.

As results, three types of Trau misak were identified and described in their socio-ecological characteristics: conventional Trau misak, diversified Trau misak and Jau Trau misak. Subsequently, the mobility dynamics of the Trau misak typologies and the identification of factors that emerge from socio-ecological interactions were visualized, which deserve to be recognized and conserved for their biocultural value as spaces for the management, diversification and conservation of agrobiodiversity depending on the management territorial. Product of the evaluation process of socio-ecological sustainability of Trau misak by typology, it is established that Trau misak Jau is the articulating axis of ecological and economic risk factors for the development of rainfed agriculture from the socio-ecological perspective. It is concluded that classifying results of the application of the Trau misak model in states of the socio-ecological system, allowed to confirm that the conventional typology directs the system towards a state of liberation of accumulated potential with a tendency towards the social field, while for

the Trau misak Jau typologies and the diversified Trau misak it was not possible to establish a clear trend in the domestic units since they are oscillating in the four phases of the adaptive renewal cycle and the three fields of livelihood; However, domestic units belonging to the typology of trau misak Jau were identified that direct the system towards a state of conservation and accumulation on the one hand and, on the other hand, domestic units belonging to the typology of diversified trau misak that direct the system to a state of structural reorganization. Finally, the training of a neural network to classify the state of the system according to phases of the adaptive renewal cycle, made it possible to demonstrate the complexity and non-linearity of the analyzed socio-ecological system.

Key words: Socioecological systems, sustainability, territorial management, trau misak

Contenido

	pág.
Lista de figuras	XII
Lista de tablas	XV
1. Introducción	1
1.1 Justificación	5
1.2 Objetivos	9
1.2.1 Objetivo general.....	9
1.2.2 Objetivos específicos	9
2. Marco referencial y estado del arte.....	10
2.1 Agroecosistemas y el paradigma de la complejidad.....	10
2.1.1 Sistemas socioecológicos	13
2.1.2 Clasificación de sistemas socioecológicos – redes neuronales.....	13
2.2 Sustentabilidad de agroecosistemas.....	15
2.3 Unidades de manejo de agrobiodiversidad en agroecosistemas	16
2.3.1 Tipologías para el análisis de sistemas socioecológicos.....	19
3. Metodología.....	20
3.1 Región de estudio	20
3.2 Fase exploratoria y enfoque metodológico.....	23
3.3 Métodos para la determinación y caracterización de tipologías del trau misak.....	25
3.3.1 Elaboración e implementación de encuestas	26
3.3.2 Variables relacionadas con la función socioecológica del trau misak.....	28
3.3.3 Método de análisis factorial para la construcción de tipologías	33
3.3.4 Métodos para la identificación y caracterización de tipologías del trau misak	33
3.4 Métodos para establecer relaciones socioecológicas por tipologías del trau misak	41
3.5 Criterios para evaluación de sustentabilidad socioecológica del trau misak	43
3.6 Construcción del modelo analítico del trau misak.....	47
3.6.1 Identificación de situación problemática.....	49
3.6.2 Definición raíz.....	49
3.6.3 Modelo conceptual.....	50
4. Tipologías del trau misak en unidades de manejo de agrobiodiversidad.....	55
4.1 Introducción	55
4.2 Clasificación en tipologías del trau misak.....	55
4.2.1 Caracterización del Trau misak Convencional	59
4.2.2 Trau misak Diversificado.....	64

4.2.3 Trau misak Jau	69
4.3 Análisis comparativo-índices de agrobiodiversidad por tipología del trau misak	75
4.4 Conclusiones	76
5. Relaciones socioecológicas por tipologías del trau misak.....	78
5.1 Introducción	78
5.2 Análisis de redes sociales	86
5.3 Conclusiones	90
6. Evaluación de la sustentabilidad socioecológica en tipologías del trau misak	92
6.1 Introducción	92
6.2 Evaluación de sustentabilidad de la dimensión ecológica, técnico-productiva para las tipologías del trau misak	92
6.3 Evaluación de sustentabilidad de la dimensión socioeconómica y cultural para las tipologías del trau misak	96
6.4 Índices de sustentabilidad por tipologías del trau misak	101
6.5 Conclusiones	104
7. Construcción del modelo analítico trau misak.....	106
7.1 Aplicación del modelo a tipologías del trau misak	108
7.2 Identificación de tendencias en formas de manejo del modelo trau misak relacionados con el ciclo de renovación adaptativa del sistema	114
7.3 Entrenamiento de una red neuronal para la clasificación de trau misak según la fase del ciclo de renovación adaptativa.....	118
7.4 Conclusiones	126
8. Conclusiones generales	127
Bibliografía	130

Lista de figuras

	Pág.
Figura 2-1. Algoritmos de aprendizaje de máquina para optimizar alguna función objetivo.....	14
Figura 3-2. Región de estudio. Fuente: IGAC (2020).....	21
Figura 3-3. Zonificación climática Resguardo Indígena de Totoró. Fuente: Galvis, W.A. Trabajo de campo 2019.....	21
Figura 3-4. Clasificaciones de los pisos térmicos del Resguardo Indígena de Totoró, Cauca-Colombia	22
Figura 3-5. Herramientas e instrumentos metodológicos para la determinación de Tipologías del trau misak	26
Figura 3-6. Esquema de construcción de tipologías del trau misak en el resguardo indígena de Totoró	38
Figura 3-7. Metodología de Checkland 1988	48
Figura 3-8. Modelo conceptual Trau misak.....	50
Figura 3-9. Modelo de clasificación de trau misak según la fase del ciclo de renovación adaptativo	54
Figura 4-10. Distribución de las tipologías del trau misak por piso ecológico	59
Figura 4-11. Estructura del trau misak convencional	60
Figura 4-12. Índice de similitud de Jaccard para trau misak Convencional en tres pisos ecológicos	63
Figura 4-13. Distribución altitudinal de cultivos en trau misak convencional	63
Figura 4-14. Índice de similitud de Jaccard para trau misak diversificado en tres pisos ecológicos	68
Figura 4-15. Distribución altitudinal de cultivos en trau misak diversificado	68
Figura 4-16. Estructura del trau misak diversificado	69

Figura 4-17. Estructura del traú misak Jau	73
Figura 4-18. Índice de similitud de Jaccard para traú misak Jau en tres pisos ecológicos	74
Figura 4-19. Distribución altitudinal de cultivos en traú misak Jau	74
Figura 4-20. Análisis comparativo Índice de similitud de Jaccard por tipología del traú misak en tres pisos ecológicos	76
Figura 5-21. Medidas de centralidad – Análisis de redes sociales	88
Figura 5-22. Red de movilidad y distribución altitudinal del traú misak en el resguardo indígena de Totoro	89
Figura 5-23. Traú misak destacados en la red de movilidad	89
Figura 6-24. Comparativo de resultados de evaluación de sustentabilidad de la dimensión ecológica, técnico-productiva por tipologías del traú misak	96
Figura 6-25. Comparativo de resultados de evaluación de sustentabilidad de la dimensión económica y cultural por tipologías del traú misak.....	101
Figura 6-26. Valores del Índice de sustentabilidad dimensión ecológica y técnico productivo por tipología del traú misak y factores que lo determinan. Fuente: Galvis, W.A. Trabajo de campo 2018	102
Figura 6-27. Valores del Índice de sustentabilidad dimensión socioeconómica y cultural por tipología del traú misak y factores que lo determinan.....	104
Figura 7-28. Análisis variables del sustento vs tipologías del traú misak	110
Figura 7-29. Análisis variables del sustento vs pisos ecológicos	111
Figura 7-30. Análisis campos del sustento vs tipologías del traú misak	112
Figura 7-31. Campos del sustento vs pisos ecológicos	112
Figura 7-32. Distribución de los campos del sustento vs pisos ecológicos	113
Figura 7-33. Campos del sustento vs tipologías del traú misak	113
Figura 7-34. Promedio de variables de sustento.....	117

Figura 7-35. Promedio campos del sustento	118
Figura 7-36. Clasificador lineal de traumisak según la fase del ciclo de renovación adaptativo	119
Figura 7-37. Distribución de clases por grupo de datos de entrenamiento, validación y prueba.....	120
Figura 7-38. Proceso de entrenamiento del modelo lineal de clasificación de Traumisak según la fase del ciclo de renovación adaptativa	121
Figura 7-39. Matriz de confusión del modelo lineal para datos de prueba	122
Figura 7-40. Matriz de confusión del modelo lineal para el total de los datos	122
Figura 7-41. Modelo perceptrón multicapa	123
Figura 7-43. Matrices de confusión del modelo perceptrón multicapa para el total de los datos de clasificación de Traumisak según la fase del ciclo de renovación adaptativa	124
Figura 7- 44. Estados del Sistema según variables del sustento	125

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 3-1. Matriz de componentes principales	31
Tabla 3-2. Variable caracterización socioecológica del trau misak	32
Tabla 3-3. Recorridos de reconocimiento en campo en tres pisos ecológicos del resguardo indígena de Totoró, Cauca – Colombia	35
Tabla 3-4. Criterios de caracterización tipologías del trau misak	39
Tabla 3-5. Entrevistados análisis de redes socioecológicas	42
Tabla 3-6. Indicadores análisis de redes socioecológicas	43
Tabla 3-7. Evaluación de sustentabilidad dimensión Ecológica, Técnico-Productiva del trau misak	45
Tabla 3-8. Evaluación de sustentabilidad de la dimensión Socioeconómica y Cultural del trau misak	47
Tabla 3-9. Categorías analíticas relacionadas con el sustento	52
Tabla 3-10. Aplicación del modelo por tipología del trau misak	52
Tabla 3-11. Tendencias en formas de manejo del modelo trau misak	53
Tabla 4-12. Consolidado del análisis por tipología del trau misak	57
Tabla 4-13. Características generales de las unidades domésticas en que se realizó el trabajo de campo	60
Tabla 4-14. Recursos vegetales representativos de agrobiodiversidad de trau misak convencionales.....	62
Tabla 4-15. Índices de agrobiodiversidad para trau misak Jau en tres pisos ecológicos	62
Tabla 4-16. Características generales de los predios en que se realizó el trabajo de campo	64

Tabla 4-17.	Recursos vegetales representativos de agrobiodiversidad del trau misak diversificado	67
Tabla 4- 18.	Índices de agrobiodiversidad para trau misak diversificado en tres pisos ecológicos	67
Tabla 4-19.	Características generales de los predios en que se realizó el trabajo de campo	70
Tabla 4-20.	Recursos vegetales representativos de agrobiodiversidad del trau misak Jau	72
Tabla 21.	Índices de agrobiodiversidad para trau misak Jau en tres pisos ecológicos	73
Tabla 4-22.	Análisis comparativo índices de agrobiodiversidad por tipología del trau misak	75
Tabla 4-23.	Análisis comparativo índice de Jaccard por tipología del trau misak	75
Tabla 5-24.	Matriz de intercambio de variedades de plantas y semillas en la red socioecológica por tipologías del trau misak, factores de intercambio y piso ecológico	85
Tabla 5-25.	Medidas de centralidad análisis de red socioecológica por tipología del trau misak y piso ecológico	87
Tabla 6-26.	Resultados de la evaluación de sustentabilidad en la dimensión ecológica, técnico-productiva para las tipologías del trau misak. Fuente: Galvis, W.A. Trabajo de campo 2018	95
Tabla 4-27.	Resultados de la evaluación de sustentabilidad de la dimensión socioeconómica y cultural para las tipologías del trau misak.....	100
Tabla 6-28.	Índice de sustentabilidad dimensión ecológica y técnico productivo por tipología del trau misak	102
Tabla 6-29.	Índice de sustentabilidad dimensión socioeconómica y cultural por tipología del trau misak	103
Tabla 7-30.	Aplicación del modelo por tipología del trau misak	109
Tabla 7-31.	Condiciones de relación entre el modelo aplicado a tipologías del trau misak y los estados del sistema del ciclo de renovación adaptativo ...	114

Tabla 7-32. Identificación de tendencias en formas de manejo del modelo traumático relacionadas con ciclos de renovación adaptativa del sistema. Fuente: Galvis, W.A. Trabajo de campo 2019	116
---	-----

1. Introducción

Los ecosistemas de alta montaña, incluidos los páramos y bosques altoandinos, se encuentran distribuidos a lo largo de los Andes Tropicales entre Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela, con extensiones hasta Costa Rica y Panamá (Rangel, 2000). Forman un complejo de ecosistemas estratégicos únicos por sus características biofísicas, reconocidos por su importancia en la regulación hídrica, climática, por la biodiversidad que albergan (Cabrera y Ramírez, 2014), y en la provisión y regulación de servicios ambientales de abastecimiento, soporte, culturales y de regulación en poblaciones humanas que habitan los andes tropicales (Hofstede et al., 2014). También son espacios de vida y territorios de gran valor cultural para pueblos ancestrales que lo habitan (Maldonado y De Bievre, 2011).

La configuración de las zonas de alta montaña en la región andina y sus dinámicas de transformación y conservación, son resultado de procesos históricos de interrelación de los grupos sociales con la naturaleza, que han generado variación en biodiversidad agrícola - variedad de animales, plantas y hongos - y unidades domésticas de manejo, a través de conocimientos, saberes y prácticas tradicionales en espacios específicos, diferenciables e integrados, y en contextos históricos, socioculturales, económicos y políticos, estableciendo socio-ecosistemas o sistemas socioecológicos (Rojas, 2018; Valencia, 2014). Los sistemas socioecológicos en la literatura científica se definen como sistemas complejos y adaptativos, que emergen producto de interacciones y retroalimentaciones entre sistemas sociales y ecosistemas, de carácter interdependiente e integrado en dimensiones espaciales y temporales (Berkes et al., 2008b; Gamba, 2013).

Las comunidades indígenas que habitan ecosistemas de paramo son reconocidas por su función en la conservación de biodiversidad agrícola y manejo de espacios de vida a través de prácticas socioculturales, desplegadas en agroecosistemas, y unidades domésticas, como categorías de manejo de los sistemas rurales de producción (Cortés y Sarmiento, 2013; Rojas et al., 2017), y diferentes tipologías o arreglos productivos agrarios, que hacen referencia a la combinación y distribución en el espacio y el tiempo de una o más especies vegetales o animales de manera diferencial, que se cultivan con fines comerciales o de autoconsumo (Nieto et al., 2015).

Para Hernández X. (1988) la agricultura tradicional involucra procesos de manejo de recursos naturales, energía e información para la producción agrícola. Autores como Gliessman (1998) y Altieri (1995) establecen que la agricultura tradicional se fundamenta en conocimientos ecológicos, biológicos, el desarrollo de aspectos culturales, la adaptación y adopción de innovaciones tecnológicas en agrohábitats con características de agricultura de temporal, determinada por la precipitación pluvial, la

capacidad del suelo para retener humedad, entre otros factores limitantes de orden climático como granizo y heladas.

Actualmente estos procesos de manejo de espacios de vida y conservación persisten en regiones de alta heterogeneidad y diversidad biológica y cultural, como son las zonas de páramo y ecosistemas altoandinos en Colombia. Específicamente en agroecosistemas y unidades de manejo de la agrobiodiversidad en la región andina, como lo demuestran estudios etnobotánicos, etnoecológicos, y desde el enfoque de los sistemas socioecológicos desarrollados en el suroccidente colombiano. Joaquín (2017), al indagar acerca de la capacidad de adaptación socioambiental de comunidades pertenecientes al resguardo indígena de Puracé-kokonuco en zonas de alta montaña andina, identificó factores de resiliencia y sostenibilidad frente a perturbaciones de origen natural y antrópico, asociados a procesos de autogobierno, organización comunitaria, sistemas y unidades agrícolas tradicionales.

Por otro lado, Sanabria (2006), al estudiar factores de persistencia de la agricultura tradicional en la región de Tierradentro, Cauca-Colombia, encontró que los recursos vegetales han sido conservados y manejados en procesos dinámicos e innovadores de intercambios, introducciones y adaptaciones de manera continua en sistemas agrícolas con persistencia de tecnología tradicional. Por su parte Aguirre et al., (2017) identificaron en comunidades pertenecientes al pueblo indígena de los pastos, ubicados en el complejo de páramos Chiles-Cumbal, Nariño-Colombia, la permanencia de la Chagra como espacio familiar donde se producen los alimentos para el autoconsumo y venta de excedentes al mercado, se cultivan medicinas y se transmiten conocimientos y prácticas socioculturales.

De igual forma, Baca (2014) propone un modelo conceptual que permita conservar la función y estructura ecosistémica del páramo Volcán Chiles, Nariño-Colombia a partir de un manejo integral de las áreas de frailejón pajonal desde la perspectiva etnoecológica, teniendo en cuenta procesos de revalorización del conocimiento ecológico tradicional de las comunidades del resguardo indígena de los pastos y sus prácticas tradicionales representadas en mantenimiento de tierras en barbecho y el manejo de la huerta tradicional.

En las huertas familiares, como elementos especializados de las unidades domésticas de manejo, se definen dinámicas particulares de producción agropecuaria, significados, valores y la diversidad biológica doméstica y silvestre de importancia para alcanzar objetivos y aspiraciones de carácter social, económico, cultural, político, relacionadas con el sustento y hacer frente al riesgo e incertidumbres climáticas y factores socio-económicos (Ungar y Osejo, 2016).

Los estudios desde la perspectiva etnobotánica y de los sistemas socioecológicos son de gran relevancia para la comprensión de formas y dinámicas de manejo ambiental de agroecosistemas a partir de las huertas familiares como sistema agrícola tradicional (Moctezuma, 2013; Toledo y Alarcón Cháires, 2012; Von Humboldt, 2017), la caracterización de actores y sus relaciones en territorios asociados con los páramos y

ecosistemas altoandinos (Palacio, 2015; Von Humboldt, 2017), y la comprensión de transformaciones y continuidades de los sistemas agrícolas y formas de manejo de las unidades de manejo de la agrobiodiversidad (Moctezuma, 2010).

Uno de los enfoques relacionales para el estudio de la función de las huertas tradicionales en formas de manejo de unidades de producción y caracterización de actores asociados con los páramos y ecosistemas altoandinos, es el análisis de redes socioecológicas (Palacio, 2017; Janssen et al., 2006; Wasserman y Faust, 2013). Lo anterior, permite la identificación de elementos sistémicos, emergentes y reguladores de actividades que sostienen, transforman y articulan las dinámicas sociedad-naturaleza en contextos productivos, aseguran la sobrevivencia y reproducción del agroecosistema, el manejo y sustentabilidad de los espacios de vida; además de la incorporación de condiciones concretas que se convierten en factores determinantes de tendencias productivas y formas de organización de las unidades de producción (Ortiz, 2013; Tyrtania, 1992).

Por lo tanto, naturaleza y sociedad no son una dicotomía, y su caracterización y descripción requiere tanto del análisis de la acción social - individual y colectiva – y el cambio sociocultural, como de las relaciones socio-ecológicas entre formas de manejo de las unidades de producción tradicional, sus componentes y condicionamientos socioeconómicos y ecosistémicos, que imponen el sistema económico y el medio natural en el cual están inmersos (Ortiz et al., 2016; Pérez, 2006; Delgado et al., 1992; Rojas et al., 2017; Ungar y Osejo, 2016).

La función de las huertas ha venido siendo estudiada desde diferentes perspectivas teórico-metodológicas: La etnobotánica resalta el uso y manejo de la biodiversidad contenida en los espacios de huerta a partir del conocimiento local y los caracteriza como unidad económica de autoconsumo, banco genético *in situ*, y reflejo de la identidad cultural de grupos humanos en relación con la naturaleza (Gispert et al., 1993; Orjuela, 2006; Sanabria, 2001).

La Agroecología establece a la huerta tradicional como un agroecosistema cuyos procesos de manejo y uso de la diversidad de plantas, animales y hongos están asociados a su producción y reproducción, en estrecha relación con condiciones sociales, económicas y culturales de las unidades domésticas y la generación-apropiación de tecnologías (Mariaca et al., 2007).

Las acciones de intervención y procesos de interacción de las poblaciones humanas con los hábitats naturales se destacan por un interés frente al manejo de los procesos de sucesión de poblaciones vegetales, de alimentos y servicios ambientales de importancia para poblaciones locales con fines de subsistencia (Tyrtania, 1992).

La agricultura como sistema de producción organizado a través de diversidad de prácticas (Hernández X y Pasos, 1981), mecanismo de manejo de procesos de sucesión ecológica y apropiación de flujos de materiales y energía en áreas

productivas o de protección (Odum, 1990) permite a las poblaciones humanas el despliegue de estrategias de adaptación en dos dimensiones: ecosistémica y económica, en un proceso de diversificación de actividades relacionadas con la producción, el trabajo y el consumo (Wolf, 1957). Según Chayanov (1974) el agricultor tradicional funciona con las reglas del autoconsumo y el sustento en el establecimiento de sistemas productivos expuestos a las fluctuaciones del mercado y el capitalismo.

El enfoque de los sistemas socioecológicos como herramienta metodológica permite identificar propiedades y factores emergentes de interrelación sociedad-naturaleza en contextos agrícolas, en los cuales el agricultor tradicional se relaciona con la naturaleza para producir alimentos, y con la sociedad para intercambiar productos; en esta dinámica, establece procesos adaptativos, como respuesta a situaciones de riesgo de tipo ecológico, por las restricciones que impone el ecosistema; y de carácter económico, por las reglas que impone el mercado (González, 2004).

Actualmente, la huerta tradicional como componente especializado de la unidad doméstica de manejo de la agrobiodiversidad andina es la escala de análisis para el estudio de los procesos de manejo adaptativo de agroecosistemas frente a condiciones de riesgo ecológico y económico, y modos de producción local, al formar parte del ecosistema intervenido por flujos de materia, energía e información y etapas de sucesión y clímax, a través de diversas modalidades de agricultura – tradicional y comercial – y arreglos productivos con diferentes niveles de intensificación (Ortiz et al., 2016; Barrera y Floriani, 2018); toda vez que esta postura analítica permite generar procesos de encuentro y diálogo entre los planteamientos teóricos y metodológicos de la perspectiva relacional de los sistemas socioecológicos (Palacio, 2015), con conocimientos, saberes y prácticas concretas de las sociedades agrícolas indígenas andinas, que constituyen el eje principal de manejo de los cultivos, ciclos productivos e indicadores climáticos, el intercambio de productos y generación de estrategias de sustento (Cueva y Groten, 2010).

La presente investigación se inscribe en la perspectiva de los sistemas socioecológicos y el análisis de redes sociales, que aborda estudios sobre estrategias de manejo de la agrobiodiversidad (García Frapolli y Toledo, 2008), entendida esta como una propiedad emergente y expresión de las múltiples interacciones entre sociedad y naturaleza, donde las comunidades indígenas a través de prácticas socioculturales, dinámicas de producción-conservación, selección de variedades y actividades relacionadas con el sustento, establecen reconfiguraciones territoriales en múltiples dimensiones y escalas (Armbrecht, 2016; Ungar y Osejo, 2016). Importa identificar en la práctica concreta elementos sistémicos y reguladores de acciones de intervención producto de las relaciones socioecológicas que estructuran formas de manejo de la agrobiodiversidad con factores ecológicos, económicos y culturales, y cómo estos influyen, acotan, transforman las relaciones a través de la huerta tradicional (Barrera y Floriani, 2018; Moctezuma, 2013; Rojas, 2015) y generan las bases socioecológicas del modelo Trau misak. Finalmente, el enfoque analítico de las redes neuronales artificiales (Stephen, 1990) complementa el procesamiento de la información para la clasificación del estado del sistema de acuerdo a ciclos de renovación adaptativos

(Holling, 2001), el manejo de la agrobiodiversidad y estrategias de sustento en la región de estudio.

1.1 Justificación

Los estudios sobre el manejo ambiental de zonas de páramo y ecosistemas altoandinos se han dirigido principalmente a la sistematización y análisis de procesos ecológicos, biodiversidad, dinámicas de transformación, provisión y regulación de servicios ambientales, valoración económica de la biodiversidad y ejercicios de delimitación con fines de conservación (Llambí et al., 2013; Monasterio et al., 2006; Morales et al., 2019; Rangel, 2000; Von Humboldt, 2017).

Desde la perspectiva de la biología de la conservación, la naturaleza requiere de procesos de delimitación, aislamiento y protección de los impactos generados por la actividad antrópica, por tanto, los grupos humanos que habitan ecosistemas altoandinos han sido invisibilizados y categorizados como variables externas, actores aislados de los procesos de conservación que afectan e impactan negativamente las condiciones ideales y de equilibrio de estos espacios naturalizados (Ospina y Tocancipá, 2000). La ecología del equilibrio se fundamenta en la siguiente premisa: las etapas de sucesión de los ecosistemas tienden a un estado ideal de clímax si están aislados de la intervención de las sociedades humanas en un proceso evolutivo de carácter reversible (Margalef, 1982).

El enfoque de los sistemas socio ecológicos establece que los procesos de investigación de las dinámicas de conservación y transformación del entorno ecológico requieren de un marco analítico que integre de manera explícita las interrelaciones dinámicas, emergentes y complejas sociedad - naturaleza (Berkes et al., 2008b; García, 2006; Walker et al., 2004).

Los sistemas de conocimiento local sobre la naturaleza, han venido siendo estudiados a partir de las siguientes perspectivas teórico-metodológicas: i) la identificación y clasificación de elementos o componentes relacionados con acciones de intervención de la naturaleza - etnotaxonomías - (Alarcón, 2009); ii) El papel de los sistemas de conocimiento ecológico tradicional en la generación y conservación de la agrobiodiversidad, definida como la diversidad biológica resultado de procesos de domesticación y manejo de especies silvestres de relevancia para la alimentación y la agricultura (Altieri y Nicholls, 2000; Balée, 1994), iii) Dimensiones dinámicas relativas a patrones y procesos de manejo, uso, conservación y transformación del entorno ecológico, documentación e ilustración a partir de estudios de caso, de sistemas de policultivos manejados por agricultores tradicionales, huertos familiares y agroforestería en regiones tropicales (Toledo et al., 2002).

Sin embargo, los estudios relacionados con procesos de comprensión y análisis de los sistemas de conocimiento tradicional, entendidos estos como el conjunto de saberes empíricos acumulados por comunidades indígenas durante miles de años relacionados con procesos de ensayo y error frente al uso de recursos naturales renovables a través de explotaciones agrícolas para el desarrollo social y económico (Hernández et al., 1976), se han caracterizado por la exclusión de variables afines con las condiciones y prácticas concretas del trabajo indígena en estructuras productivas, y su relación con la toma de decisiones frente a componentes económicos, ecológicos y la estructura social; es decir, han sido poco abordados los procesos de descripción y análisis de como el conocimiento tradicional hace sistema, se genera, transforma e interactúa con elementos de diversidad ecológica y cultural (Ortiz, 2013).

El concepto de agroecosistema surge como unidad analítica de los sistemas agrícolas tradicionales (Altieri, 1995; Giampietro, 1994; Gliessman et al., 1998; Guzmán et al., 2000), en los cuales se produce un amplio rango de adaptaciones socioecológicas, y procesos de auto-organización representados en mecanismos de regulación de actividades, estructuras de comunicación y significado, como respuesta a factores ecológicos, económicos y culturales que generan variación y riesgo en los sistemas socioambientales (Blanco, 1988; Holling et al., 1995; Pimbert, 1999).

Sin embargo, la escala analítica utilizada en estudios de agroecosistemas tradicionales desde el enfoque agroecológico resulta equiparable a la parcela y al ecosistema en el cual se encuentra inmerso (de Molina, 1992). Desde esta perspectiva, la parcela es equivalente a un sistema cerrado y estático, con intercambios limitados de materia, energía e información con su entorno y con límites perfectamente definidos, lo cual ofrece una mirada parcializada y fragmentada de las realidades socio-ecológicas, y dificulta la identificación de múltiples interrelaciones en formas de manejo de unidades de producción indígena, propiedades emergentes, producto de estas interrelaciones, y procesos de articulación con la heterogeneidad ecosistémica, productiva y cultural de los sistemas agrícolas tradicionales (Ortiz et al., 2016).

La presente investigación plantea el análisis de interrelaciones entre las sociedades indígenas con ecosistemas de alta montaña, a través de la huerta tradicional como agroecosistema y componente especializado de las unidades de manejo de la agrobiodiversidad alto andina en el contexto del Resguardo indígena de Totoró, a partir de los marcos conceptuales y metodológicos de la perspectiva de los sistemas socioecológicos como ciencia interdisciplinaria que estudia dinámicas de interacción sociedad-naturaleza en agroecosistemas (Walker et al., 2004).

Redclift & Woodgate (1993) plantean que la estructura y función de los agroecosistemas es una construcción social, basada en dinámicas de interrelación de los sistemas sociales con los ecosistemas.

Desde este punto de vista, una agricultura sustentable valora tanto los componentes ecológicos como los humanos, así como las interrelaciones a diferentes escalas,

desde lo local hasta lo global, considerando que los sistemas sociales y ecológicos están en permanente interacción (Alliance, 2010).

Importa establecer el papel de la huerta tradicional en las formas de organización y manejo espacial y temporal de las unidades de producción indígena, en relación con la toma de decisiones por parte de agricultores indígenas tradicionales frente a factores de riesgo ecológicos y económicos en el desarrollo de agricultura de temporal en zonas de alta montaña.

Las autoridades del pueblo indígena Totoró vienen consolidando desde inicios de los años 90's, un proceso de saneamiento del resguardo, reivindicación de la autonomía territorial indígena, persistencia y revalorización de saberes y prácticas socioculturales ancestrales en un contexto de degradación ecológica y erosión cultural (Leva, 2008). Se parte del fortalecimiento del traumisak en Namtrik variante Totoró (Trau representa el espacio de la huerta y misak se refiere de manera general a "gente"). En conversaciones con algunos mayores y mayoras del pueblo totoró encuentro que el vocablo traumisak o traumisak es reciente. Trau es como en ese momento lo recordaban en su lengua materna. Tanto en Namtrik variante Totoró como la variante de Guambia el morfema -au- expresa la relación con el verbo de quien hace la acción y -tra- hace referencia a la huerta (Jabez, 2014).

Si bien, el término misak define al pueblo que hasta hace poco se conocía como guambiano, en nam trik, la palabra misak se utiliza para referir a todos los hablantes de esta lengua en su conjunto, y si se agregan otras palabras que expresan atributos, es posible especificar su referencia en una categoría de gente. Por ejemplo, misak/tontotuna es la forma de referirse a los hablantes de Totoró (Gonzales, 2012).

Esto es importante de señalar, pues las lenguas no son "herméticas" y al ser la lengua una ventana a la variedad de elementos en relación con una entidad particular, el uso de un nuevo término y el contexto de enunciación responde a los procesos de configuración de nuevas realidades que adelantan las sociedades y aquello que desean o pretenden ser (Alvar, 1986), para el caso de esta investigación el pueblo tontotuna.

La relación étnica entre el término lingüístico traumisak y el territorio tontotuna, quizá responda a un deseo de preservar la distinción con los pueblos vecinos hablantes del namtrik (guambiano y ambaló); por eso, la palabra -misak- nos da luces que los Totoró continúan por el camino de la diferencia tanto de la memoria, como del universo de "cosas" del mundo.

Las características del traumisak destacan un sistema agrícola, un espacio productivo vital representado por formas particulares de uso de la tierra, manejo de la agrobiodiversidad y relacionamiento con el entorno y su adaptación y transformación por medio de la experimentación, así como por la transmisión y socialización de prácticas y saberes agrícolas por medio de redes de relaciones, todo ello generado a

través de siglos de interacción entre ecosistemas y especies de plantas útiles generalmente herbáceas y arbustivas, destacando hortalizas, frutales, alimenticias, medicinales, ornamentales, además, incluyen una gran variedad de especies de plantas perennes y, en ocasiones, anuales, de manera que su rasgo más notable es la estructura vertical, la cual, resulta ser una réplica de los estratos del bosque alto andino de alta montaña.

El traumisak emerge como símbolo de resistencia cultural, económica y política, impulsado desde el año 2015 a través del proyecto IRACA, en convenio con el departamento de prosperidad social – DPS, en coordinación con los programas del Cabildo Indígena de Totoró: Ambiente, salud, comunicaciones, producción, guardia indígena, educación y teniendo en cuenta las orientaciones establecidas en el documento Plan de Vida Totoroez, “Recuperando y fortaleciendo nuestro pensamiento” (Plan de Salvaguarda étnica y cultural del pueblo indígena Tontotuna, (Plan de Salvaguarda étnica y cultural del pueblo indígena Tontotuna, 2011; Plan de Vida taapli kilika iskuai arapikin putran, 2016), lo que ha permitido y facilitado la identificación y seguimiento a formas de manejo de las unidades de producción indígena y sus implicaciones en el contexto cultural (Orjuela, 2006) y en la estabilidad del ecosistema de alta montaña, en el marco de planes, programas y políticas institucionales.

La importancia del Traumisak para la estabilidad del ecosistema de alta montaña no deriva solo de que allí se albergue gran diversidad de especies animales, vegetales alimenticias, ornamentales, medicinales y condimentarias, sino de que, en este espacio se generan, desarrollan y reproducen especies biodiversas, prácticas productivas, rituales trascendentales, formas de convivencia, saberes para la vida, formas de relación con el entorno (Orjuela Muñoz, 2006; Ortiz y Cabrera, 2018; Sanabria, 2006), que permiten la emergencia de mecanismos de coordinación y regulación de escala humana (Tyrtania, 2008) con los que los totoroez intervienen la recirculación de nutrientes y las fases de sucesión y clímax del ecosistema de montaña altoandino. Tyrtania (2009) ha expresado que “los flujos energéticos de un ecosistema se regulan por medio de estructuras sociales, configurando el todo como un agroecosistema. Los reguladores de ese “todo” son locales, regionales, nacionales y, algunos internacionales” (Tyrtania, 2009:187). En un medio complejo, como el resguardo indígena de Totoró los únicos elementos de manejo y direccionalidad ecosistémica al alcance de las poblaciones son los “reguladores” de escala local y algunos de tipo regional.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Establecer la funcionalidad de la unidad de manejo traumisak y las relaciones socioecológicas que inciden en la sustentabilidad del territorio Totoroéz, municipio de Totoró-Cauca.

1.2.2 Objetivos específicos

Correlacionar los factores socioambientales con los valores culturales para la sustentabilidad del traumisak como estrategia de producción cultural de los indígenas Totoroéz.

Evaluar la sustentabilidad socio-ecológica del traumisak en diferentes unidades de manejo de agroecosistemas y recuperación del territorio Totoroéz.

Generar las bases socioecológicas del modelo traumisak, como una estrategia de manejo territorial en el resguardo indígena Totoró.

2. Marco referencial y estado del arte

2.1 Agroecosistemas y el paradigma de la complejidad

La ciencia positivista-reduccionista-mecanicista, fundamentada en la comprensión de las relaciones de causalidad y determinación de un orden estático, plantea la fragmentación de la realidad en sus partes esenciales para deducir la organización del conjunto en procesos de generación de conocimiento científico, y la consecuente separación de los campos disciplinares (Schaeffer, 2009).

Los procesos de identificación y análisis de causas, efectos y origen de problemáticas socioecológicas en escenarios de crisis ambiental, han generado espacios de discusión y cuestionamiento al positivismo y la pretensión de objetividad del conocimiento científico (Toledo, 2003). Desde la filosofía, Whitehead & Price (2001) dicen que la realidad es un entramado complejo de entidades materiales e inmateriales, procesos y relaciones. En las ciencias naturales, Maturana y Varela (1990) establecen la importancia del proceso de conocer y la identificación de los límites del conocimiento, en donde el observador es protagonista del proceso de construcción y comprensión de lo que es observado. En las ciencias sociales, Berger et al. (1967) plantean en el marco de la corriente de pensamiento constructorista, que el conocimiento es producto de interrelaciones sociales. Los procesos de interrelación medio ambiente y sociedad han sido analizados a partir de múltiples perspectivas, destacando las iniciativas a partir de tradiciones sistémicas (Urquiza y Cadenas, 2015).

En este contexto, surgen nuevas vertientes epistemológicas, destacando: la perspectiva de los sistemas socioecológicos (Holling, 2001; Ostrom, 2009; Rappaport, 1976) la teoría de sistemas complejos (García, 1994), la complejidad ambiental (Leff, 2007) y la ciencia post-normal (Funtowicz & Ravetz, 1995). Disciplinas como la Etnoecología, la historia ambiental, la economía ecológica y la ecología política acompañan este proceso de complementariedad entre las ciencias biológicas y las ciencias sociales (Toledo, 2003).

En las últimas décadas, el paradigma de la complejidad permite el abordaje de procesos multidimensionales relacionados con identificación y análisis de causas, efectos y origen de problemáticas socio ambientales, desde una perspectiva integradora e interdisciplinaria, fundamentada en procesos de aproximación hacia la identificación y comprensión de las múltiples interacciones entre sistemas socioculturales y ecosistemas, y los elementos o propiedades emergentes de estas interacciones (Berkes et al., 2008b; Rojas, 2015). Esto implica, considerar la existencia de relaciones no lineales, umbrales, transiciones, mecanismos de retroalimentación positivos y negativos; y establecer que las respuestas del sistema al incremento de

actividades de origen antrópico, factores socioeconómicos, vulnerabilidad y cambio climático, fenómenos demográficos y condiciones del entorno presentan una dinámica compleja. (Walker et al., 2004).

Las ciencias ambientales desde la perspectiva de coevolución sociedad-naturaleza estudian de manera conjunta interrelaciones complejas, dinámicas y constantes entre los ecosistemas y las culturas (Ángel, 1995; Carrizosa, 2001; Maya, 1993) para conocer e interpretar el funcionamiento de los socio ecosistemas, como tramas complejas de intercambios de materia y flujos de energía e información, construcciones teóricas de tipo simbólico, las diferentes formas de organización sociocultural que han establecido comunidades locales a lo largo de la historia, y estudiar las causas y efectos de acciones de transformación e intervención de las sociedades sobre los ecosistemas (Sicard, 2009).

El concepto de agroecosistemas surge a mitad del siglo XX como respuesta al enfoque reduccionista, mecanicista y positivista de la ciencia agronómica, colocando al ser social y su cultura en el centro de análisis (Hernández X y Pasos, 1981) y como la escala o unidad de estudio de los modos de sustento y producción de alimentos, considerando que los procesos de auto-organización, propios de las comunidades originarias se sustentan en múltiples relaciones de reciprocidad que van del nivel de la unidad doméstica hasta el nivel de agroecosistema (Altieri, 1995; Giampietro, 1994; Gliessman et al., 1998; Guzmán et al., 2000).

La Agroecología como respuesta teórico-metodológica al reduccionismo de la ciencia agronómica, abarca la comprensión de los niveles ecológicos y sociales de la estructura y funcionamiento de los sistemas en coevolución, tomando como unidad analítica el agroecosistema (Altieri et al., 1999).

Los agroecosistemas son el resultado de procesos naturales y sociales de coevolución, producto de las interrelaciones entre seres humanos sus conocimientos, saberes y practicas- con su entorno socioeconómico y biofísico, cuya comprensión establece la base de agroecosistemas sustentables (Altieri et al., 1999). En el mundo la variedad de agroecosistemas en función de las acciones de intervención de los seres humanos se puede categorizar en: agroecosistemas simplificados (monocultivos, ganadería intensiva), de alta complejidad e intensidad (huertos familiares, agricultura tradicional o bajo la tecnología roza, tumba, quema), de mediana complejidad e intensidad (policultivos) (Altieri & Koohafkan, 2004).

El estudio de los agroecosistemas analiza las múltiples interacciones de elementos de la totalidad, y se enfrenta a dificultades epistemológicas, cuando se define en un marco de comprensión que supere los límites ecosistémicos, ya que sostiene una gran influencia epistemológica del reduccionismo disciplinar, específicamente de la agronomía hegemónica, relacionado con la escala analítica, necesaria para entender y analizar un agroecosistema (Ortiz et al., 2016). El problema es de escala porque a niveles muy pequeños, el paisaje dominante convoca a utilizar categorías más amplias

como cuencas hidrográficas o territorios y en escalas muy reducidas, a usar el cultivo o la parcela como objeto de estudio (Sicard, 2009).

En la agroecología, la escala analítica del agroecosistema resulta equivalente a la parcela, dada la herencia teórico-metodológica de la ciencia agronómica, toda vez que la agronomía por su carácter positivista busca garantizar, en función del control de condiciones de humedad, fertilidad, temperatura, entre otras propiedades climatológicas y del suelo, el incremento de la productividad y los niveles de producción, en sistemas cerrados, aislados y en aparente equilibrio. La limitante de este enfoque radica en la dificultad de identificar y analizar las propiedades emergentes de las múltiples interacciones no lineales de los componentes del agroecosistema como sistema complejo (Ortiz et al., 2016).

El concepto de agroecosistema como arreglo de elementos heterogéneos interrelacionado por procesos no-lineales de intercambio de materia, energía e información, y como sistema abierto, cuyas propiedades emergen de la interacción no lineal entre sus componentes (Ortiz et al., 2016), y en el que el ser humano y su cultura agroproductiva está en el centro de análisis (Hernández X., 1985a), fomenta el encuentro del emergente pensamiento agroecológico, con las sociedades agrícolas tradicionales, caracterizadas por una alta racionalidad ecológica (Toledo et al., 2002).

Autores como Altieri y Nicholls (2000), Blanco (1988), Gliessman (2002), Holling et al. (1995), Pimbert (1999) establecen que en agroecosistemas tradicionales -con propiedades de sistemas socioecológicos- se produce un amplio rango de adaptaciones de las especies que lo conforman, autocontrol y auto-organización frente a perturbaciones representadas en la aparición de plagas y enfermedades, a través de prácticas socioculturales (rotación de cultivos, movimiento y aclimatación de semillas en diferentes pisos ecológicos y microclimas). Los sistemas sociales que los conforman, están determinados por complejas estructuras de valoración, comunicación y significación (Navarrete, 2001), lo cual establece mecanismos de retroalimentación positiva y negativa. Tal y como describe Hernández X. (1985b) la agricultura tradicional relaciona conocimientos y prácticas para la producción y la creación de agrohábitats para el desarrollo de aspectos culturales y conceptos cosmogónicos sin distinción entre lo material y metafísico y sin pretensión de dominio de la naturaleza.

La persistencia de los sistemas agrícolas tradicionales parece asociarse a los sistemas culturales, sin embargo, pocos estudios han abordado las transformaciones culturales en agroecosistemas tradicionales asociadas a las variaciones ecológicas (Sanabria, 2006). Por tanto, un recurso puede estar biológicamente disponible, pero las variaciones ecológicas y los cambios socioculturales en el tiempo afectan a largo plazo su persistencia. De aquí la importancia de abordar en el marco de los sistemas socioecológicos y de manera integrada, los procesos ecológicos y socioculturales, como factores que influyen la persistencia de agroecosistemas tradicionales.

2.1.1 Sistemas socioecológicos

El concepto de sistemas socioecológicos surge frente a la dicotomía ecosistemas-sistemas sociales, con el aporte y soporte conceptual y epistemológico de la Teoría General de Sistemas y el Paradigma de la Complejidad en el marco de las Ciencias Ambientales, debido a la necesidad del estudio y gestión de las interrelaciones complejas socio-ambientales bajo una perspectiva transparente, participativa, sistémica e integradora y con el objetivo de desarrollar un enfoque que permita conectar disciplinas y considerar otras epistemes, otras maneras de conocer. (Berkes et al., 2008a; Holling et al., 1995; Walker et al., 2004).

La comprensión y estudio de los agroecosistemas, en el marco de análisis de los sistemas socioecológicos (Gliessman, 2002; Pimentel, 1980), implica considerar que las interacciones entre componentes del sistema generan propiedades que no pueden predecirse a partir de las partes individuales, este fenómeno es conocido como emergencia (Holland, 1995).

La no linealidad emerge como propiedad, producto de las múltiples interacciones en los sistemas socioecológicos, donde el carácter adaptativo y auto-organizante de sus componentes dificulta procesos de modelación y pronóstico de la dinámica de las dimensiones social y ecosistémica (Funtowicz et al., 1999; Giampietro, 1997; Kay et al., 1999; Levin, 1998; Morin y Pakman, 1994; Scheffer et al., 2001).

2.1.2 Clasificación de sistemas socioecológicos – redes neuronales

Las redes neuronales emergen como perspectiva analítica en procesos de modelado y descripción y clasificación de sistemas socioecológicos-dinámicos, con propiedades no lineales y características auto-organizativas de sus componentes (Scheffer et al., 2001).

Los principales aspectos del modelado y control de sistemas dinámicos con redes neuronales se describen a continuación:

Algoritmos por aprendizaje de Máquina: Se trata de todo algoritmo o programa de computadora que es capaz de aprender a partir de datos. En general, se dice que un algoritmo aprende a partir de un conjunto de datos D con respecto a una tarea determinada T con una métrica de rendimiento P , si el rendimiento del algoritmo en la tarea T mejora respecto a la métrica P después de usar el conjunto de datos D (Goodfellow et al., 2016). Uno de los usos más comunes para este tipo de algoritmos es precisamente el modelamiento de sistemas y fenómenos complejos para los cuales existen datos.

Perceptrón: Es una representación matemática usada comúnmente en aprendizaje de máquina donde la salida es igual a la suma ponderada de una serie de entradas que

fluyen por lo que se conoce como función de activación (Stephen, 1990). Los parámetros de dicha suma ponderada pueden ser ajustados a través de algoritmos de aprendizaje de máquina para optimizar alguna función objetivo (figura 2-1).

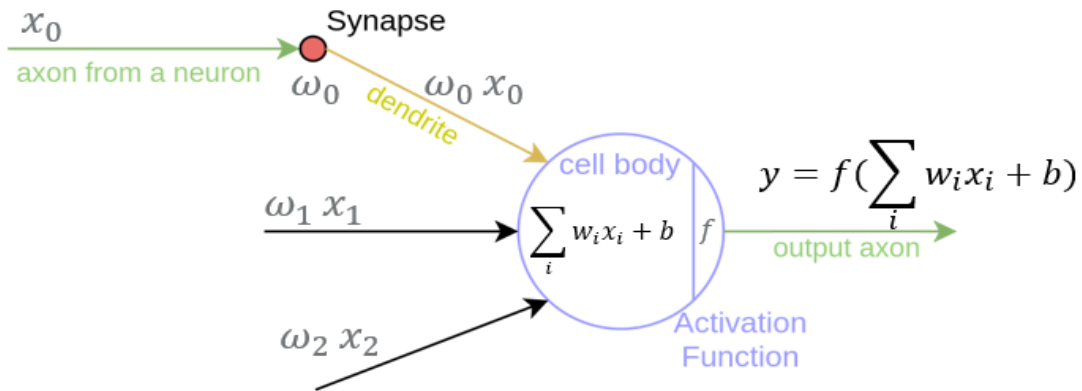


Figura 2-1. Algoritmos de aprendizaje de máquina para optimizar alguna función objetivo.

Fuente: Elaboración propia, 2020

Perceptrón multi-clase: Se trata de una representación matemática en la que se agrupan una serie de perceptrones verticalmente de tal manera que sus salidas puedan ser comparadas y así resolver problemas de clasificación de múltiples clases.

Perceptrón multicapa: Representación matemática en la que se agrupan capas de perceptrones de manera horizontal, de tal manera que la salida de una capa de perceptrones sea la entrada para la siguiente, permitiendo el modelamiento de fenómenos más complejos que aquellos que se modelaban con una sola capa (Ruck et al., 1990).

Función de pérdida: En el campo de la optimización matemática, la función de pérdida es una función que mapea un evento o los valores de una o más variables a un número real que intuitivamente corresponde con un "costo", de tal manera que el objetivo del algoritmo de optimización es minimizar dicho costo. En muchos casos esta función de costo está asociada con el error.

Gradiente Descendente: Es un algoritmo de optimización iterativo cuyo objetivo es encontrar un mínimo local de una función de costo diferenciable. Para esto, el algoritmo toma pasos repetidos en la dirección contraria al gradiente de dicha función de costo, ya que en esta dirección esta disminuye (Ruder, 2016). Este algoritmo es ampliamente usado en el entrenamiento de Redes Neuronales o Perceptrones multicapa.

2.2 Sustentabilidad de agroecosistemas

La sustentabilidad de agroecosistemas se determina a partir de tres principios que establecen aspectos ambientales y socioeconómicos: i) la resiliencia frente a perturbaciones (naturales y antropogénicas, ii) generación de servicios ambientales, iii) Escala temporal y espacial (Mayer et al., 2020). La agricultura sustentable se define como la capacidad de un agroecosistema de conservar un rendimiento que permanezca a lo largo del tiempo, en múltiples condiciones sociales, ambientales y económicas (Altieri et al., 1999), con la menor dependencia de fuentes de energía y tecnologías externas a partir de insumos de base sintética, conservan a largo plazo la agrobiodiversidad, estructura y productividad de suelos (Altieri y Nicholls, 2002) y la toma de decisiones del agricultor se sustenta en la multifuncionalidad del agroecosistema (ecosistémica y sociocultural) (Masera et al., 1999).

En las últimas décadas, se han incrementado el número de estudios relacionados con el desarrollo de metodologías que miden la sustentabilidad de agroecosistemas (López et al., 2002). Sin embargo, el establecimiento de indicadores que determinen la multifuncionalidad de los agroecosistemas resulta insuficiente a pesar de los estudios de caso desarrollados en varias regiones del mundo (Allender, 2011; FAO, 2010).

El Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada – GIRA, en la década de los 90's desarrolló el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), con los aportes de precursores de la interdisciplina y los sistemas complejos (García, 1994); Holling (2001) a partir de los ciclos adaptativos y la teoría de jerarquías aportes más recientes desde la multidimensionalidad del concepto de sustentabilidad (Clayton & Radcliffe, 2018). Otros autores como determinaron bases teóricas y metodológicas relacionadas con indicadores de sustentabilidad (Giampietro, 1994; Pastore et al., 2000). Altieri (1995) desde la agroecología y Toledo (1993), a partir de la etnoecología establecieron fundamentos teóricos de procesos de diversificación sociocultural y socioeconómica de los saberes locales y sistemas de conocimientos indígenas y campesinos.

A lo largo del tiempo, las sociedades campesinas e indígenas han generado un conocimiento ecológico tradicional (TEK, por sus siglas en inglés), producto de acciones de interrelación con los agroecosistemas, actividades de domesticación y selección artificial, que han modificado el entorno ecológico, transmitidos de generación en generación (Hawkes, 1983).

El TEK hace parte de la memoria socio ecológica de las unidades agrícolas de manejo tradicional, ya que contiene información ecológica y cultural que permite a las comunidades locales adaptarse a situaciones de riesgo por transformaciones ecológicas, económicas y ambientales (Berkes, 2009).

Investigadores como Lizarralde (2001), Maffi (2001) y Zent (2001) han contribuido al desarrollo de métodos cuantitativos para la investigación e identificación de factores (como edad, educación formal, capacidad bilingüe, cambio en prácticas de subsistencia, entre otros) que pueden afectar el mantenimiento o pérdida de TEK.

Altieri (1999) destaca como rasgos principales de la agricultura tradicional, la habilidad adquirida por parte de comunidades locales, de evitar riesgos, identificación de una gran variedad de taxonomías biológicas y las eficiencias de producción de las mezclas simbióticas de cultivos, lo cual brinda información relevante para la toma de decisiones, diseño de tecnologías que satisfacen las necesidades de comunidades campesinas e indígenas y agroecosistemas locales, de acuerdo a las complejidades de los procesos agroecológicos y socioeconómicos.

Los Sistemas Productivos Rurales se desarrollan a partir de actividades de manejo y transformación de agroecosistemas de alta o baja intensidad -monocultivos, huertos familiares, sistemas agroforestales- en un territorio determinado (Forero, 2002; Rojas, 2015).

2.3 Unidades de manejo de agrobiodiversidad en agroecosistemas

Las unidades de manejo de agrobiodiversidad son modelos de apropiación y espacios en los cuales se desarrolla la principal forma de agricultura por parte de pequeños agricultores (Lowder et al., 2016), resultado de acciones de intervención y grupos humanos en escalas espacio temporales y territorios determinados, donde desarrollan actividades relacionadas con el sustento (Rojas, 2015). Al interior de los agroecosistemas se encuentran los sistemas de cultivo en tipologías diferenciales de manejo, de una o más especies (vegetales y animales) en el espacio y el tiempo, que se cultivan con fines comerciales o de autoconsumo, y que corresponden a la unidad básica de manejo de agrobiodiversidad (Ungar y Osejo, 2016). Como sistemas familiares, se basan en el despliegue de conocimientos, prácticas y creencias, manejando como un todo el agroecosistema, buscando dar respuesta a intereses y necesidades de la unidad doméstica (Hart, 1985).

Chayanov (1974) define a la unidad doméstica como el grupo de personas que: 1) Habita bajo el mismo techo y 2) Come del mismo plato. El concepto de modos de producción doméstica, fue propuesto por Palerm (1980) como modelo abstracto para describir al agricultor tradicional desde las relaciones de producción y formas de manejo de unidades domésticas; para esto, establece a la unidad doméstica como escala analítica y unidad de producción y consumo, en la cual el autoconsumo es la actividad principal, cuenta con acceso a la tierra para la toma de decisiones y la forma de organización de la producción es agrícola, artesanal y de venta de mano de obra.

Los estudios relacionados en los espacios de manejo agrícola y pecuario aledaños a la vivienda indígena han establecido la huerta familiar como unidad especializada de la unidad doméstica para el manejo de la agrobiodiversidad (Cano, 2015) a partir de distintas denominaciones y métodos de caracterización: huertos tradicionales, huerto familiar, huerta, jardín, solar, chacra y traspatio (Gispert et al., 1993). En la literatura latinoamericana se emplean los términos: traspatio, chagra, tull y huerto familiar para denominar al sistema productivo indígena junto a la casa habitación (Lope & Howard, 2012; Mariaca, 2012; Orjuela, 2006).

Vogl et al (2004) establecen que el huerto familiar es probablemente el agroecosistema con mayor difusión a nivel global, y Mariaca (2012) destaca las múltiples dimensiones que lo caracterizan en espacio y tiempo y que dan cuenta de su complejidad, lo que ha dificultado la construcción de una definición que refleje esta dinámica en América Latina, caracterizada por contar con escenarios de gran diversidad biocultural. En los debates actuales, expertos buscan establecer una definición que permita el análisis holístico de los huertos familiares y a su vez incentivar procesos académicos que permitan su revitalización y valoración (Moctezuma, 2010).

Existen múltiples perspectivas para definir lo que es un huerto familiar, Torquebiau (1992), precisa a los huertos familiares como sistemas agroforestales en donde se asocian árboles, con cultivos agrícolas y pastos, en zonas contiguas a la casa habitación y donde la mano de obra es de base familiar. Otra perspectiva, establece a los huertos familiares junto a otras áreas de la vivienda como la unidad donde habita la familia campesina e indígena (Orjuela Muñoz, 2006; Terán y Heilskov, 1994).

Estas características hacen de los huertos familiares un agroecosistema tradicional, en el que se realiza un manejo intensivo de la agrobiodiversidad, definida como la diversidad biológica doméstica y silvestre de relevancia para la alimentación y la agricultura. Está constituida por recursos genéticos vegetales, animales, micóticos y microbianos, adaptados a las condiciones locales y que reflejan las dimensiones socioeconómicas y culturales de las familias campesinas e indígenas que los crean y mantienen, así como el conocimiento tradicional local asociado. Desde la perspectiva de la ecología cultural, el huerto familiar ha sido definido como agroecosistema de raíces tradicionales, habitado, producido y reproducido por la familia campesina e indígena (Cano, 2015).

Desde la perspectiva de la etnobotánica, el huerto familiar es un sistema tradicional de producción agrícola complejo y diversificado, en el que se desarrollan procesos de domesticación, conservación y diversificación de especies animales y vegetales (Orjuela, 2006; Sanabria, 2006). Estudios acerca de la relevancia de la conservación *in situ* de agrobiodiversidad en los huertos familiares, destacan la importancia del conocimiento tradicional en procesos de domesticación de especies vegetales, mediante las prácticas socioculturales y el manejo de cultivares nativos, en procesos continuos de interrelación sociedad-naturaleza (Casas y Parra, 2007; Tapia y Rosas, 1998).

Desde el enfoque multidimensional, los huertos familiares son definidos como espacios de expresión dinámica del saber indígena en relación con la naturaleza (Calderón y Vélez, 2017; Moncada et al., 2017), y proveedores de servicios ecosistémicos: a) provisión: agrobiodiversidad, captación de agua, control de plagas; b) regulación: clima, control de erosión; c) culturales y d) de soporte: control de plagas, captura de carbono, polinización, dinámica de suelos (Calvet et al., 2014); también corresponde a territorios simbólicos en el que se producen y reproducen prácticas y conocimientos culturales, relaciones al interior y al exterior del núcleo familiar, constituyéndose en lugares de permanencia, producción y revalorización de la cultura, la tradición y la identidad (Moctezuma, 2010).

Sin embargo, la falta de un conocimiento sistémico y relacional de las múltiples dimensiones sociales, económicas, culturales y ambientales, representadas en huertas familiares y complejas interrelaciones de las comunidades locales con el páramo y los ecosistemas de alta montaña; han generado contradicciones frente a su conocimiento, uso, manejo y establecimiento de estrategias de conservación biocultural (Rist y Delgado, 2016; Von Humboldt, 2017).

La dinámica de las unidades de manejo de agrobiodiversidad en los páramos es generada por diferentes impulsores de cambio que según Gallini et al. (2017) se clasifican en: i) Transformaciones del paisaje, relacionados con dinámicas biofísicas y territoriales (cambios de cobertura, variación de clima, ciclos hidrológicos, incendios, entre otros) ii) Procesos demográficos, como impulsores de cambio indirectos que surgen de la relación entre el ecosistema de páramo y los sistemas sociales en la construcción de un sistema integrado como: aumento y descenso poblacional, desplazamientos y migraciones, políticas demográficas, entre otros. iii) Procesos productivos y extractivos, con referencia a los procesos de apropiación de la naturaleza del páramo, a través de la mediación del trabajo humano, en forma de extracción, producción, distribución y consumo. iv) Dinámicas de organización y gobierno, en función de las diferentes formas de control y ejercicio de poder tanto nacional como local, las evidencias de políticas económicas, sociales y culturales en relación con el páramo, las que relatan los procesos organizativos locales, regionales y nacionales, las leyes, tratados, pactos, concordatos y concesiones, y las dinámicas de exigencia, movilización y resistencia de los diferentes actores sociales. v) Prácticas y representaciones culturales, como categoría mediadora de todas las anteriores se agrupan las fuentes que revelan las prácticas culturales, los imaginarios y las representaciones de los actores sociales e individuales.

2.3.1 Tipologías para el análisis de sistemas socioecológicos

Estos impulsores de cambio se materializan en el resguardo indígena de Totoró, región pluriétnica y multicultural, de gran heterogeneidad biofísica-climática y variabilidad ecológica, donde convergen comunidades campesinas e indígenas: nasa, polindaras y tontotuna. Esta diversidad biocultural se manifiesta en las diversas, heterogéneas y particulares formas de organización de las unidades domésticas, en la estructura dispersa y vertical de las familias indígenas y en la diversidad de especies de manejo que confluyen en el *trau misak*, como espacio productivo vital, que provee de alimento y medicina a los habitantes y pobladores del municipio de Totoró, escenario en el cual, a través de un proceso de saneamiento del resguardo y recuperación del territorio, el cabildo indígena de Totoró, busca establecer espacios y dinámicas de recuperación y fortalecimiento de dinámicas agrícolas, en donde el saber ecológico tradicional aporta en los procesos de adaptación ecológica y comunitaria, y en las dinámicas de conservación.

Toledo (2002) establece la necesidad de caracterizar los modos de apropiación de la naturaleza (contemporáneo y tradicional) desde una perspectiva socioecológica en contextos de gran heterogeneidad biofísica-cultural y variabilidad ecológica, a partir de los siguientes atributos: (i) predominio de autoconsumo, (ii) la familia como unidad básica de consumo y producción, (iii) autosuficiencia, (iv) pequeños propietarios de tierra, (v) complemento de actividades a partir de la multifuncionalidad de agroecosistemas y (vi) el grado de diversidad (ecogeográfica, productiva, biológica, genética). Producto de este ejercicio analítico el autor propone una tipología multicriterial de productores rurales, que parten de dos formas “puras” de producción: 1) Modo agroindustrial o convencional, que, desde una perspectiva productivista, concibe la separación sociedad-naturaleza y 2) Modo agrario tradicional, en el cual el proceso de apropiación/producción se basa en una visión no materialista de la naturaleza con raíces en sociedades premodernas, preindustriales y prehispánicas.

Tyrtania (1992) siguiendo a Palerm (1980) caracteriza unidades domésticas de producción teniendo en cuenta la heterogeneidad y diversidad de formas de manejo del ingreso para el sustento desde una perspectiva económica, indicando las siguientes tipologías: i) Actividades para el autoconsumo, ii) Venta de productos agrarios (agrícolas y pecuarios) y artesanías, y iii) Venta de su fuerza de trabajo.

Por tanto, en ambientes pluridiversos y culturalmente diversos como las zonas de montaña altoandina del resguardo indígena de Totoró, es imperativo caracterizar en tipologías del *trau misak* las diversas formas de apropiación de la naturaleza, teniendo en cuenta que esta es la única manera de retratar la heterogeneidad y diversidad ecológica y cultural que se sustenta al interior del resguardo indígena de Totoró.

3. Metodología

3.1 Región de estudio

La zona de investigación comprendió el Resguardo Indígena de Totoró, ubicado en el municipio de Totoró, departamento del Cauca, al suroccidente de Colombia (Ilustración 1). Región pluriétnica y multicultural donde conviven indígenas y mestizos. Se encuentran las comunidades indígenas: nasas, polindaras y tontotuna, distribuidas en 5 resguardos indígenas: a) Totoró, integrado por el pueblo indígena tontotuna, b) Jebalá, por el pueblo indígena nasa, c) Paniquitá, por el pueblo indígena tontotuna; d) Polindara, por el pueblo indígena polindara, y e) Novirao, conformado por el pueblo indígena nasa, los cuales agrupan 9 corregimientos, una zona indígena con 32 veredas, otras 15 corresponden a 4 zonas campesinas (PDT, 2008).

El resguardo tontotuna fue la localidad centro de estudio con cerca de 8916 habitantes en donde se realizaron estancias de ocho días en forma mensual por un año. El resguardo se sitúa en la vertiente occidental de la cordillera central, región andina del suroccidente colombiano al oriente del departamento del Cauca (figura 3-2), entre los 2° 38' latitud norte y 76° 19' longitud (Fernández et al., 2008). Sus aproximadamente 13203 hectáreas de extensión se distribuyen en pisos bioclimáticos que van desde el subandino hasta el páramo, con una temperatura que fluctúa entre los 0° y los 22°C y una precipitación media anual de 1084 mm (CRC, 2015). El amplio rango de pisos altitudinales que oscila entre los 2200 a los 3800 msnm y la topografía ondulada del relieve (ver figura 3-2) establecen un complejo montañoso de gran heterogeneidad biofísica y climática que se manifiesta en una alta variabilidad ecológica.

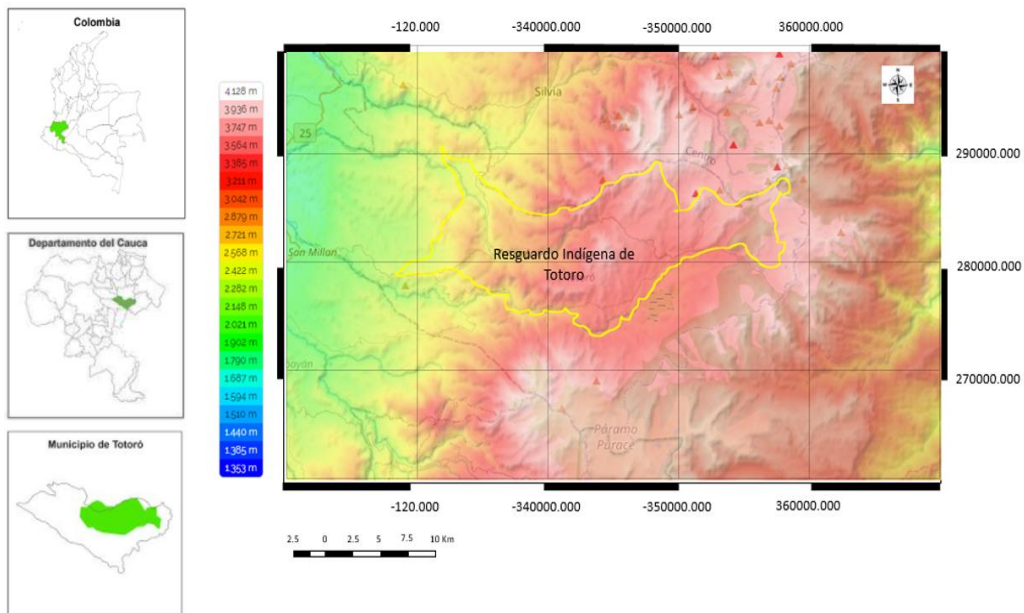


Figura 3-2. Región de estudio.
Fuente: IGAC (2020)

Para el entorno regional del resguardo Indígena de Totoró el clima corresponde a los pisos térmicos Frio y muy frío como se puede observar en la figura 3-3, con características Semihúmedo y Húmedo respectivamente (IGAC, 2009).

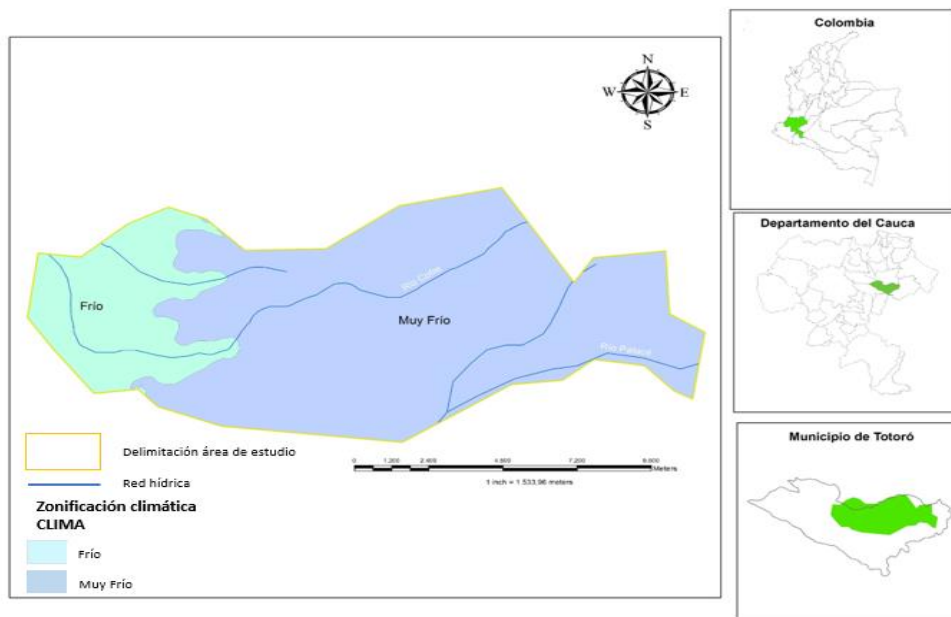


Figura 3-3. Zonificación climática Resguardo Indígena de Totoró.
Fuente: Galvis, W.A. Trabajo de campo 2019

En la zona alto andina correspondiente al Resguardo Indígena de Totoró, tal como se puede evidenciar en la figura 3-4, sobresalen zonas de montaña de clima muy frío húmedo – páramo – con alturas superiores a 3000 msnm correspondientes a la zona de vida bosque pluvial Montano (bp-M) de acuerdo al sistema de clasificación de Holdridge (1978), la zona media, desde los 2400 a los 2800 msnm hace parte del piso bioclimático Andino y la zona de vida de bosque muy húmedo Montano Bajo (bmh-MB); la zona baja, desde los 2000 hasta los 2400 msnm hace parte de la zona de vida bosque húmedo Montano (bh-M). Teniendo en cuenta la clasificación de Cuatrecasas (1958) se identifican tres formaciones vegetales de páramo que en correspondencia son: Altoandina, subpáramo y páramo. Los páramos y zonas altoandinas han sido reconocidos por su importancia en la regulación hídrica, climática y por la biodiversidad que albergan, como también por significar espacios de vida que proveen de alimentos y medicinas a las comunidades locales y representan un espacio social, económico, político, emocional y productivo con interpretaciones diversas (Monasterio et al., 2006).

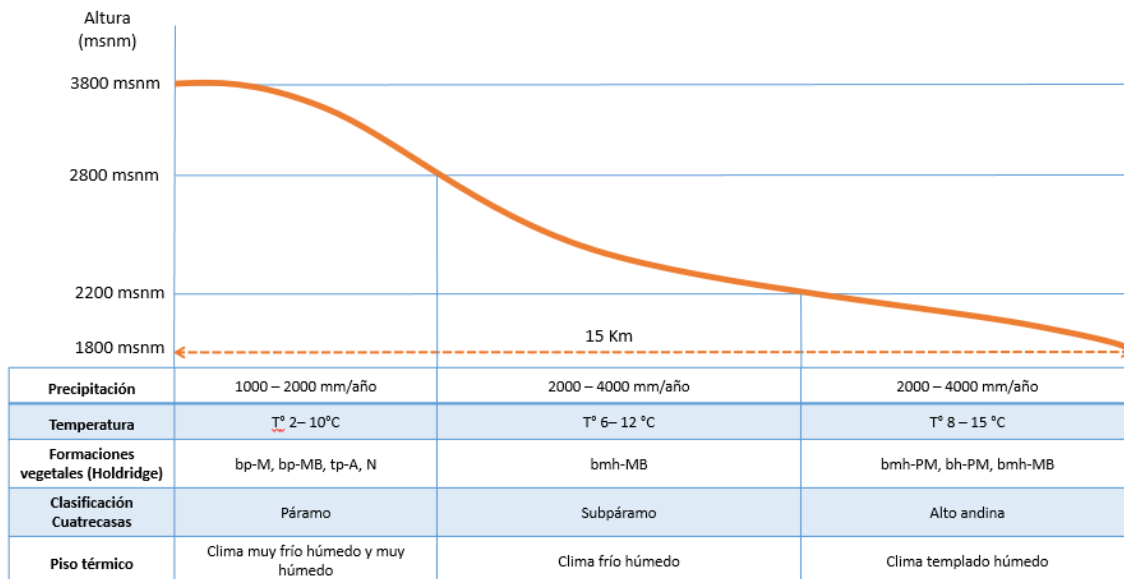


Figura 3-4. Clasificaciones de los pisos térmicos del Resguardo Indígena de Totoró, Cauca-Colombia

Fuente: Adaptado de Sanabria (2001) - Galvis, W.A. Trabajo de campo 2019

Esta localidad ha sido estratégica para comprender las raíces de organización política y autonomía cultural de los movimientos indígenas en Colombia y Latinoamérica, su trayectoria histórica de organización política, autonomía cultural y tradición de liderazgo (Lozano, 2019). Así mismo, han sido centros piloto de proyectos indígenas de revitalización cultural en salud, educación y procesos de reconfiguración territorial y fortalecimiento de prácticas socioculturales ancestrales (Tobar y Muñoz, 2014).

3.2 Fase exploratoria y enfoque metodológico

La fase exploratoria de la investigación se desarrolló en jornadas de trabajo de campo en el año de 2017 en territorios del resguardo indígena de Totoró; se contactó a los líderes de la zona, previo consentimiento informado con el Cabildo. Por ser esta una fase exploratoria, los métodos utilizados siguieron los seis pasos metodológicos de Hernández X (1985) y el estudio de la Tecnología Agrícola Tradicional – TAT: i) Registro, recuperación y razonamiento del conocimiento empírico de la TAT, ii) Sistematización de observaciones, iii) Formulación de generalizaciones pertinentes, iv) Generación de hipótesis de trabajo, v) Diseño y ejecución de experimentos de cotejo, y vi) Presentación de evaluaciones para su análisis, crítica y aceptación.

Esta fase permitió recorrer y reconocer el territorio, concertar con autoridades locales la relevancia y conveniencia de la investigación, construcción y validación de metodologías, contraste de hipótesis, conceptos, definiciones y consolidación del planteamiento del proyecto de investigación, el cual se desarrolló entre 2017 y 2020. Las premisas de partida fueron: i) los Totoroez manejan los factores de riesgo ecológico y económico por el desarrollo de agricultura de temporal en agroecosistemas de alta montaña a través del traú misak y ii) El traú misak se perfila como eje regulador de variables ecológicas, económicas y componente especializado de las unidades de producción doméstica, toda vez que permite sostener al sistema dentro de los límites impuestos por el entorno ecológico y económico. Esto último, coincide con lo establecido por Sanabria (2001), con relación a la tesis del maíz como eje articulador de cambios y variaciones históricas y socioeconómicas en la región vecina de Tierradentro.

La fase exploratoria se desarrolló a partir de diez (10) recorridos por el territorio y cinco (5) talleres en interacción con mayores del conocimiento y personal técnico del cabildo, pertenecientes a los programas de Producción y Ambiente, y en el marco de las actividades correspondientes al Proyecto IRACA, del Departamento Administrativo para la Prosperidad Social (DPS) de la Presidencia de la República, convenio 421 de 2017, operado directamente por el Cabildo Indígena de Totoró, y el cual ha intervenido cerca de 1000 familias del resguardo desde el año 2015 hasta el 2018, y centra su atención en el fortalecimiento de los traú misak – huerta totoroéz – en el eje de seguridad alimentaria y sectores productivo, social y organizacional. Esta interacción permitió la identificación de elementos esenciales del contexto geográfico, sociocultural, socioeconómico y el tejido conectivo de las comunidades en las veredas del resguardo.

Partiendo del referente conceptual de los sistemas socioecológicos como el marco científico que estudia las dinámicas de interacción de sistemas sociales y ecológicos acoplados (Sayles et al., 2019) y prácticas de apropiación de la naturaleza (Toledo, 1991), el planteamiento metodológico se fundamentó en la investigación de las

relaciones socioecológicas que inciden en la sustentabilidad del territorio totoroéz y los mecanismos propios de autorregulación de elementos heterogéneos desarrollados en sistemas agroalimentarios locales de montaña altoandina, en un espacio concreto de múltiples interacciones socioculturales y agroecológicas denominado por el pueblo totoroéz como *trau misak*. El análisis de redes sociales (Janssen et al., 2006), como enfoque relacional permitió la identificación de propiedades emergentes, elementos sistémicos y reguladores de las dinámicas sociedad-naturaleza en sistemas socioecológicos (Ekstrom & Young, 2009).

Las herramientas metodológicas diseñadas en la investigación, corresponde a métodos de análisis cualitativos y cuantitativos. El enfoque metodológico cualitativo descriptivo e interdisciplinario (Taylor y Bogdan, 1987) se fundamentó en métodos derivados de estudios socio-ecológicos, geográficos y agronómicos para establecer la funcionalidad de la unidad de manejo *trau misak* y las relaciones socioecológicas que inciden en la sustentabilidad del territorio totoroéz: a) Recorridos de reconocimiento utilizando fichas etnobotánicas (Lagos et al., 2011), que permitieron conocer aspectos específicos del medio como la diversidad vegetal, funcionamiento de los agroecosistemas, dinámica de las huertas tradicionales, entre otros, b) Encuestas y entrevistas semiestructuradas (López y Sandoval, 2006), permitió recopilar información relacionada con el manejo del *trau misak* y c) Talleres de trabajo y reuniones bajo el método de investigación-acción-participativa IAP (Borda, 1999).

Los métodos de análisis cuantitativos se construyeron siguiendo el marco metodológico del análisis de redes sociales (Cumming et al., 2010) y análisis de redes neuronales artificiales (Ruck et al., 1990). Se abordó el *trau misak* como una estrategia de gestión adaptativa de los recursos naturales que puede ser medida y analizada mediante el estudio de interrelaciones entre la función y estructura en las relaciones socioecológicas (Palacio, 2017; Marsden, 2005). Para identificar el tipo de conexiones socioecológicas, se examinó la relación entre función y estructura del *trau misak* en formas de manejo de las unidades de producción y la influencia de factores económicos y ecológicos en las estrategias de sustento del resguardo indígena de Totoró, a partir de indicadores de densidad, alcance, intermediación y centralidad (Bodin et al., 2017) y el entrenamiento de redes neuronales o perceptrones multicapa (Ruder, 2016).

Para estudiar la sustentabilidad del *trau misak* él se tuvo en cuenta el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales MESMIS (Maserá et al., 1999), el cual constituye una propuesta de evaluación de apoyo para operativizar el concepto de sustentabilidad, a través de la medición de indicadores económicos, ecológicos y socioculturales (Speelman et al., 2007).

3.3 Métodos para la determinación y caracterización de tipologías del trau misak

Se tomó al Trau misak como unidad de estudio y espacio donde convergen múltiples interacciones socioculturales y agroecológicas, que instituyen condiciones favorables para la reproducción y conservación de la agrobiodiversidad y el desarrollo de funciones ecológicas, económicas y socioculturales (Acevedo Osorio et al., 2020).

Para identificar formas de manejo de producción indígena, factores de riesgo ecológicos y económicos por el desarrollo de agricultura de temporal en agroecosistemas de alta montaña en el resguardo se establecieron tipologías del trau misak, mediante la clasificación y agrupación sistemática de relaciones significativas de variables de interés, a partir de características e indicadores de similitud (Cohen y Rojas, 2011).

La construcción de un cuerpo de conocimiento en torno a tipologías de sistemas de producción indígena y huertas familiares a nivel mundial se ha desarrollado principalmente a partir de disciplinas como: etnobotánica, etnobiología y agroecología, teniendo en cuenta criterios funcionales y estructurales (Lope & Howard, 2012). La función de un huerto familiar es de carácter ecológico y social, en este sentido, se clasifica por su producción de biomasa, potencial de captura de carbono o flujo de nutrientes y energía, valor de uso y producción de alimentos (Midgley, 2012).

La estructura de las huertas familiares se relaciona con la diversidad vegetal y es de tres tipos: vertical, horizontal y cronológica; la estructura vertical se define por la altura y formas de vida de las plantas, mientras que la estructura horizontal consiste en el patrón de organización de los componentes de la huerta en el terreno. La estructura cronológica se relaciona con la “edad” de establecimiento del huerto y sus fases de mantenimiento y madurez (Albuquerque et al., 2005).

Estudios en Asia describen tipologías de huertos familiares teniendo en cuenta criterios como: la edad de constitución, el tamaño, especies dominantes, valor de uso y el nivel de diversidad (Abdoellah et al., 2006; Abebe et al., 2006; Kehlenbeck & Maass, 2004), especies dominantes; Blanckaert et al. (2004) describen tipologías de huertos familiares en Mesoamérica considerando criterios como: diversidad, tamaño, clasificación climática, uso y manejo de plantas cultivadas. Por otro lado, Peyre et al. (2006) al establecer tipologías de huertos familiares en india, tuvo en cuenta los siguientes criterios: el tamaño, la densidad de árboles por huerto, la riqueza y uniformidad de especies cultivadas, las categorías de uso, la orientación de la producción hacia el autoconsumo o comercialización, la intensidad de manejo, ordenamiento espacial y uso de insumos.

Este componente se desarrolló en un proceso de triangulación y contrastación de métodos cualitativos y cuantitativos (González, 2015), teniendo en cuenta herramientas e instrumentos metodológicos descritos en la figura 3-5.

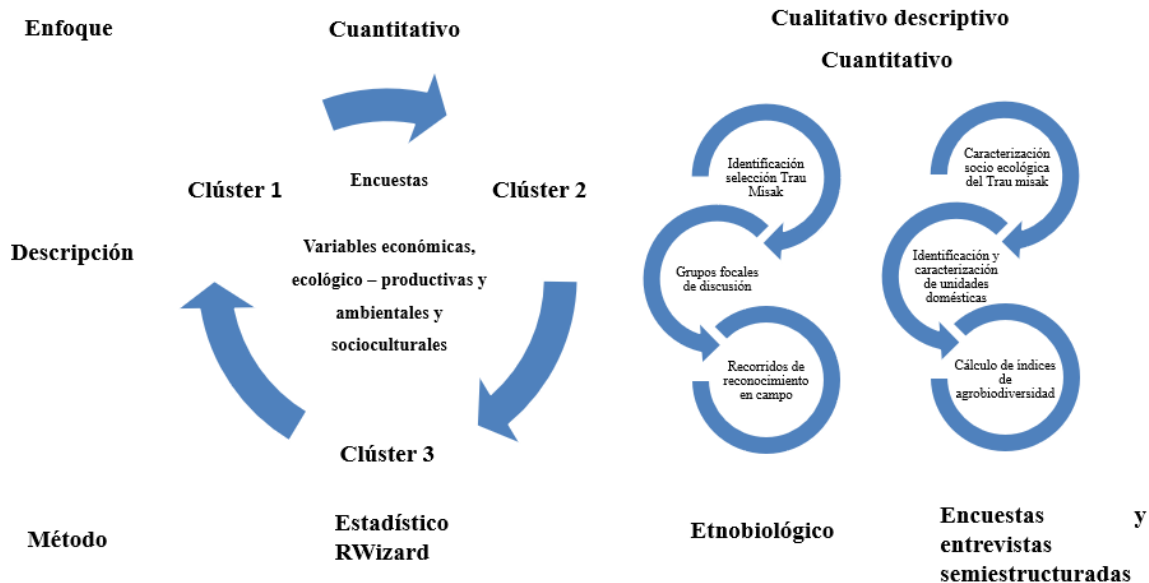


Figura 3-5. Herramientas e instrumentos metodológicos para la determinación de Tipologías del trau misak

Fuente: Elaboración propia, 2018

Los resultados de las tipologías del trau misak se encuentran en el numeral 6.

A continuación, se describen las herramientas e instrumentos metodológicos tenidos en cuenta para la determinación de Tipologías del trau misak:

3.3.1 Elaboración e implementación de encuestas

El pueblo tontotuna en su dinámica político-organizativa y siguiendo lo establecido en el plan de vida, plan de salvaguarda étnica-cultural y política de fortalecimiento de su identidad, determinó como prioridad la dinamización de sistemas productivos ancestrales, en este caso el trau misak como espacio físico y espiritual que sintetiza la concepción del pueblo en su relación con la naturaleza como fuente de vida, sustento, salud física-espiritual y elemento de resistencia pacífica que garantiza al pueblo su pervivencia en el territorio (Cabildo indígena Totoró, 2016).

En este marco se concibió el proyecto Implementación de la estrategia IRACA del DPS para familias y comunidades del pueblo totoroéz, entendida la estrategia IRACA como proceso de intervención integral con enfoque diferencial que incluye proyectos relacionados con: seguridad alimentaria, fomento de prácticas productivas, fortalecimiento de la organizacional social y seguimiento a la sustentabilidad (Eraso,

2014), a través del acompañamiento social y técnico que permita empoderar a la comunidad del pueblo tont'una en sus propias estrategias y dinámicas de vida.

El proceso de caracterización sociodemográfico y de espacios productivos en el resguardo indígena de Totoró en el marco del proyecto IRACA siguió el enfoque participativo, integral y constructivista complementado con la metodología de extensión por objetivos – EDO, la cual define a los enlaces étnicos o técnicos como agentes de cambio, que examinan las dificultades junto con la población y ayuda a obtener una perspectiva más clara de sus necesidades y como resolverlas (Rodríguez, 1996).

El universo muestral se estableció teniendo en cuenta los componentes de intervención del proyecto IRACA priorizando características que permitieran identificar potenciales beneficiarios del proyecto (familias). Estas características están relacionadas directamente con la función del traú misak en las actividades de control local sobre la producción y el consumo de alimentos

- Escalas de manejo del traú misak
- Economía familiar y participación en los mercados tradicionales, locales o regionales

En el proceso de selección de beneficiarios del proyecto IRACA al interior del resguardo, se tuvo en cuenta aspectos socioculturales del universo total de unidades domésticas:

- Madre o padre cabeza de familia
- Saberes ancestrales con relación al traú misak
- Adulto mayor
- Discapacidad mental/motora/sensorial

La construcción de la encuesta en el marco del proyecto IRACA (2017-2018) complementó variables establecidas por autoridades del Cabildo indígena y la presente investigación con la finalidad de identificar características socioeconómicas, socioculturales y ambientales de los agricultores del resguardo, sistematización de la información en ilustraciones, tablas y figuras en el marco de acciones de construcción del plan agropecuario intercultural totorez.

Una vez construido el universo y tamaño de la muestra se aplicó la encuesta a 500 unidades de producción doméstica para la caracterización socioecológica del traú misak.

3.3.2 Variables relacionadas con la función socioecológica del trau misak

Tradicionalmente los espacios productivos relacionados con huertas familiares han sido caracterizados por variables que buscan indagar acerca de la productividad, rendimiento y eficiencia tecnológica. En la presente investigación se establecieron variables cuantitativas que dan cuenta de la multifuncionalidad del trau misak y las relaciones socioecológicas que establecen fluctuaciones en las formas de manejo de las unidades de producción al interior del resguardo y variables cualitativas que permiten identificar características históricas y sociales de los agricultores del resguardo.

Los procesos de argumentación local sobre la importancia y efectos del trau misak en las formas de manejo de unidades de producción doméstica indígena, complementada con aportes académicos sobre los principios de sustentabilidad de los agroecosistemas (Giampietro, 1997; Gliessman, 2002), permitió la identificación de variables, las cuales fueron clasificadas en dimensiones ecológicas, productivas, ambientales, económicas y socioculturales (Sevilla y Soler, 2010).

Variables ecológico-productivas y ambientales en la unidad doméstica

- Tenencia del predio
- Área total del predio
- Área de pastoreo o potrero
- Área de cultivo
- Área de bosque
- Área de rastrojo
- Área no trabajable
- Existencia de trau misak
- Que tipo de labranza realiza (alto impacto, bajo impacto, conservación)
- Uso de agroquímicos (indiscriminado, moderado, sin uso)
- Área destinada al trau misak (del total del área del predio)
- Tipo de cerco utilizado en el trau misak
- Uso de técnicas productivas para la sustentabilidad de los suelos
- Topografía y manejo del suelo
- Profundidad del suelo
- Materia orgánica
- Calidad del suelo (alta, media, baja)
- Presencia de aves (uso, manejo, estado de instalaciones, alimentación, manejo de residuos)
- Presencia de especies mayores (destino, manejo, estado de instalaciones, manejo de residuos)
- Presencia de especies menores (destino, manejo, alimentación, vacunación, suplementos alimenticios, manejo de residuos)
- Presencia de peces (especies, área de espejo de agua, tenencia, número de animales, densidad en peces/m², uso)
- Vacunación de especies mayores (frecuencia, manejo)
- Suplementos alimenticios para especies mayores
- Conocimiento e implementación de buenas prácticas ganaderas
- ¿Instalaciones pecuarias hechas de acuerdo con la luz solar y corrientes de aire?

- Uso de técnicas productivas para la conservación del suelo
- Erosión del suelo
- Procedencia y tratamiento del agua para consumo humano y uso agropecuario
- Cuenta con sistema de riego
- Conocimiento e implementación de buenas prácticas agrícolas
- Proceso de transformación agroindustrial
- Conocimiento e implementación de buenas prácticas de manipulación de alimentos
- Protección de aguas naturales
- Pérdida de cultivos por clima o enfermedades
- Disponibilidad de agua superficial o subterránea
- Almacenamiento de agua para consumo humano
- Uso de prácticas para uso eficiente del agua
- Afectación de plagas y enfermedades
- Uso de la producción del traumisak en la alimentación de la familia
- Componente agroforestal
- Condiciones de la Jau¹ y familia
- ¿Instalaciones pecuarias se han construido según saberes ancestrales del pueblo totoroéz?
- Presencia de monocultivos (especies cultivadas)
- Participación en trueques comunitarios (productos, presencia de niños)
- Uso de productos maderables (cantidad, especies)
- Uso de árboles (maderable, ornamental, protección de agua, frutales, control de la erosión)
- Manejo de semillas propias en el traumisak (especies, siembra, intercambio, venta)
- Semillas que consigue en la misma vereda o resguardo
- Semillas que consigue fuera del resguardo
- Manejo de residuos sólidos (separación, disposición en el predio, quema)
- Manejo de aguas residuales domésticas
- Tipo de vivienda
- Actividades relacionadas con el autoconsumo
- Energía utilizada para la preparación de alimentos

Económicas en la unidad doméstica

- De lo que usted produce en la traumisak, ¿qué productos comercializa para obtener recursos económicos para la sostenibilidad de la familia?
- ¿Qué cultivos predominan en el Traumisak?
- Frecuencia de venta de productos para comercialización
- De lo que produce en el traumisak que especies produce mayor a dos arrobas
- Actividades relacionadas con la venta de trabajo

¹ Jau: Vivienda tradicional del pueblo totoroéz

- Lugar de venta de productos para comercialización
- Actividades relacionadas con la comercialización de productos agropecuarios

Socioculturales en la unidad doméstica

- Número de personas que habitan la unidad doméstica
- Número de personas de la familia que trabajan en el traú misak
- Género encargado de los cuidados del Traú misak
- Conocimiento e interpretación del calendario agrícola
- Conocimiento de momentos de la luna con relación a la agricultura, cría y manejo de animales
- De quien y como se obtuvo conocimiento frente a calendario agrícola y momentos de la luna
- Transmisión del conocimiento del cuidado del traú misak con otros comuneros o familia
- Formas de producción tradicional traú misak
- Pertenece a grupo de agricultores asociados
- Prácticas culturales y ritualidad en el traú misak
- Preparación de alimentos propios
- De lo que produce en el traú misak que cultivos consume para alimentación de la familia
- Programas del gobierno de los cuales es beneficiario
- Pertenece a asociación o grupo comunitario
- División del trabajo

Considerando la aplicación de la encuesta a 500 espacios traú misak, se realizó un análisis de componentes principales teniendo en cuenta criterios de caracterización de unidades domésticas en función del sustento propuestas por Palerm (1980); complementados con criterios de caracterización de sociedades tradicionales a partir de Toledo (2002).

Estos criterios de caracterización de unidades domésticas y sociedades tradicionales permitieron identificar aquellas variables relacionadas con factores socioambientales y valores culturales en función de la sustentabilidad del traú misak, en cada una de las dimensiones propuestas: ecológico-productivas y ambientales, económicas y socioculturales.

En la tabla 3-1 se indica la correlación entre variables en una escala de 0 a 1, en la cual se observa la relación entre variables (actividades relacionadas con el sustento), destacando: el autoconsumo, venta de productos agrícolas y pecuarios, venta de trabajo, prácticas culturales y ritualidad en el traú misak, entre otras.

Se agruparon 19 variables en una matriz de componentes principales, como se indica a continuación:

Variable	Componente		
	1	2	3
Tenencia del predio	0.99		
Área destinada al trau misak (del total del área del predio)	0.99		
Existencia de trau misak	0.99		
Uso de técnicas productivas para la sustentabilidad de los suelos	0.95		
Conocimiento e implementación de buenas prácticas ganaderas	0.88		
Conocimiento e implementación de buenas prácticas agrícolas	0.66		
Uso de la producción del trau misak en la alimentación de la familia	-0.99		
Manejo de semillas propias en el trau misak (especies, siembra, intercambio, venta)	0.60	0.98	
Actividades y productos agropecuarios destinados al autoconsumo		0.84	
Actividades y productos agropecuarios destinados a la comercialización		0.83	
Diversificación de cultivos y actividades sustento	0.53	0.74	
Investigación propia, intercambio de conocimientos, colaboración con investigadores			0.99
Número de personas que habitan la unidad doméstica			0.98
Número de personas de la familia que trabajan en el trau misak			0.79
Conocimiento e interpretación del calendario agrícola			0.80
Conocimiento de momentos de la luna con relación a la agricultura, cría y manejo de animales			0.95
Formas de producción tradicional trau misak			0.52
Prácticas culturales y ritualidad en el trau misak			0.96
De lo que produce en el trau misak que cultivos consume para alimentación de la familia	0.58		

Tabla 3-1. Matriz de componentes principales

Fuente: Elaboración propia utilizando RWizard, 2019

A continuación, se relacionan las variables tomadas de la caracterización socioecológica del trau misak, en el marco del programa IRACA (2017-2018), las cuales permitieron el análisis de variables cuantitativas para 50 unidades domésticas del resguardo indígena.

Variable	Unidad	Descripción
ÁREA		
Área total del predio	ha	Área total del predio
Área de pastoreo o potrero	ha	Área destinada para el pastoreo de ganado al interior del predio
Área de cultivo	ha	Área destinada para el cultivo al interior del predio
Área de bosque	ha	Área de bosque al interior del predio
Área de trau misak	ha	Área destinada al trau misak
Área no trabajable	ha	Área que por condiciones biofísicas no se trabaja
ACTIVIDADES		
Porcentaje de autoconsumo	%	Porcentaje de productos destinadas al autoconsumo

Porcentaje de trabajo para el autoconsumo	%	Porcentaje de trabajo destinado a la producción agrícola y pecuario para el autoconsumo
Porcentaje de comercialización	%	Porcentaje de productos agrícolas y pecuarios destinados a la comercialización
Porcentaje de trabajo para la comercialización	%	Porcentaje de trabajo destinado a la producción agrícola y pecuaria para la comercialización
Porcentaje de venta de trabajo	%	Porcentaje de trabajo destinado a la realización de actividades diferentes al trabajo en la unidad doméstica
INGRESOS		
Porcentaje de ingresos del traumisak	%	Porcentaje de ingresos obtenidos por comercialización de producción agrícola proveniente del traumisak
Porcentaje de ingresos por otros cultivos	%	Porcentaje de ingresos obtenidos por comercialización de producción agrícola por otros cultivos
Ingresos por comercialización de producción pecuaria proveniente del traumisak	%	Porcentaje de ingresos por comercialización de producción pecuaria proveniente del traumisak
Porcentaje de ingresos por la venta de trabajo	%	Porcentaje de ingresos por actividades distinta al trabajo en la unidad doméstica
Porcentaje de ingresos por programas del gobierno	%	Porcentaje de ingresos obtenidos por la participación en programas de subsidio del gobierno
Porcentaje de ingresos por remesas	%	Porcentaje de ingresos obtenidos por el envío de remesas por parte de familiares
COSTOS		
Porcentaje de insumos externos para el traumisak	%	Porcentaje de insumos externos que utiliza para actividades del traumisak
Porcentaje de insumos internos para el traumisak	%	Porcentaje de insumos internos que utiliza para actividades del traumisak
Porcentaje de insumos para producción agrícola	%	Porcentaje de insumos externos que utiliza para actividades de producción agrícola distintas al traumisak
Porcentaje de insumos para producción pecuaria	%	Porcentaje de insumos externos que utiliza para actividades de producción pecuaria
Porcentaje de gastos Servicios públicos	%	Porcentaje de gastos por servicios públicos domiciliarios
UNIDAD DOMÉSTICA		
Habitantes de la unidad doméstica	Und	Número de personas que habitan la unidad doméstica
Personas de la familia que trabajan el traumisak	Und	Número de personas de la familia que trabajan el traumisak
Personas de la familia que trabajan el Trau Rosa	Und	Número de personas de la familia que trabajan el Trau Rosa
Personas de la familia que realizan venta de trabajo	Und	Número de personas de la familia que realizan actividades relacionadas con la venta de trabajo

Tabla 3-2. Variable caracterización socioecológica del traumisak

Fuente: Elaboración propia, 2019

Se estableció un proceso de análisis de los datos obtenidos en el programa estadístico RWizard para descartar datos que estuvieran por fuera del comportamiento de las variables.

3.3.3 Método de análisis factorial para la construcción de tipologías

Realizada la identificación y selección de 50 traus misak se realizó el análisis factorial y la construcción de tipologías, agrupando variables que presentan comportamiento estadístico similar. Se tuvo en cuenta variables ecológico-productivas, ambientales, económicas y socioculturales en las unidades domésticas, se identificó y caracterizó espacios traus misak por cada clúster y por piso ecológico.

3.3.4 Métodos para la identificación y caracterización de tipologías del traus misak

La caracterización socioecológica del traus misak, consistió, más allá de una descripción de las características ecológicas y socioeconómicas vinculadas con la función y estructura del agroecosistema, en un análisis de las unidades de manejo de la agrobiodiversidad y las estrategias locales de manejo del traus misak para el sustento.

Para la comprensión de las particularidades del agroecosistema traus misak y estrategias locales llevadas a cabo en el resguardo indígena de Totoró, se llevó a cabo recorridos de reconocimiento en campo entre los meses de junio y agosto de 2018 y reflexiones colectivas en Grupos Focales de Discusión.

Si bien la participación de los comuneros en este componente permitió una descripción de los modos y formas de manejo de unidades de manejo de agrobiodiversidad, también aportó elementos para la identificación de factores de riesgo ecológicos y económicos por el desarrollo de agricultura de temporal en el resguardo indígena de Totoró.

A continuación, se describen los métodos y herramientas aplicadas para el desarrollo de la caracterización socioecológica de las tipologías del traus misak:

Identificación y selección de tipologías del traus misak

Se identificaron y seleccionaron 50 unidades domésticas de las 500 familias encuestadas teniendo en cuenta criterios locales, relacionados con el manejo del traus misak y los tres pisos ecológicos (zona alta, media y baja), dimensiones ecológicas, técnico-productivas, socioeconómicas y culturales propuestas por Sevilla y Soler (2010).

- Conocimiento e implementación de buenas prácticas agrícolas
- Uso de la producción del traú misak en la alimentación de la familia
- Mayor diversificación de actividades en torno al traú misak (producción y consumo)
- Tenencia del predio
- Número de habitantes de la unidad doméstica
- Densidad de siembra y agrobiodiversidad en el traú misak
- Prácticas culturales y ritualidad en el traú misak
- Mayor número de años de establecimiento del traú misak
- Parentesco y número de integrantes de la unidad doméstica de producción indígena

Selección de grupos focales de discusión

Para la reflexión en torno a la función socioecológica del traú misak que determinan las dinámicas de manejo de agroecosistemas de alta montaña se llevaron a cabo 8 jornadas de trabajo con el objetivo de reconocer la diversidad de saberes y perspectivas por parte de miembros del cabildo indígena de Totoró y el programa IRACA. El criterio principal para integrar el grupo focal de discusión fue el de garantizar la participación de comuneros relacionados directa o indirectamente con las dinámicas del traú misak. El grupo estuvo conformado por tres mayores del conocimiento de las zonas media y alta del resguardo que hacen parte del programa de producción del cabildo indígena, tres profesionales del componente social y tres integrantes del componente técnico del Programa IRACA, 2018.

Los encuentros se desarrollaron los lunes en horas de la mañana en el centro poblado de Totoró, oficina del programa de producción del cabildo. La duración aproximada de las sesiones estuvo alrededor de 8 horas, iniciando a las 10:00 am hasta las 2:00 pm, reiniciando a las 3:00 pm y terminando a las 7:00 pm aproximadamente. Los temas desarrollados en las 4 jornadas de trabajo se describen a continuación: i) Formas de producción en zonas alta, media y baja del resguardo relacionados con el traú misak, ii) Factores ecológicos y económicos que determinan formas de producción en el traú misak, iii) Plan agropecuario intercultural del pueblo Totoroez, iv) Tipologías del traú misak.

Recorridos de reconocimiento en campo

Para la identificación de formas de manejo de producción y su relación con factores ecológicos y económicos, se realizaron 13 recorridos/exploraciones colectivas de reconocimiento del medio en diferentes espacios del Traú misak; 4 recorridos en zona alta, 5 en zona media y 4 en zona baja. Las visitas se realizaron a través de una coordinación previa con 50 comuneros/propietarios de Traú misak, con el acompañamiento de cuatro (4) miembros del grupo focal de discusión.

El proceso de recolección de información se relaciona en la Tabla 3-3.

Objetivo	N° de recorrido	Vereda / Zona ecológica	Características
Exploración agrobiodiversidad	2	El Tablón / Zona alta	Transectos altitudinales
	2	Betania / Zona media	
	2	Las vueltas / Zona baja	
Exploración de cultivos/semillas/saberes	2	Gabriel López / Zona alta	
	3	Gallinazo / Zona media	
	2	Loma del medio / Zona baja	

Tabla 3-3. Recorridos de reconocimiento en campo en tres pisos ecológicos del resguardo indígena de Totoró, Cauca – Colombia

Fuente: Elaboración propia, 2018

Con el apoyo de mapas geográficos, se determinó el transecto a recorrer con los participantes, teniendo en cuenta especies vegetales de mayor interés para la población local, presentes en el traumisak y en diferentes pisos altitudinales (zonas baja, media y alta).

Los recorridos siguieron una lógica de análisis de transectos verticales mediante avance perpendicular a la pendiente, realizando observación de especies vegetales y evaluación de la biodiversidad beta de interés cultural a escala de ecosistema (Anderson et al., 2011) y Traumisak en los tres pisos altitudinales.

Se realizaron recorridos de reconocimiento de los recursos vegetales en traumisak, utilizando fichas etnobotánicas (Lagos et al., 2011; Sanabria, 2001) realizando registro de información y de los agroecosistemas con persistencia de tecnología agrícola tradicional según los niveles de manejo de especies vegetales en cada zona altitudinal (Sanabria, 2006).

Métodos de cálculo de índices de agrobiodiversidad

Con la información recogida y sistematizada, se analizaron los datos en el software PAST versión 2.17 (Hammer et al., 2001) y se calcularon los siguientes índices:

El índice de Menhinick R_2 permite establecer la riqueza vegetal (Menhinick, 1964) en los traumisak por cada tipología y piso ecológico, teniendo en cuenta relaciones entre el número de individuos observados y el número de especies.

$$R_2 = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (3.1)$$

Donde:

R_2 = Índice de Menhinick

S = número total de especies

n = número total de individuos observados

El índice de Simpson D permite establecer la probabilidad que en una muestra dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a una misma especie (Simpson & Fitter, 1973). Este se usó para calcular la diversidad de especies en los traus misak por cada tipología y piso ecológico.

$$D = \sum \left(\frac{(n_i^2 - n_i)}{(N^2 - N)} \right) \quad (3.2)$$

Donde:

D = índice de Simpson

n_i = número de individuos de la i -ésima especie

N = número total de individuos en la muestra

El índice de Jaccard I_j estima el porcentaje de especies compartida (Real & Vargas, 1996). Con él se conoció la similitud de especies de los traus misak por cada tipología y piso ecológico.

$$I_j = \frac{c}{a + b - c} \quad (3.3)$$

Donde:

I_j = índice de Jaccard

a = Número de especies presentes en la zona alta

b = Número de especies en la zona media

c = Número de especies presentes en ambas zonas (alta y media), especies compartidas

Construcción de tipologías del traus misak

En la presente investigación el proceso de construcción de tipologías del traus misak en el resguardo indígena de Totoró se estableció desde la perspectiva de los sistemas socioecológicos, características de las unidades domésticas relacionadas con el sustento (diversificación de actividades, prácticas culturales y ritualidad, parentesco) en complemento con criterios funcionales y estructurales que dan cuenta de la heterogeneidad y diversidad cultural presente en el resguardo indígena de Totoró, a partir de la clasificación de modos de producción (Palerm, 1980) y apropiación de la naturaleza propuestos por Toledo (2002):

Modo agroindustrial o convencional: Tiende a maximizar el uso de energía fósil en la unidad productiva, producción orientada a la comercialización y venta de productos agrarios (agrícolas y pecuarios y artesanías (M), complementada con la venta de su fuerza de trabajo (MT) en mayor proporción que las actividades orientadas al autoconsumo en la unidad doméstica (A). Presenta baja diversidad espacial, temporal,

genética y funcional de cultivos y actividades relacionadas con el sustento de la unidad doméstica. Sin propiedad de la tierra o con acceso limitado para la toma de decisiones. Baja diversificación de cultivos y actividades en función del sustento. Zonas de cultivo destinadas a la producción agroindustrial. Predios de gran extensión.

Modo agrario diversificado: Autosuficiencia energética limitada por el uso complementario de fuentes de energía a partir de combustibles fósiles, producción orientada a la comercialización y venta de productos agrarios (agrícolas y pecuarios y artesanías (M) y actividades de autoconsumo en la unidad doméstica (A) en mayor proporción que las actividades orientadas a la venta de su fuerza de trabajo (MT). Predios de mediana y pequeña extensión. Presenta alto grado de diversidad genética y funcional y alta diversificación de actividades productivas para el sustento. Con propiedad de la tierra para la toma de decisiones.

Modo agrario tradicional: Alto grado de autosuficiencia energética de la unidad productiva, la producción orientada al Desarrollo de actividades para el autoconsumo (A) en la unidad doméstica en mayor proporción que las actividades relacionadas con comercialización y venta de productos agrarios (agrícolas y pecuarios y artesanías (M) y la venta de su fuerza de trabajo (MT), pequeñas extensiones de tierra. Alto grado de diversidad espacial, temporal, genética y funcional.

Si bien esta clasificación de tipologías es pertinente para los sistemas de producción del traú misak en el resguardo indígena de Totoró, no permite identificar las variables sociales, económicas y culturales que finalmente se tuvieron en cuenta en este trabajo para construir las tipologías del traú misak. Con los cluster identificados y el trabajo de campo, se identifican las unidades domésticas que coinciden con las características de cada cluster. En la figura 3-6 se indica el esquema de construcción de tipologías del traú misak.

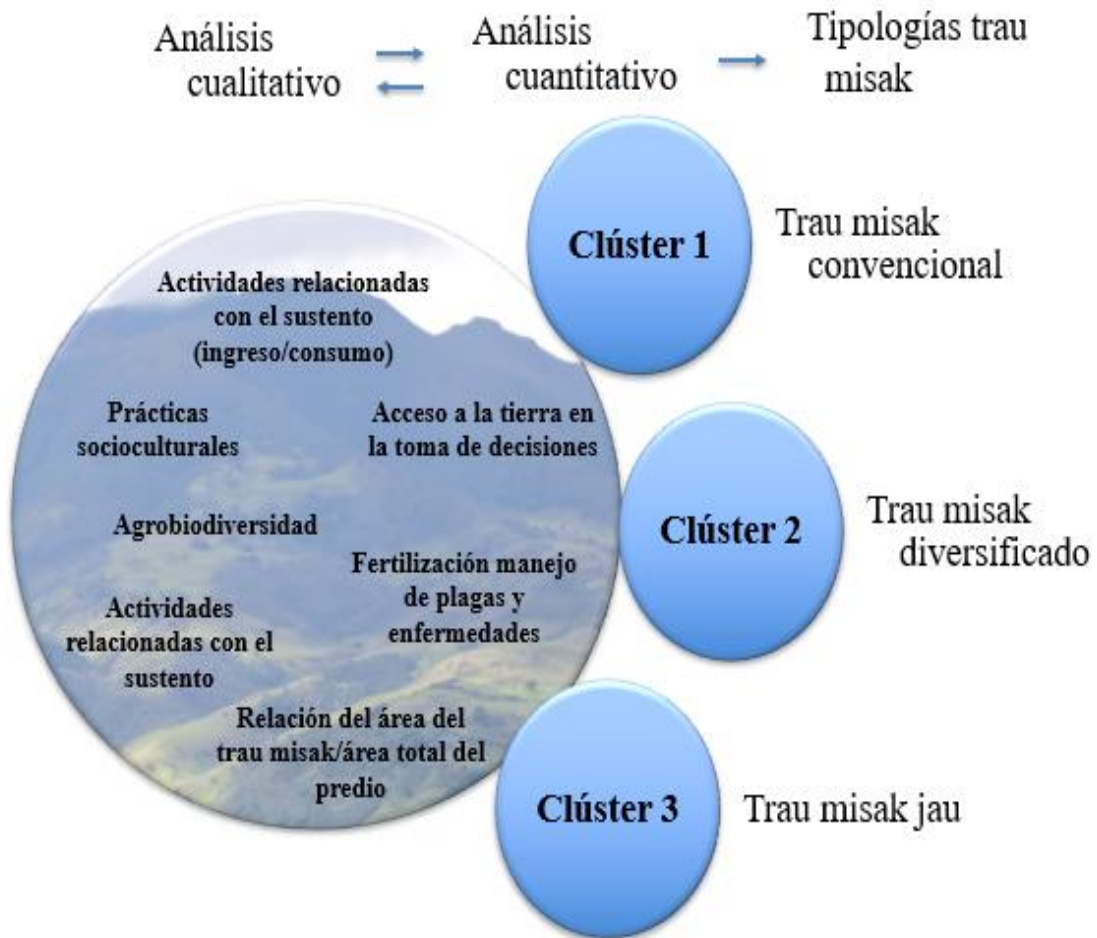


Figura 3-6. Esquema de construcción de tipologías del traу misak en el resguardo indígena de Totoró

La clasificación en tipologías del Trau misak para las 50 unidades domésticas se realizó teniendo en cuenta criterios de caracterización de sistemas relacionados con el manejo de la agrobiodiversidad propuestos por Sevilla y Soler (2010), Toledo (2002) y Palerm (1980) a partir de la ponderación y valoración de indicadores y variables (Tabla 3-4):

Indicadores	Variables	Criterios para la caracterización de tipologías		
		Trau misak convencional	Trau misak diversificado	Trau misak Jau
Porcentaje de actividades producción/consumo relacionadas con el sustento	A: Autoconsumo M: Venta de productos agrícolas/pecuarios MT: Venta de trabajo	$M + MT > A$	$A + M > MT$	$A > M + MT$
Manejo de la economía familiar	Acceso a la tierra y control en la toma de decisiones	Sin tierra propia	Con tierra propia	Con tierra propia pero limitado en la toma de decisiones
Prácticas socioculturales en ciclos productivos	Prácticas socioculturales	Sin implementación de prácticas socioculturales	Implementación parcial de prácticas socioculturales	Implementación de prácticas socioculturales
Manejo de la agrobiodiversidad	Diversidad espacial (horizontal y vertical)	Monocultivo o pastos para ganadería	100% del área con cultivos de varios estratos	50% del área con cultivos de varios estratos
	Diversidad temporal	Rotaciones entre un cultivo	Rotaciones cada ciclo con más de 5 especies y descanso	Rotaciones cada 1 o 2 ciclos de cultivo, con 3 especies y descanso
	Diversidad genética	Domina una sola variedad	Más de cinco variedades	Dos a cinco variedades
	Diversidad funcional (especies de plantas y animales)	Solo especies orientadas a la producción	Especies que cumplen múltiples funciones	Especies que cumplen funciones específicas
Manejo del riesgo económico	Diversificación de cultivos y actividades en función del sustento	De 1 a 3 cultivos y actividades para el sustento	Más de 10 cultivos y actividades para el sustento	Al menos 10 cultivos y actividades para el sustento
Manejo del suelo	Fertilización, manejo de plagas y enfermedades	Uso predominante de agroquímicos de origen sintético	Uso complementario de fertilizantes y agroquímicos de origen sintético	Uso de fertilizantes de origen orgánico con manejo integrado de plagas
Relación del área del trau misak/área total del predio	Área del trau misak Área total del predio	Área del trau misak superior al 70% del área total del predio	Área del trau misak entre el 30 y el 70 % del área total del predio	Área del trau misak inferior al 30% del área total del predio

Tabla 3-4. Criterios de caracterización tipologías del trau misak

Como resultado de la triangulación de información cuantitativa a partir del análisis cluster de variables ecológico-productivas y socioculturales (Sevilla y Soler, 2010), el análisis cualitativo con relación a la aplicación de encuestas a 50 unidades domésticas teniendo en cuenta criterios de caracterización de sistemas relacionados con el manejo de la agrobiodiversidad propuestos por Toledo (2002) y Palerm (1980) se identificaron las siguientes tipologías del traus misak en el resguardo indígena de Totoró:

Traus misak convencional: En esta tipología predomina el desarrollo de actividades de producción destinados a la comercialización de productos agrícolas/pecuarios, así como la participación por parte de los integrantes de la unidad doméstica en actividades de venta de trabajo en contextos distintos al traus misak en un porcentaje superior al desarrollo de actividades orientadas al autoconsumo ($M + MT > A$). El acceso a la tierra y control en la toma de decisiones es limitado debido a que las personas entrevistadas manifiestan que son arrendatarios de los espacios de cultivo. La implementación de prácticas socioculturales en ciclos productivos se limita al aporque y deyerve para el desarrollo de cultivos comerciales. El manejo de la agrobiodiversidad se da a partir de especies orientadas de manera exclusiva a la producción, domina una sola variedad con rotaciones entre monocultivos y pastos para ganadería. En cuanto al manejo del riesgo económico se destaca una diversificación de 1 a 3 cultivos y actividades para el sustento. El manejo del suelo, plagas, enfermedades y fertilización se desarrolla mediante el uso predominante de agroquímicos de origen sintético. El área del traus misak es superior a un 70% del área total del predio.

Traus misak diversificado: En esta tipología destaca el desarrollo de actividades y productos agropecuarios destinados a la comercialización en complemento con actividades de autoconsumo en un porcentaje superior a la venta de trabajo ($A + M > MT$). En el acceso a la tierra y control en la toma de decisiones toda la familia (incluidos jóvenes, mujeres y adultos mayores) tienen acceso a la tierra para desarrollar la actividad de su interés. La implementación de prácticas socioculturales en ciclos productivos se desarrolla principalmente en función del aporque, deyerve y conocimiento e interpretación de momentos de la luna. El manejo de la agrobiodiversidad se da a partir de especies que cumplen múltiples funciones como: sombra, reciclaje de nutrientes, producción de energía y animales de trabajo; se cultiva más de 10 variedades, con rotaciones cada ciclo con más de 10 especies y descanso, y alrededor del 100% del área corresponde a cultivos de varios estratos. En cuanto al manejo del riesgo económico se destaca una diversificación de más de 10 cultivos y actividades para el sustento. El manejo del suelo, plagas, enfermedades y fertilización se desarrolla mediante el uso complementario de fertilizantes y agroquímicos de origen sintético y fertilizantes de origen orgánico con manejo integrado de plagas. La proporción del área del traus misak corresponde a un rango entre el 30 y el 70% del área total del predio.

Trau misak jau: En esta tipología predomina el desarrollo de actividades de producción destinados al autoconsumo en un porcentaje superior a la comercialización de productos agrícolas/pecuarios y participación por parte de los integrantes de la unidad doméstica en actividades de venta de trabajo en contextos distintos al trau misak ($A > M + MT$). Cuenta con tierra propia, sin embargo, el control en la toma de decisiones es limitado debido a que está centralizado en un solo miembro de la unidad doméstica, en el hombre o mujer cabeza de familia. La implementación de prácticas socioculturales en ciclos productivos se desarrolla principalmente en función de: armonización en espacios trau misak, aporque, deyerve, refrescamiento de semillas, cateo y conocimiento e interpretación de momentos de la luna. El manejo de la agrobiodiversidad se da a partir de especies que cumplen funciones específicas como: regulación hídrica, plantas alelopáticas o que son hábitat de depredadores, parásitos y polinizadores; se cultiva entre dos a cinco variedades, con rotaciones cada 1 o 2 ciclos de cultivo, con 3 especies y descanso, y alrededor del 50% del área corresponde a cultivos de varios estratos. En cuanto al manejo del riesgo económico se destaca una diversificación de al menos 10 cultivos y actividades para el sustento. El manejo del suelo, plagas, enfermedades y fertilización se desarrolla mediante el uso de fertilizantes de origen orgánico con manejo integrado de plagas. El área del trau misak es inferior a un 30% del área total del predio.

3.4 Métodos para establecer relaciones socioecológicas por tipologías del trau misak

Para analizar los vínculos entre función y estructura en las tipologías del trau misak y correlacionar los factores socioambientales con los valores culturales para la sustentabilidad del trau misak mediante las relaciones de intercambio de semillas, plantas cultivadas, saberes y movilidad del trau misak se tuvo en cuenta la perspectiva metodológica del Análisis de Redes Sociales - ARS (Wasserman y Faust, 2013).

La selección de los trau misak para el desarrollo de ARS se realizó a partir de un método no probabilístico o bola de nieve (Pericàs y Olive, 1999), en el cual, los participantes fueron seleccionados al interior del cabildo, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Hacer parte de la red de custodios de semillas del resguardo
- Existencia de trau misak
- Categorizado en al menos una tipología del trau misak
- Antigüedad del trau misak
- Intercambio de conocimientos, semillas, material vegetal
- Beneficiarios del programa IRACA (2017-2019)

Se realizaron 50 entrevistas semiestructuradas a las personas a cargo de las labores del trau misak en 14 veredas del resguardo, distribuidos de la siguiente manera: 18 entrevistados en zona alta, 15 entrevistados en zona media y 17 entrevistados en zona baja, teniendo en cuenta las tipologías del trau misak y las siguientes variables:

- Intercambio de semillas provenientes del trau misak
- Transmisión del conocimiento del cuidado del trau misak con otras unidades domésticas
- Transmisión de conocimientos frente al manejo de semillas provenientes del trau misak
- Mención de la unidad doméstica – trau misak con la cual realiza intercambio

TrauMisak/ tipología	Vereda	Zona	TrauMisak/ tipología	Vereda	Zona
E1/T	Santa Isabel	Zona Alta	E26/T	La Peña	Zona Media
E2/T	Malvaza	Zona Alta	E27/T	Betania	Zona Media
E3/T	Malvaza	Zona Alta	E28/T	La Peña	Zona Media
E4/T	Malvaza	Zona Alta	E29/T	Pedregal	Zona Media
E5/T	San Miguel	Zona Alta	E30/T	La Peña	Zona Media
E6/T	Zabaleta	Zona Alta	E31/T	La Peña	Zona Media
E7/T	San Miguel	Zona Alta	E32/T	Salado Blanco	Zona Media
E8/T	Tablón	Zona Alta	E33/T	Betania	Zona Media
E9/T	Tablón	Zona Alta	E34/T	El Cofre	Zona Media
E10/T	Santa Isabel	Zona Alta	E35/T	Las Vueltas	Zona Baja
E11/T	Santa Isabel	Zona Alta	E36/T	Mira Flores Bajo	Zona Baja
E12/T	Santa Isabel	Zona Alta	E37/T	Mira Flores Bajo	Zona Baja
E13/T	San Miguel	Zona Alta	E38/T	Mira Flores Alto	Zona Baja
E14/T	Tablón	Zona Alta	E39/T	Las Vueltas	Zona Baja
E15/T	Malvaza	Zona Alta	E40/T	Mira Flores Bajo	Zona Baja
E16/T	Tablón	Zona Alta	E41/T	Mira Flores Bajo	Zona Baja
E17/T	San Miguel	Zona Alta	E42/T	Mira Flores Alto	Zona Baja
E18/T	Santa Isabel	Zona Alta	E43/T	Las Vueltas	Zona Baja
E19/T	La Peña	Zona Media	E44/T	Mira Flores Bajo	Zona Baja
E20/T	Salado Blanco	Zona Media	E45/T	Las Vueltas	Zona Baja
E21/T	Betania	Zona Media	E46/T	Mira Flores Alto	Zona Baja
E22/T	El Cofre	Zona Media	E47/T	Mira Flores Bajo	Zona Baja
E23/T	Gallinazo	Zona Media	E48/T	Las Vueltas	Zona Baja
E24/T	Gallinazo	Zona Media	E49/T	Las Vueltas	Zona Baja
E25/T	Pedregal	Zona Media	E50/T	Mira Flores Bajo	Zona Baja

Tabla 3-5. Entrevistados análisis de redes socioecológicas

Para el análisis de las redes socioecológicas, los datos recopilados a través de la encuesta se codificaron en una matriz que registra la totalidad de entrevistados y referidos, compuesta por la cantidad de conexiones entre individuos y las variables que identifican el emisor y receptor de las semillas, saberes y prácticas asociadas a como cultivar y utilizar cada especie. Se realizaron estadísticas descriptivas y análisis

de redes sociales utilizando Cytoscape, versión 3.6.1 (Shannon et al., 2003). Los traumisak se consideraron como datos de nodo, mientras que los flujos de semillas, variedades y saberes entre traumisak se trataron como datos de enlace.

Las medidas de centralidad que se describen en la Tabla 3-6 se calcularon para estimar la importancia de las unidades domésticas en las relaciones socioecológicas de las tipologías del Traumisak. Las fórmulas respectivas para las medidas de centralidad se basan en el análisis de redes sociales (Wasserman y Faust, 2013).

Indicador	Característica
Alcance	Permite medir el número de pasos máximos requeridos para llegar desde un nodo a cualquier otro nodo de la red. Relacionado con el acceso a saberes, experiencias o memorias colectivas
Densidad	Número de lazos, dividido por el número de nodos de la red. Relacionado con la cantidad de enlaces en la red
Central de intermediación	El grado de intermediación o betweenness (Freeman, 1979), cuantifica todos los caminos de interacción y permite identificar el/los traumisak con mayor influencia en el manejo de los flujos de la red. Un valor alto de intermediación representa Traumisak con mayores conexiones indirectas y aquellas que desempeñan un papel central en la conexión de los miembros de la red.
Centralidad de grado	El grado de centralidad mide el grado de conectividad de un traumisak con otros en la red y permite establecer cual o cuales es/son el/los nodos(s) más conectado(s). Un valor alto de centralidad indica que el nodo emisor tiene gran cantidad de conexiones directas en comparación con otros nodos. Esta medida se puede aplicar a nodos individuales o a toda la red. La centralidad para toda la red (centralización) indica la tendencia a que algunos actores tengan muchos lazos.

Tabla 3-6. Indicadores análisis de redes socioecológicas

3.5 Criterios para evaluación de sustentabilidad socioecológica del traumisak

Para la evaluación de sustentabilidad socioecológica del traumisak en la zona de estudio, se efectuaron tres (3) talleres participativos para definir variables e indicadores. Los talleres se denominaron: Evaluación de sustentabilidad socioecológica del traumisak, los cuales se desarrollaron en el marco de los Grupos Focales de Discusión, con la presencia de mayores del conocimiento, profesionales del componente social e integrantes del componente técnico del Programa IRACA. La valoración de las variables fue aplicada mediante encuesta a 50 traumisak que representan las tres tipologías priorizadas por piso ecológico y dimensión de análisis. La definición de indicadores y variables para la evaluación de sustentabilidad del traumisak se realizó teniendo en cuenta las dimensiones ecológicas, técnico-productivas, socioeconómicas y culturales propuestas por Sevilla y Soler (2010) y su aplicación en estudios de caso por parte de autores como Acevedo & Angarita (2013); Altieri y

Nicholls (2002); León (2014); Vásquez y Matienzo (2010); Zuluaga et al. (2013) (Ver Tablas 3-7 y 3-8).

Indicadores	Variables	Criterios de evaluación	Tipología		
			(1)	(2)	(3)
Manejo del suelo	Tiempo y forma de preparación del terreno	1: Alto impacto 3: Impacto moderado 5: Bajo impacto			
	Fertilización y manejo de plagas	1: Uso exclusivo de agroquímicos de origen sintético 3: Uso complementario de fertilizantes y agroquímicos de origen sintético 5: Uso de fertilizantes de origen orgánico con manejo integrado de plagas			
	Uso de técnicas productivas para la protección del suelo	1: Sin implementación de técnicas de protección 3: Aplicación parcial de técnicas de protección 5: Aplicación alta de técnicas de protección			
	Calidad del suelo - Propiedades físicas (Textura, infiltración, profundidad materia orgánica)	1: Baja 3: Media 5: Alta			
Manejo del agua	Disponibilidad de agua en el predio	1: Baja. 3: Media 5: Alta			
	Prácticas de sostenibilidad del agua disponible	1: Una sola práctica (uso eficiente del agua) 3: Al menos tres prácticas (cosecha, almacenamiento, reciclaje) 5: Más de cinco prácticas (prácticas que favorezcan la regulación hídrica)			
Manejo de cultivos	Afectación por plagas y enfermedades	1: Alta. Mayor al 50% de los cultivos 3: Media. Alrededor del 30% de los cultivos 5: Baja. Menor al 10% de los cultivos			
	Pérdidas por factores externos	1: Alta. Mayor al 50% de los cultivos 3: Media. Alrededor del 30% de los cultivos 5: Baja. Menor al 10% de los cultivos			
Manejo de la agrobiodiversidad	Diversidad espacial (horizontal y vertical)	1: Monocultivo o pastos para ganadería 3: 50% del área con cultivos de varios estratos o con árboles frutales o de forraje 5: 100% del área con cultivos de varios estratos y árboles frutales o de forraje			

	Diversidad temporal	1: Rotaciones entre un cultivo (usualmente papa) y pastos 3: Rotaciones cada 1 o 2 ciclos de cultivo, con 3 especies y descanso (pasto) 5: Rotaciones cada ciclo con más de 5 especies, incluidos abonos verdes			
	Diversidad genética (cultivos principales: papa y maíz)	1: Domina una sola variedad 3: Dos a tres variedades 5: Más de tres variedades			
	Diversidad funcional (especies de plantas y animales)	1: Solo especies orientadas a la producción 3: Especies que cumplen funciones básicas (sombra, reciclaje de nutrientes, producción de energía, animales de trabajo) 5: Además especies que cumplen funciones más específicas (regulación hídrica, plantas alelopáticas o que son hábitat de depredadores, parásitos y polinizadores)			
Manejo del paisaje	Presencia de bosque	1: Menos del 10% del perímetro de la finca está conectado 3: Alrededor del 50% del perímetro de la finca está conectado 5: El 100% del perímetro de la finca está conectado			
	Presencia de cercas vivos	1: Sin cercas vivas, pocos árboles alrededor de la finca de especies introducidas 3: Cercas vivas en al menos el 50% de la finca con especies nativas 5: El 100% de la finca con cercas vivas de especies nativas			

Tabla 3-7. Evaluación de sustentabilidad dimensión Ecológica, Técnico-Productiva del traú misak

(1): traú misak convencional; (2): traú misak diversificado; (3): traú misak Jau
Fuente: Adaptado de Acevedo y Angarita (2013); Altieri y Nicholls (2002); León (2014); Vásquez y Matienzo (2010); Zuluaga et al. (2013)

Indicadores	Variables	Criterios de evaluación	Tipología		
			(1)	(2)	(3)
Manejo de la economía familiar	Relación costo/beneficio	1: Relación B/C \approx 1 3: Relación B/C \approx 1.5 5: Relación B/C > 2			
	Acceso a la tierra y control en la toma de decisiones	1: Sin tierra propia 3: Con tierra propia, pero la controla un solo miembro de la familia, usualmente el hombre 5: Tierra propia y toda la familia (incluidos jóvenes, mujeres y adultos mayores) tienen acceso a esta para desarrollar la actividad de su interés			
	Prácticas economía solidaria (participación mercados locales, trueque, vínculo productor-consumidor)	1: Una práctica esporádica 3: Al menos 2 prácticas frecuentes 5: Más de 4 prácticas constantes			
Manejo del riesgo económico	Endeudamiento	1: > 5 s.m.m.l.v. 3: Alrededor de 3 s.m.m.l.v. 5: < 1 s.m.m.l.v.			
	Diversificación de cultivos y actividades en función del sustento	1: De 1 a 3 productos y/o servicios 3: Al menos 6 productos y/o servicios 5: Más de 10 productos y/o servicios			
	Diversificación de rutas y destinos de comercialización	1: 1 o 2 vías de comercialización en condiciones favorables 3: 3 a 4 vías en condiciones normales 5: Al menos 1 vía en condiciones adversas			
Autosuficiencia	Autonomía alimentaria	1: Produce menos del 30% de lo que consume y solo de uno o dos grupos de alimentos (ej: proteínas y granos y tubérculos) 3: Produce la mitad de lo que consume, pero no tiene suficiente diversidad dentro de los grupos de alimentos, especialmente verduras y frutas 5: Produce la mayoría de lo que consume y de todos los grupos de alimentos (incluidas verduras y frutas)			
	Manejo de semillas	1: > Proporción semillas certificadas 3: Semillas certificadas = semillas propias 5: > Proporción de semillas propias			
	Implementación de calendario agrícola	1: Bajo 3: Medio 5: Alto			

	Dependencia de recursos o insumos externos (subsídios, crédito, mano de obra, agroquímicos)	1: Alta 3: Media 5: Baja			
Aprendizaje reflexivo	Transmisión de conocimientos	1: Baja 3: Media 5: Alta			
	Investigación propia, intercambio de conocimientos, colaboración con investigadores	1: Baja 3: Media 5: Alta			
	Prácticas socioculturales (armonización, aporque, deyerve, refrescamiento de semillas, cateo, refrescamiento, conocimiento e interpretación de momentos de la luna)	1: Baja 3: Media 5: Alta			

Tabla 3-8. Evaluación de sustentabilidad de la dimensión Socioeconómica y Cultural del trau misak

Fuente: Adaptado de Acevedo y Angarita (2013; Altieri y Nicholls (2002); León (2014); Vásquez y Matienzo (2010); Zuluaga et al. (2013)

3.6 Construcción del modelo analítico del trau misak

Las bases socioecológicas del modelo analítico del trau misak se construyen teniendo en cuenta la metodología de sistemas blandos MSB de Checkland (1988), que busca generar procesos de aprendizaje del sistema en el ejercicio investigativo y supone el mundo compuesto por sistemas y estos sistemas pueden identificarse nombrando (o definiendo) sus objetivos y propósitos. Como complemento, se propone el método de entrenamiento de redes neuronales (Ruder, 2016), para la clasificación de trau misak según variables del sustento y su relación con fases del ciclo de renovación adaptativo.

Los sistemas son constructos mentales de la realidad con múltiples interpretaciones. Desde esta perspectiva, los límites del sistema no pueden ser definidos de manera arbitraria y exclusiva en función de la experiencia o visión de mundo del investigador, por el contrario, se hace necesario involucrar a los individuos que hacen parte de la estructura del sistema y tener en cuenta sus procesos de significación, metáforas y cosmovisiones. La metodología MSB tiene en cuenta las maneras particulares, los significados propios parcialmente compartidos que rigen la toma de decisiones,

teniendo en cuenta las múltiples perspectivas que se pueden tener de una situación concreta (Ossa, 2016).

Los propósitos del sistema emergen producto de los procesos cognitivos basados en la experiencia, la cual se estructura a partir de conocimientos previos sean empíricos o científicos, los cuales, son dotados de significados.

Como proceso de aprendizaje, la metodología MSB permite estructurar constructos mentales (figura 3-7) de las actividades relacionadas con el sustento en unidades de manejo de agrobiodiversidad titoroéz, cuya propiedad emergente está relacionada con el papel del traumisak en el manejo de factores de riesgo ecológico y económico por el desarrollo de agricultura de temporal en agroecosistemas de alta montaña.

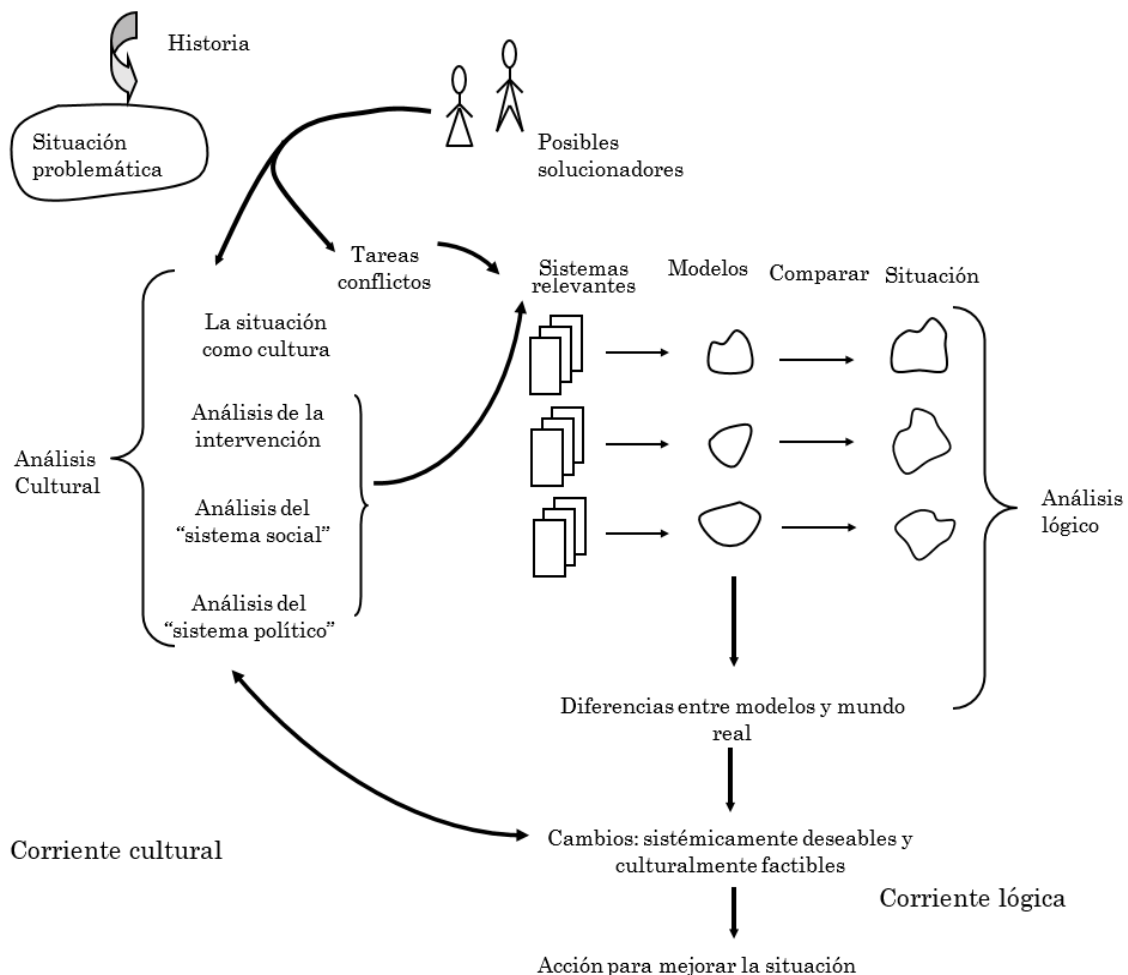


Figura 3-7. Metodología de Checkland 1988
Fuente: Ossa (2016)

El diseño del modelo teórico *trau misak* se desarrolló a partir de los siguientes pasos: i) Definición raíz, ii) modelo conceptual, iii) Comparación, los cuales se describen a continuación:

3.6.1 Identificación de situación problemática

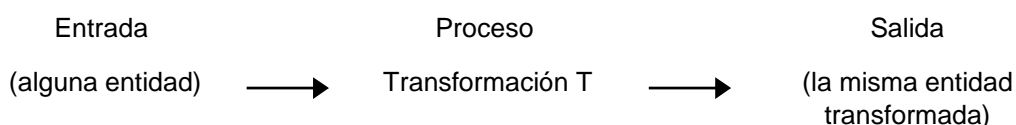
La aplicación de la metodología MSB partió de la identificación de una situación problemática, por lo cual fue necesario indagar sobre la historia del manejo espacial y temporal actual del *trau misak* y su relación con las actividades de sustento y las unidades de producción indígena, trayectorias poblacionales, procesos productivos que han determinado dinámicas y transformaciones socioecológicas en la alta montaña de la vertiente occidental de la cordillera central en el departamento del Cauca, se revisaron documentos generados al interior del resguardo indígena como: el Plan de vida del pueblo totoroéz, y el Plan de Salvaguarda Étnica y Cultural del Pueblo Indígena Tontotuna y estudios históricos-etnográficos realizados por quienes describieron formas de concepción y apropiación del territorio, principales cultivos y economía de los totoroéz a principios del siglo XX. Estos documentos fueron analizados en las siguientes bibliotecas: Archivo Central del Cauca, Catálogo Colectivo del Patrimonio Bibliográfico Colombiano (CCPBC), el Carmen de la Universidad del Cauca, Red de bibliotecas del Banco de la República.

Se destaca de la revisión bibliográfica, estudios realizados por Pachón (1996), Colmenares (1998) y Sinisterra Rodríguez (2009) sobre la transformación de procesos e instituciones productivas que han experimentado comunidades indígenas localizadas en estribaciones de la cordillera central del siglo XVI al XVIII; de Barona (1995), Leva (2008), Caviedes (2011), Hernández (2004) y Herreño (2004) para identificar elementos que determinaron la configuración de la historia agraria del oriente del departamento del Cauca.

La información recopilada se estableció a partir de la identificación de hitos históricos relacionados con cambios productivos y transformación del territorio en los siglos XIX y XX, en orden cronológico y organizados en una línea de tiempo, a través de la herramienta digital Timeline JS (Isasi, 2019).

3.6.2 Definición raíz

La situación deseada, considera el propósito como un proceso de transformación T: una situación actual que es transformada en una situación deseada, bajo una cosmovisión declarada.



Así, es posible generar un proceso de transformación a través de la investigación en las huertas tradicionales en el resguardo indígena de Totoró considerando la siguiente cosmovisión científica: El trau misak como eje articulador de estrategias de sustento y variables ecológicas y económicas en agroecosistemas de alta montaña.

Long (2003) define el concepto de estrategias de sustento como: la idea de individuos y grupos que se esfuerzan por ganarse la vida, intentando satisfacer sus varias necesidades de consumo y económicas, enfrentando incertidumbres, respondiendo a nuevas oportunidades y eligiendo entre diferentes posiciones de valor.

Esta definición raíz se relaciona con el objetivo específico 3, de la investigación e intenta resolver la problemática de escala analítica en el estudio de huertas tradicionales. Una vez establecida la definición raíz se construye el modelo conceptual.

3.6.3 Modelo conceptual

El modelo conceptual indica las actividades que deben llevarse a cabo para que la transformación indicada en la Definición Raíz (el propósito) se cumpla, respetando la cosmovisión respectiva (figura 3-8). Se plantea la siguiente cosmovisión (W): El trau misak como eje articulador de estrategias de sustento y factores de riesgo ecológico y económico desde la perspectiva socioecológica.

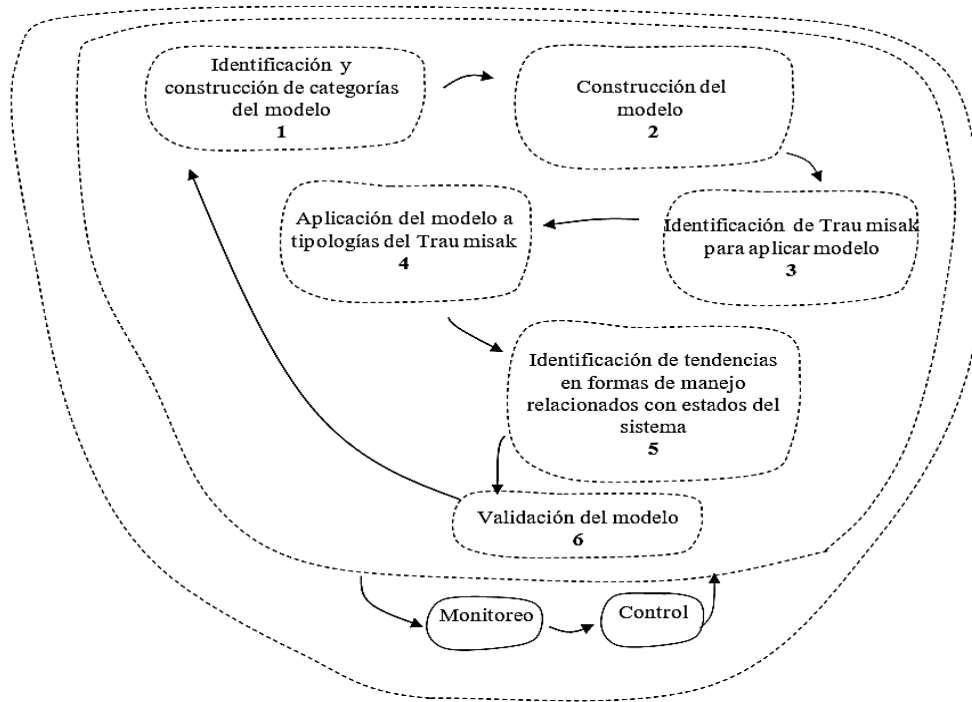


Figura 3-8. Modelo conceptual Trau misak

Fuente: Elaboración propia, 2020

Identificación, construcción y descripción de categorías del modelo trau misak

La selección de variables y categorías que determinan un modo de producción local en la zona de estudio se estableció a partir de dos (2) talleres participativos. Los talleres se denominaron Modelo trau misak, los cuales se desarrollaron en el marco de los Grupos Focales de Discusión, con la presencia de mayores del conocimiento, profesionales del componente social e integrantes del componente técnico del Programa IRACA.

Las variables del modelo trau misak se establecieron a partir del concepto de estrategias de sustento locales (Long, 2003); esta categoría analítica privilegia las acciones que llevan a cabo los seres humanos en escalas rurales a partir del análisis de fenómenos y procesos que ocurren a escalas más amplias (Martínez, 2015) y permite la integración de dos campos, un campo tangible relacionado con la satisfacción de necesidades básicas y un campo intangible del sustento, vinculado con el establecimiento de redes sociales y la toma de decisiones para hacer frente al riesgo, la incertidumbre y posturas de valor (Hernández et al., 2020) que implica el manejo de la agrobiodiversidad y el desarrollo de agricultura de temporal en agroecosistemas de montaña altoandina.

Para identificar las variables relacionadas con estrategias de sustento tangible e intangible en la zona de estudio se estructuró una ruta metodológica basada en el método cualitativo (Guber, 2019; Taylor y Bogdan, 1987). Se realizaron 50 entrevistas semiestructuradas a las personas a cargo de las labores del trau misak. Las categorías analíticas en las que se basaron las entrevistas se desarrollan en la Tabla 3-9.

Categorías Analíticas	Variables
<p><i>Autoconsumo (A)</i> Se entiende la suma total de productos transformados, procesados y consumidos al interior de la unidad doméstica y que provienen de los sistemas naturales, agrícolas, pecuarios y forestales; también incluye los productos recolectados en zonas de bosque (Carrillo et al., 2006).</p>	<p>Porcentaje de productos destinados al autoconsumo</p> <p>Porcentaje de trabajo destinado a la producción agrícola y pecuario para el autoconsumo</p>
<p><i>Beneficios ambientales (Ba)</i> Se refiere al conjunto de condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies que estos albergan contribuyen a sustentar la vida humana (Penna & Cristeche, 2008).</p>	<p>Beneficios ambientales generados en el trau misak en función de la agrobiodiversidad</p> <p>Provisión</p> <p>Soporte</p> <p>Culturales</p>
<p><i>Beneficio económico (Be)</i> Se relaciona con la generación de beneficio económico resultado del trabajo acumulado, generalmente utilizado para satisfacer necesidades que no pueden ser resueltas con recursos generados al interior de la unidad doméstica. Además, el beneficio económico suele condicionar el tiempo de trabajo invertido en otras actividades, además de favorecer el uso de paquetes tecnológicos para incrementar la producción</p>	<p>Porcentaje de productos agrícolas y pecuarios destinados a la comercialización</p> <p>Porcentaje de trabajo destinado a la producción agrícola y pecuaria para la comercialización</p>

de productos agrícolas y pecuarios para la comercialización (Santalucía et al., 2005).	Porcentaje de trabajo destinado a la realización de actividades diferentes al trabajo en la unidad doméstica
<i>Apoyos institucionales (Ai)</i> Surgieron en la década de los 90's y son operados por los gobiernos latinoamericanos para asignar asistencia económica o en especie a grupos "vulnerables", parten del principio de la necesidad de destinar recursos para solucionar los problemas que aquejan las comunidades rurales (García, 2009).	Porcentaje de ingresos obtenidos por la participación en programas de apoyo institucional (gobierno nacional, cabildo, etc)
<i>Apoyo familiar (Af)</i> Se relacionan con ingresos generados por miembros de la unidad doméstica en procesos de emigración a otros contextos, condicionados por las siguientes variables: i) Mejores oportunidades laborales, ii) Reunificación familiar, iii) Mejor calidad de vida, iv) Violencia por parte de grupos armados legales e ilegales y v) Desplazamiento (Luna, 2010).	Porcentaje de ingresos obtenidos por el aporte de miembros de la unidad doméstica que emigraron a otros contextos
<i>Redes socioecológicas (Rs)</i> Se refiere a las relaciones de reciprocidad, intercambio de semillas, plantas cultivadas, saberes, entre otras, teniendo en cuenta la perspectiva metodológica del Análisis de Redes Sociales - ARS (Wasserman & Faust, 2013).	Grado de intermediación Grado de centralidad

Tabla 3-9. Categorías analíticas relacionadas con el sustento

Aplicación del modelo a tipologías del trau misak

Con el fin de generar las bases socioecológicas del modelo trau misak se aplicó el modelo a 50 trau misak priorizados considerando tipologías, piso ecológico y teniendo en cuenta categorías analíticas descritas en el numeral 3.5 y sus valores en porcentaje (ver Tabla 3-10).

Trau misak/ tipología	Piso ecológico (Zona)	Variables relacionadas con el sustento					Aplicación del modelo	
		Sustento originado en el campo ecológico		Sustento originado en el campo social				Campo intangible del sustento
		A (%)	Ba (%)	Be (%)	Ai (%)	Af (%)		Rs (%)

Tabla 3-10. Aplicación del modelo por tipología del trau misak

A: Autoconsumo; Ba: Beneficios ambientales; Be: Beneficios económicos; Ai: Apoyo institucional; Af: Apoyo familiar; Rs: Redes socioecológicas

Fuente: Elaboración propia

En el proceso de aplicación del modelo por tipología del trau misak se comparan los valores en porcentaje de las variables del sustento y se organizan de acuerdo a su mayor o menor representatividad, siguiendo los planteamientos establecidos en la fórmula M-D-M de Palerm (1980).

Identificación de tendencias en formas de manejo del modelo traumisak relacionados con ciclo de renovación adaptativa del sistema

Con el fin de identificar tendencias en formas de manejo relacionadas con aplicación del modelo a tipologías del traumisak, se tomó en cuenta las cuatro fases del ciclo de renovación adaptativos (Garmestani et al., 2009) descritas en la Tabla 3-11, y su relación con estados del modelo Traumisak.

Fases del ciclo de renovación adaptativa del sistema	Descripción ciclo adaptativo	Aplicación del modelo por Tipología traumisak		
		(1)	(2)	(3)
Explotación y crecimiento (r)	Caracterizada por pérdida de recursos acumulados en (k), incremento de interacciones entre los componentes del sistema socioecológico y la influencia de factores exógenos			
Conservación y acumulación (k)	Disminuye la influencia de factores exógenos, incrementa la capacidad de predicción a corto plazo, el sistema se encuentra fuertemente conectado			
Liberación de potencial acumulado (Ω)	Incrementa la influencia de factores exógenos y posibilidades de reorganización del sistema			
Reorganización estructural (α)	Se favorece la innovación y experimentación y el sistema se renueva y reorganiza para iniciar un nuevo ciclo			

Tabla 3-11. Tendencias en formas de manejo del modelo traumisak

(1): traumisak convencional; (2): traumisak diversificado; (3): traumisak Jau

Los pasos que se realizaron para establecer las tendencias en formas del modelo traumisak fueron los siguientes:

1. Análisis de resultados de aplicación del modelo a tipologías del traumisak y organización en matriz en formato excell
2. Establecimiento de condiciones de relación entre el modelo aplicado a tipologías del traumisak y los estados del sistema del ciclo de renovación adaptativo
3. Identificación de tendencias en formas de manejo del modelo traumisak
4. Entrenamiento de una red neuronal para la clasificación de traumisak según la fase del ciclo de renovación adaptativo

El objetivo del proceso de entrenamiento de una red neuronal es crear un modelo capaz de clasificar los traumisak según la fase del ciclo de renovación adaptativa a partir de las variables de sustento (Ver figura 3-9). Debido a su capacidad para modelar fenómenos a partir de datos, el modelo seleccionado consiste en un perceptrón multicapa o red neuronal feedforward.

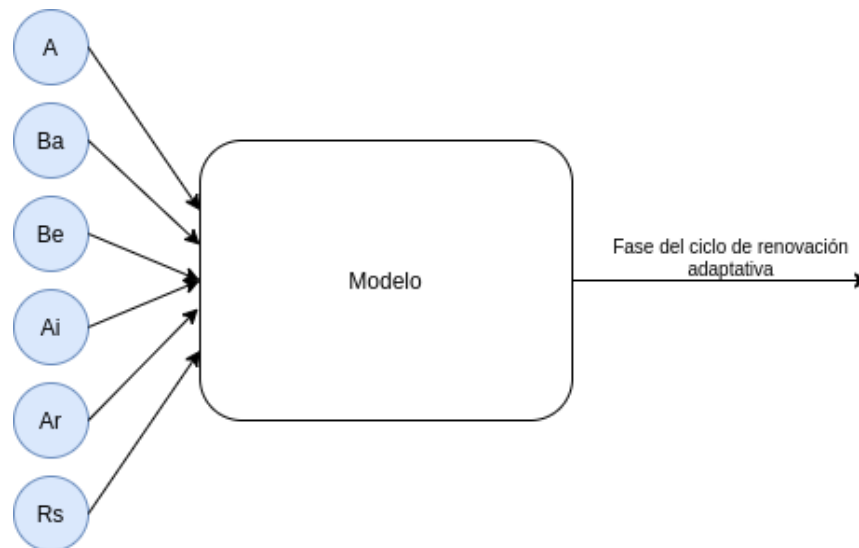


Figura 3-9. Modelo de clasificación de traus misak según la fase del ciclo de renovación adaptativa

Fuente: Elaboración propia, 2020

Con el propósito de entrenar dicho modelo, se toman los datos de 50 traus misak y se dividen en 3 distintos grupos:

- Datos para entrenamiento del modelo
- Datos para validación del modelo durante el proceso de entrenamiento.
- Datos para probar el modelo después del proceso de entrenamiento.

4. Tipologías del trau misak en unidades de manejo de agrobiodiversidad

4.1 Introducción

En el territorio indígena del pueblo Totoró contrastan una gran diversidad de unidades de manejo de la agrobiodiversidad en el trau misak, con diferentes niveles de intensificación, que van desde el más tradicional, con mayor diversificación de actividades de asociación y rotación de cultivos, hasta el convencional, con priorización de monocultivos; de manera complementaria, se encuentran contrastes socioculturales relacionados con la conservación de saberes y prácticas tradicionales, mayor uso de la producción del trau misak en la alimentación de la familia, frente a sistemas que priorizan la incorporación de paquetes tecnológicos y un mayor porcentaje de productos y trabajo agrícola destinados a la comercialización.

En el presente capítulo se indican y describen las tipologías del trau misak en el resguardo indígena de Totoró a partir del análisis de condiciones ecológicas, productivas, ambientales, económicas y socioculturales de las unidades socioproductivas en función del sustento.

4.2 Clasificación en tipologías del trau misak

Para realizar la clasificación en tipologías de las unidades de producción relacionadas con el sistema trau misak se realizó análisis de componentes principales a resultados de encuestas aplicadas a 500 familias teniendo en cuenta variables relacionadas con criterios de caracterización de unidades domésticas en función del sustento y sistemas relacionados con el manejo de la agrobiodiversidad propuestos por Sevilla y Soler (2010), Toledo (2002) y Palerm (1980) tal como se indica en el numeral 3.3.4 y el manejo en los tres pisos ecológicos (zona alta, media y baja) como se indica en la Tabla 4-12.

Variable	Trau misak convencional (Clúster 1)			Trau misak diversificado (Clúster 2)			Trau misak Jau (Clúster 3)		
	A	M	B	A	M	B	A	M	B
Zona ecológica									
Porcentaje de distribución por zona	36	49	15	21	36	43	17	31	52
Área									
Área total del predio (m2)	10796			3989			2874		
Área de pastoreo o potrero (m2)	4353			871			602		
Área de cultivo (m2)	7714			1978			1287		
Área de bosque (m2)	1780			651			411		
Área de trau misak (m2)	1184			451			158		
Área no trabajable (m2)	659			174			97		
Actividades de autoconsumo y comercialización									
Porcentaje de productos agrícolas y pecuarios destinados al autoconsumo (%)	21			72			86		
Porcentaje de productos agrícolas y pecuarios destinados a la comercialización (%)	79			28			14		
Trabajo relacionado con autoconsumo y comercialización									
Porcentaje de trabajo empleado para el autoconsumo (%)	33			47			63		
Porcentaje de trabajo para la comercialización (%)	34			25			17		
Porcentaje de trabajo destinado a la realización de actividades diferentes en la unidad doméstica (%)	33			28			20		
Ingresos									
Porcentaje de ingresos por comercialización del trau misak (%)	14			33			48		
Porcentaje de ingresos por comercialización de productos generados en otros espacios de cultivo (%)	15			13			7		
Ingresos por comercialización de producción pecuaria proveniente del trau misak (%)	16			18			22		
Porcentaje de ingresos por actividades distintas al trabajo en la unidad doméstica (%)	17			18			11		
Porcentaje de ingresos por programas del gobierno (%)	18			13			7		
Porcentaje de ingresos por remesas (%)	20			5			5		
Costos de producción									
Porcentaje de insumos externos para el trau misak (%)	12			6			2		
Porcentaje de insumos internos para el trau misak (%)	12			38			52		
Porcentaje de insumos para producción agrícola (%)	36			27			21		
Porcentaje de insumos para producción pecuaria (%)	28			17			11		
Porcentaje de gastos Servicios públicos (%)	12			12			14		
Unidad doméstica									

Habitantes de la unidad doméstica (Und)	5	7	8
Personas de la familia que trabajan el traú misak (Und)	1	1	1
Personas de la familia que trabajan el traú Rosa (Und)	1	1	1
Personas de la familia que realizan venta de trabajo (Und)	3	3	2

Tabla 4-12. Consolidado del análisis por tipología del traú misak

A = Zona alta, **M** = Zona media, **B** = Zona baja

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de la encuesta socioproductiva Programa IRACA 2017-2019

De acuerdo con la tabla 4-12, la tipología traú misak convencional (clúster 1) agrupa el 28.54% de unidades de manejo de agrobiodiversidad de la muestra, con la siguiente distribución por zona: Baja del 36%, media del 49% y Alta del 15%. Se destacan las siguientes características: Área promedio del traú misak de 1184 m², un porcentaje del 6% del área total del predio. Del total de productos agrícolas y pecuarios generados en el traú misak, el 21% se destinan al autoconsumo y el 79% a la comercialización, del total de actividades productivas, el 33% corresponde a trabajo empleado para el autoconsumo, el 34% para comercialización y el 33% del trabajo se destina a la realización de actividades diferentes en la unidad de manejo. Con relación a los ingresos, el 12% se obtiene de la comercialización de productos provenientes del traú misak, 21% de productos generados en otros espacios de cultivo, 14% por comercialización de producción pecuaria proveniente del traú misak, 20% por actividades distintas al trabajo en la unidad de producción, el 15% por programas del gobierno y el 18% corresponde a ingresos por aportes económicos de miembros de la unidad de producción que trabajan en otros contextos. Del total de personas en promedio que habitan la unidad doméstica (n=5), 1 persona en promedio se encarga del traú misak, mientras 3 personas realizan venta de trabajo.

La tipología traú misak diversificado (clúster 2) agrupa el 30.07% de unidades de manejo de la muestra, con la siguiente distribución por zona: Baja del 21%, media del 36% y Alta del 43%. Se destacan las siguientes características: Área promedio del traú misak de 451 m², un porcentaje del 11% del área total del predio. Del total de productos agrícolas y pecuarios generados en el traú misak, el 21% se destinan al autoconsumo y el 79% a la comercialización, del total de actividades productivas, el 33% corresponde a trabajo empleado para el autoconsumo, el 34% para comercialización y el 33% del trabajo se destina a la realización de actividades diferentes en la unidad de producción. Con relación a los ingresos, el 14% se obtiene de la comercialización de productos provenientes del traú misak, 15% de productos generados en otros espacios de cultivo, 16% por comercialización de producción pecuaria proveniente del traú misak, 17% por actividades distintas al trabajo en la unidad de producción, el 18% por programas del gobierno y el 20% corresponde a ingresos por aportes económicos de miembros de la unidad de producción que trabajan en otros contextos. Del total de personas en promedio que habitan la unidad

doméstica (n=5), 1 persona en promedio se encarga del trau misak, mientras 3 personas realizan venta de trabajo.

La tipología trau misak Jau (clúster 3) agrupa el 41.39% de unidades de producción de la muestra, con la siguiente distribución por zona: Baja del 17%, media del 31% y Alta del 52%. Se destacan las siguientes características: Área promedio del trau misak de 158 m², un porcentaje del 5% del área total del predio. Del total de productos agrícolas y pecuarios generados en el trau misak, el 86% se destinan al autoconsumo y el 14% a la comercialización, del total de actividades productivas, el 63% corresponde a trabajo empleado para el autoconsumo, el 17% para comercialización y el 20% del trabajo se destina a la realización de actividades diferentes en la unidad de producción. Con relación a los ingresos, el 48% se obtiene de la comercialización de productos provenientes del trau misak, 7 % de productos generados en otros espacios de cultivo, 22% por comercialización de producción pecuaria proveniente del trau misak, 11% por actividades distintas al trabajo en la unidad de producción, el 7% por programas del gobierno y el 5% corresponde a ingresos por aportes económicos de miembros de la unidad de producción que trabajan en otros contextos. Del total de personas en promedio que habitan la unidad doméstica (n=8), 1 persona en promedio se encarga del trau misak, mientras 2 personas realizan venta de trabajo.

Con la información obtenida, se procede al desarrollo del trabajo de campo con la finalidad de verificar y complementar variables como: tiempo de residencia en el predio, edad del propietario, número de integrantes de la unidad doméstica, manejo de las especies vegetales asociadas al trau misak, diversificación de actividades relacionadas con el sustento en función del trau misak, sistema de cultivos y recursos vegetales representativos del trau misak en función de la verticalidad altitudinal.

Posteriormente, se realizó la distribución de las tipologías del trau misak, considerando su densidad por piso ecológico (figura 4-10). En esta distribución se indica una mayor densidad de la tipología del trau misak convencional en las zonas baja y alta, en contraste con una mayor densidad de la tipología trau misak jau en la zona media del resguardo indígena de Totoró.

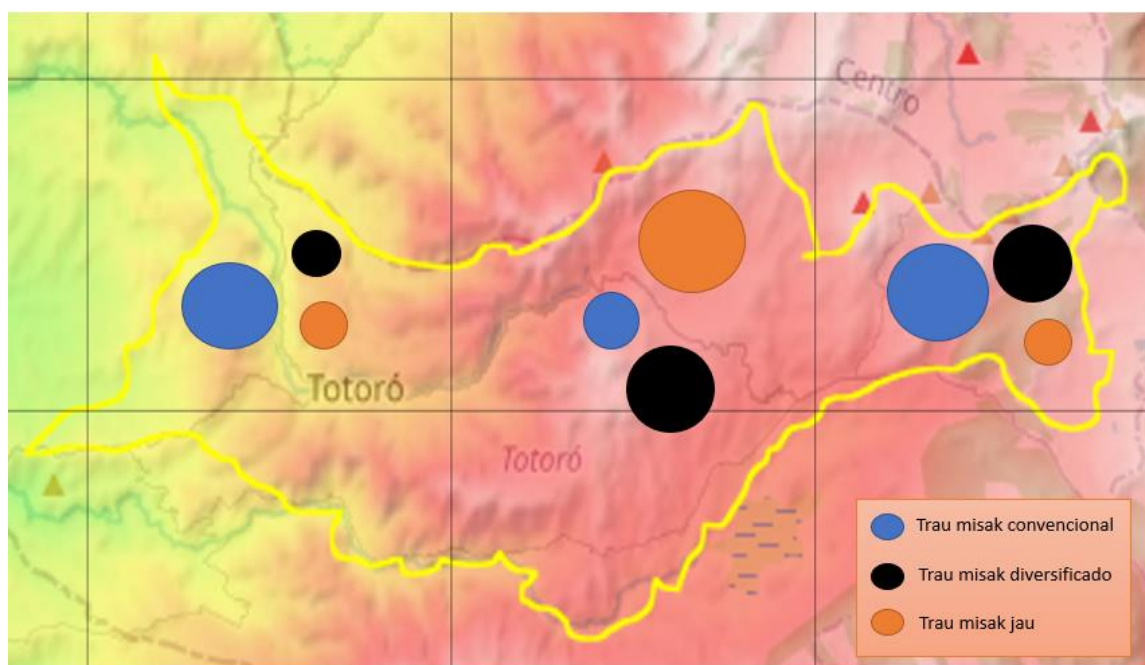


Figura 4-10. Distribución de las tipologías del trau misak por piso ecológico
Fuente: Elaboración propia, 2021

4.2.1 Caracterización del Trau misak Convencional

El conjunto de realidades productivas, ecológicas y socioculturales que se agrupan en el trau misak convencional destacan actividades de producción con fines de comercialización y venta de trabajo, con acceso limitado a la tierra para la toma de decisiones, al igual que la implementación parcial de prácticas socioculturales en ciclos productivos, el manejo de la agrobiodiversidad a partir de especies con función hacia la producción y el uso de fertilizantes a partir de agroquímicos de origen sintético.

Los estudios de caso que corresponden a esta tipología y las unidades domésticas relacionadas se realizaron en predios ubicados en las veredas la Peña, Betania y Gallinazo en la zona media del resguardo indígena de Totoró, predios ubicados en las veredas Loma del medio y Mira flores en la zona baja, y predios en las veredas San Miguel, Malvaza y Sabaleta en la zona alta (Tabla 4-11).

Predio	Área del traу misak (m2)	Tiempo de residencia en el predio (años)	Edad del propietario (años)	Integrantes unidad socioproductiva (No)	Ubicación (Vereda)	Piso ecológico (Zona)
A	956	28	52	4	San Miguel	Alta
B	1063	39	25	3	Malvaza	Alta
C	1956	23	31	8	Sabaleta	Alta
D	921	35	38	10	Gallinazo	Media
E	1430	48	42	4	La Peña	Media
F	598	22	22	5	Betania	Media
G	657	23	36	6	Loma del medio	Baja
H	1100	15	29	7	Miraflores alto	Baja
I	612	17	20	5	Miraflores bajo	Baja
J	945	25	51	3	San Miguel	Alta
K	1712	24	31	9	Malvaza	Alta
L	852	36	30	7	Sabaleta	Alta
M	808	22	19	5	Loma del medio	Baja
N	823	28	28	4	Miraflores alto	Baja
O	910	39	37	9	Miraflores bajo	Baja
P	1137	21	33	10	Miraflores alto	Baja

Tabla 4-11. Características generales de las unidades domésticas en que se realizó el trabajo de campo

Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo 2017-2018.

En la figura 4-12, se indica la estructura general del traу misak convencional en los tres pisos ecológicos del resguardo indígena.

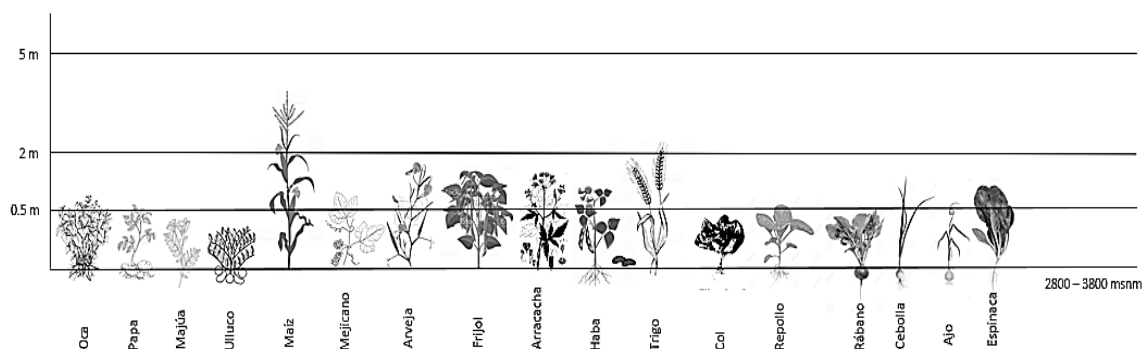


Figura 4-12. Estructura del traу misak convencional

Fuente: Galvis, W.A. Trabajo de campo 2017 – 2018

De los entrevistados, el promedio de integrantes de la unidad socioproductiva fue de 6 personas; las familias son de tipo nuclear en un 33% y extendida conformada de cinco a diez integrantes en un 63%. La superficie de los traу misak osciló entre 598 y 1956 m², la extensión promedio fue de 1030 m².

El tiempo promedio de residencia en el predio de las personas entrevistadas en las tres zonas es de 28 años y el promedio de edad del propietario es de 33 años.

En el trau misak convencional se siembra principalmente tubérculos con fines de comercialización como papa *Solanum tuberosum* (Solanaceae) y ulluco (Basellaceae) en un rango altitudinal de 2000 a 3500 m.s.n.m.; leguminosas como arveja *Pisum sativum* (Leguminosaceae) y frijol (Fabaceae); cereales como el maíz *Zea mays* (Poaceae) en un rango altitudinal de 1500 a 2100 m.s.n.m.; hortalizas como repollo (Brassicaceae), cebolla (Amaryllidaceae), ajo (Liliaceae) y espinaca (Amaranthaceae). También predominan las asociaciones: haba-papa-ulluco, maíz-fríjol, cebolla-ajo y plantas medicinales con fines de comercialización como la manzanilla, hinojo, albahaca, hierbabuena y ruda.

El mantenimiento de los trau misak convencionales se realiza de acuerdo con la siguiente distribución: Los padres se encargan en un 54%, las madres en un 34%, los hijos en un 8% y los abuelos en 4%. Las prácticas de manejo registradas fueron: Preparación de suelo con azadón en un 54% y 46% con maquinaria; la conservación y manejo de semillas se realiza al interior del trau misak en un 14% de las familias, el porcentaje restante introduce semillas certificadas de casas agropecuarias, la compra de semillas se asocia a la utilización de agroquímicos y a la mecanización de las prácticas de producción; las actividades de rotación y asociación de cultivos se realizan a través del sistema haba-papa-ulluco; la fertilización se realiza en un 82% con abonos químicos y un 18% con abonos orgánicos; el 11 % de las familias conoce e implementa el calendario agrícola; el 78% de las familias realiza manejo de cosecha y poscosecha bajo criterios de buenas prácticas agrícolas; el 73% de las familias participa de trueques promovidos por el programa de producción del cabildo indígena.

En la Tabla 4-13 se presenta información botánica de los recursos de la agrobiodiversidad presentes en el trau misak convencional, cuya manifestación de diversidad está representada en 32 variantes de las distintas familias botánicas manejadas en las zonas alta, media y baja del territorio Tontotuna.

RECURSO VEGETAL	FAMILIA BOTÁNICA	NOMBRE CIENTÍFICO	ZONA		
			ALTA	MEDIA	BAJA
Papa mora surco	Solanáceae	<i>Solanum sp</i>	X	X	
Papa parda malvaceña	Solanáceae	<i>Solanum sp</i>	X	X	
Papa careta o colorada	Solanáceae	<i>Solanum sp</i>	X	X	
Papa yema de huevo o amarilla	Solanáceae	<i>Solanum sp</i>	X		
Ulluco rosado	Basellaceae	<i>Ullucus tuberosus</i>	X		
Maíz capio blanco	Poaceae	<i>Zea mays</i>	X	X	X
Maíz capio amarillo	Poaceae	<i>Zea mays</i>	X	X	X
Arveja piquinegra	Fabaceae	<i>Pisum sativum</i>	X	X	X
Arveja morada	Fabaceae	<i>Pisum sativum</i>	X	X	X

Frijol vara o cacha	Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>	X		
Frijol pintado	Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>		X	
Mejicano-mexicano	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita ficifolia</i>	X	X	X
Haba blanca	Fabaceae	<i>Vicia faba</i>	X		
Col verde	Brassicaceae	<i>Brassica</i> sp	X		
Repollo blanco	Brassicaceae	<i>Brassica</i> sp	X	X	X
Rábano	Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i>	X	X	X
Cebolla colorada	Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i>	X	X	X
Cebolla blanca	Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i>	X	X	X
Ajo blanco	Liliaceae	<i>Allium sativum</i>	X	X	X
Ajo morado o pate' perro	Liliaceae	<i>Allium sativum</i>	X		
Espinaca común	Amaranthaceae	<i>Spinacia oleracea</i>	X	X	X
Jiquima	Fabaceae	<i>Pachyrhizus tuberosus</i>	X	X	X
Batata morada	Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i>	X	X	X
Zapallo	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita maxima</i>			X
Uchuva	Solanaceae	<i>Physalis peruviana</i>			X
Granadilla	Passifloraceae	<i>Passiflora ligularis</i>			X
Feijoa	Myrtaceae	<i>Acca sellowiana</i>			X

Tabla 4-13. Recursos vegetales representativos de agrobiodiversidad de traú misak convencionales

Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo 2017-2018.

El índice de Menhinick indica que la riqueza de especies es mayor en traú misak ubicados en la zona alta, seguido por unidades de manejo de agrobiodiversidad de la zona baja y por último traú misak de la zona media. El valor del índice de Simpson indica que la probabilidad de sacar dos individuos en una muestra y que esos dos individuos pertenezcan a dos especies diferentes es mayor en la zona alta que en las zonas media y baja (Tabla 4-14).

Zona	Índice de Menhinick	Índice de Simpson
Alta (1)	0,83	0,94
Media (2)	0,69	0,92
Baja (3)	0,79	0,91

Tabla 4-14. Índices de agrobiodiversidad para traú misak Jau en tres pisos ecológicos

Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo 2017-2018.

Las asociaciones de cultivos en encuentran distribuidas en un rango de 1.800-3.800 msnm, en tres zonas de vida y tres formaciones vegetales. Considerando el índice de similitud Jaccard, los traú misak convencionales de la zona alta comparten 72% de las especies con la zona media y 50% con la zona baja, mientras que entre las zonas media y baja comparten 62% de las especies. En las tres zonas se registraron 13 especies en común (figuras 4-11 y 4-12).

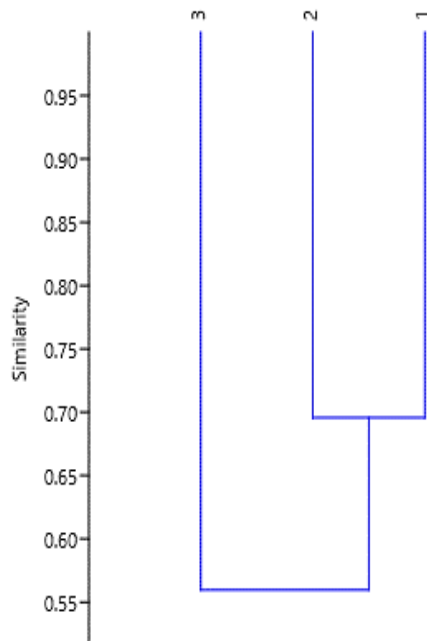


Figura 4-11. Índice de similitud de Jaccard para trau misak Convencional en tres pisos ecológicos

1: Zona alta; 2: Zona media; 3: Zona alta

Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo 2017-2018

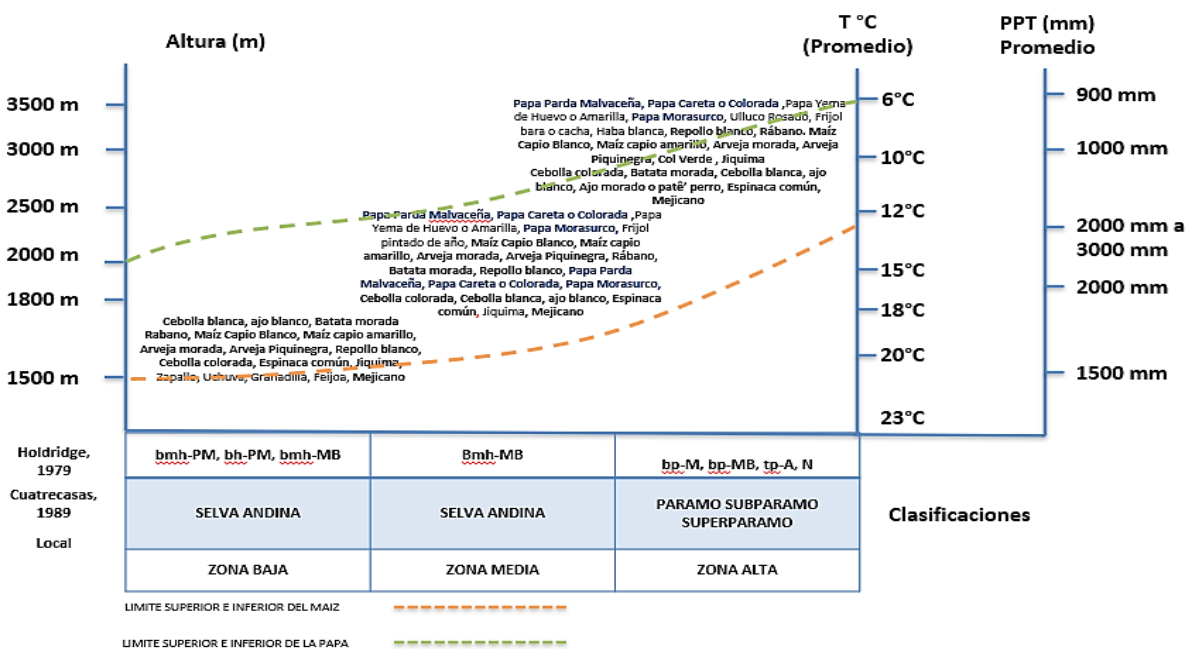


Figura 4-12. Distribución altitudinal de cultivos en trau misak convencional

Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo 2017-2018. Modificado de Sanabria (2001)

4.2.2 Traú misak Diversificado

El conjunto de realidades productivas, ecológicas y socioculturales que se destacan en el traú misak diversificado se relacionan con un sistema en el cual los integrantes de la unidad doméstica cuentan con propiedad de la tierra, predomina actividades de producción destinadas a la comercialización y la venta de trabajo, implementación de prácticas socioculturales en función de la productividad, una alta agrobiodiversidad, diversificación de actividades para el sustento y el manejo del suelo, plagas y enfermedades mediante el uso de fertilizantes de origen sintético y orgánico de manera complementaria.

Los estudios de caso que corresponden a esta tipología y las unidades domésticas relacionadas se realizaron en predios ubicados en las veredas Santa Isabel, Malvaza y San Miguel en la zona alta del resguardo indígena de Totoró, predios ubicados en las veredas Pedregal, la Peña y Betania en la zona media, y predios en las veredas Las vueltas y Miraflores en la zona baja (Tabla 4-15).

Predio	Área del Traú misak (m ²)	Tiempo de residencia en el predio (años)	Edad del propietario (años)	Integrantes unidad socioproductiva (No)	Ubicación (Vereda)	Piso ecológico (Zona)
A	482	12	30	8	Santa Isabel	Alta
B	430	8	47	12	Malvaza	Alta
C	891	22	35	7	San Miguel	Alta
D	745	17	49	8	Pedregal	Media
E	362	29	45	10	La Peña	Media
F	646	25	41	6	Betaina	Media
G	377	23	46	5	Las Vueltas	Baja
H	451	15	38	6	Miraflores bajo	Baja
I	494	17	33	6	Miraflores bajo	Baja
J	740	36	57	13	Santa Isabel	Alta
K	665	10	31	15	Malvaza	Alta
L	428	8	27	8	San Miguel	Alta
M	390	27	47	12	Pedregal	Media
N	858	19	36	15	La Peña	Media
O	512	27	35	16	Betaina	Media
P	408	16	38	13	Miraflores bajo	Baja
Q	310	15	47	15	Miraflores bajo	Baja

Tabla 4-15. Características generales de los predios en que se realizó el trabajo de campo

Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo 2017-2018.

De los entrevistados, el promedio de integrantes de la unidad socioproductiva fue de 10 personas; las familias son de tipo nuclear en un 48% y extendida conformada de cinco a doce integrantes en un 52%. La superficie de los trauc misak osciló entre 310 y 891 m², la extensión promedio fue de 541 m². El tiempo promedio de residencia en el predio de las personas entrevistadas en las tres zonas es de 19 años y el promedio de edad del propietario es de 40 años.

Según lo encontrado en trabajo de campo en el trauc misak diversificado se siembra principalmente cereales como el maíz *Zea mays* (Poaceae), la quinua *Chenopodium quinoa* (Caryophyllaceae) y el trigo *Triticum* sp (Poaceae) con fines de autoconsumo en un rango altitudinal de 1500 a 2100 m.s.n.m.; tubérculos con fines de comercialización y autoconsumo como papa *Solanum tuberosum* (Solanaceae), ulluco, ulluco *Ullucus tuberosus* (Basellaceae) y oca *Oxalis tuberosa* (Oxalidaceae) en un rango altitudinal de 2000 a 3500 m.s.n.m.; leguminosas como haba *vicia faba* (Fabaceae), arveja *Pisum sativum* (Leguminosaceae) y frijol (Fabaceae); hortalizas como zapallo (Cucurbitaceae), repollo (Brassicaceae), cebolla (Amaryllidaceae), col (Brassicaceae), ajo (Liliaceae) y espinaca (Amaranthaceae); frutales como manzana, mora de castilla, durazno, tomate de árbol (Solanaceae), uchuva (Solanaceae), breva (Moraceae), granadilla (Passifloraceae), feijoa (Myrtaceae). También predominan las asociaciones: haba-maíz-papa, haba-trigo-maíz-papa-trigo, papa-maíz-fríjol-haba y plantas medicinales con fines de autoconsumo y comercialización como la manzanilla, hinojo, albahaca, hierbabuena y ruda.

El mantenimiento de los **trauc misak diversificados** se realiza de acuerdo con la siguiente distribución: Los padres se encargan en un 30%, las madres en un 32%, los hijos en un 22% y los abuelos en 16%. Las prácticas de manejo registradas fueron: Preparación de suelo con azadón en un 61% y 39% con maquinaria; la conservación y manejo de semillas se realiza en un 29% de los trauc misak, de los cuales el 15% son donadas y obtenidas por medio del intercambio, el porcentaje restante introduce semillas certificadas de casa agropecuaria; las actividades de rotación y asociación de cultivos destacan los sistemas: haba-trigo-maíz-papa-trigo y papa-maíz-fríjol-haba; la fertilización se realiza en un 61% con abonos químicos y un 39% con abonos orgánicos; el 33 % de las familias conoce e implementa el calendario agrícola; el 64% de las familias realiza manejo de cosecha y poscosecha bajo criterios de buenas prácticas agrícolas y el 36% establece prácticas de manejo de cosecha y poscosecha tradicionales; el 79% de las familias participa de espacios de intercambio de productos “trueques” promovidos por el programa de producción del cabildo indígena.

En la tabla 4-16 se presenta información botánica de los recursos de la agrobiodiversidad presentes en el trauc misak diversificado, cuya manifestación de diversidad está representada en 68 variantes de las distintas familias botánicas manejadas en las zonas alta, media y baja del territorio Tontotuna.

RECURSO VEGETAL	FAMILIA BOTÁNICA	NOMBRE CIENTÍFICO	ZONA		
			ALTA	MEDIA	BAJA
Oca blanca	Oxalidaceae	<i>Oxalis tuberosum</i>	X	X	
Papa caluncha	Solanáceae	<i>Solanum andigenum</i>	X	X	
Papa mora surco	Solanáceae	<i>Solanum</i> sp	X	X	
Papa parda malvaceña	Solanáceae	<i>Solanum</i> sp	X	X	
Papa careta o colorada	Solanáceae	<i>Solanum</i> sp	X	X	
Papa yema de huevo o amarilla	Solanáceae	<i>Solanum</i> sp	X	X	
Ulluco rojo	Basellaceae	<i>Ullucus tuberosus</i>	X	X	
Ulluco rosado	Basellaceae	<i>Ullucus tuberosus</i>	X	X	X
Maíz capio blanco	Poaceae	<i>Zea mays</i>	X	X	X
Maíz capio amarillo	Poaceae	<i>Zea mays</i>	X	X	X
Maíz capio pintado	Poaceae	<i>Zea mays</i>		X	X
Maíz amarillo	Poaceae	<i>Zea mays</i>	X	X	X
Maíz yucatan	Poaceae	<i>Zea mays</i>	X		
Arveja piquinegra	Fabaceae	<i>Pisum sativum</i>	X	X	X
Arveja morada	Fabaceae	<i>Pisum sativum</i>	X		
Frijol cacha blanco	Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>	X	X	X
Frijol cacha morado	Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>	X	X	X
Mejicano-mexicano	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita ficifolia</i>	X	X	X
Arracacha amarilla	Apiaceae	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	X	X	
Haba blanca	Fabaceae	<i>Vicia faba</i>	X	X	
Haba morada	Fabaceae	<i>Vicia faba</i>	X	X	
Trigo peló	Poaceae	<i>Triticum aestivum</i>	X	X	X
Trigo peludo	Poaceae	<i>Triticum aestivum</i>	X	X	X
Col verde	Brassicaceae	<i>Brassica</i> sp	X	X	X
Col morada	Brassicaceae	<i>Brassica</i> sp	X	X	X
Repollo morado	Brassicaceae	<i>Brassica</i> sp	X	X	X
Repollo blanco	Brassicaceae	<i>Brassica</i> sp	X	X	X
Rábano	Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i>	X	X	X
Cebolla colorada	Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i>	X	X	X
Cebolla blanca	Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i>	X	X	X
Cebolleta morada	Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i>	X	X	X
Ajo blanco	Liliaceae	<i>Allium sativum</i>	X	X	
Ajo morado o pate' perro	Liliaceae	<i>Allium sativum</i>	X	X	

Espinaca común	Amaranthaceae	<i>Spinacia oleracea</i>	X	X	
Jiquima	Fabaceae	<i>Pachyrhizus tuberosus</i>	X	X	
Batata morada	Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i>		X	X
Batata blanca	Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i>		X	X
Mejicano	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita sp</i>		X	X
Zapallo	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita maxima</i>		X	X
Cebada	Poaceae	<i>Hordeum vulgare</i>		X	X
Lenteja	Fabaceae	<i>Lens culinaris</i>		X	X
Garbanzo	Fabaceae	<i>Cicer arietinum</i>		X	X
Manzana pequeña	Rosaceae	<i>Malus domestica</i>		X	X
Mora de castilla	Rosaceae	<i>Morus nigra</i>		X	X
Durazno	Rosaceae	<i>Prunus persica</i>		X	X
Tomate de árbol	Solanaceae	<i>Solanum betaceum</i>		X	X
Uchuva	Solanaceae	<i>Physalis peruviana</i>		X	X
Breva	Moraceae	<i>Ficus carica</i>		X	X
Granadilla	Passifloraceae	<i>Passiflora ligularis</i>		X	X
Higuillo	Caricaceae	<i>Vasconcellea pubescens</i>		X	X
Feijoa	Myrtaceae	<i>Acca sellowiana</i>		X	X

Tabla 4-16. Recursos vegetales representativos de agrobiodiversidad del trau misak diversificado

Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo 2017-2018.

El índice de Menhinick indica que la riqueza de especies es mayor en la zona media, seguida de la zona baja y por último los de la zona alta. El valor del índice de Simpson indica que la probabilidad de sacar dos individuos en una muestra y que esos dos individuos pertenezcan a dos especies diferentes es mayor en la zona media que en las zonas alta y baja (Tabla 4-17).

Zona	Índice de Menhinick	Índice de Simpson
Alta (1)	0,95	0,96
Media (2)	1,22	0,97
Baja (3)	1,12	0,95

Tabla 4- 17. Índices de agrobiodiversidad para trau misak diversificado en tres pisos ecológicos

Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo 2017-2018.

Las asociaciones de cultivos se encuentran distribuidas en un rango de 1.800-3.800 msnm, en tres zonas de vida y tres formaciones vegetales. Considerando el índice de similitud Jaccard, los traus misak convencionales de la zona alta comparten 63% de las especies con la zona media y 35% con la zona baja, mientras que entre las zonas

media y baja comparten 71% de las especies. En las tres zonas se registraron 17 especies en común (figura 4-13 y 4-14).

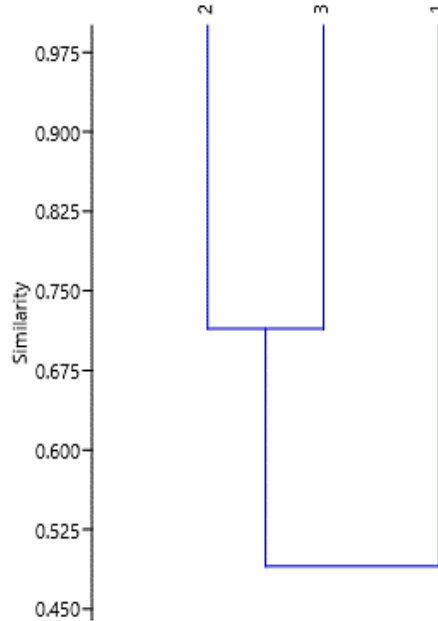


Figura 4-13. Índice de similitud de Jaccard para trau misak diversificado en tres pisos ecológicos
 1: Zona alta; 2: Zona media; 3: Zona alta
 Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo 2017-2018

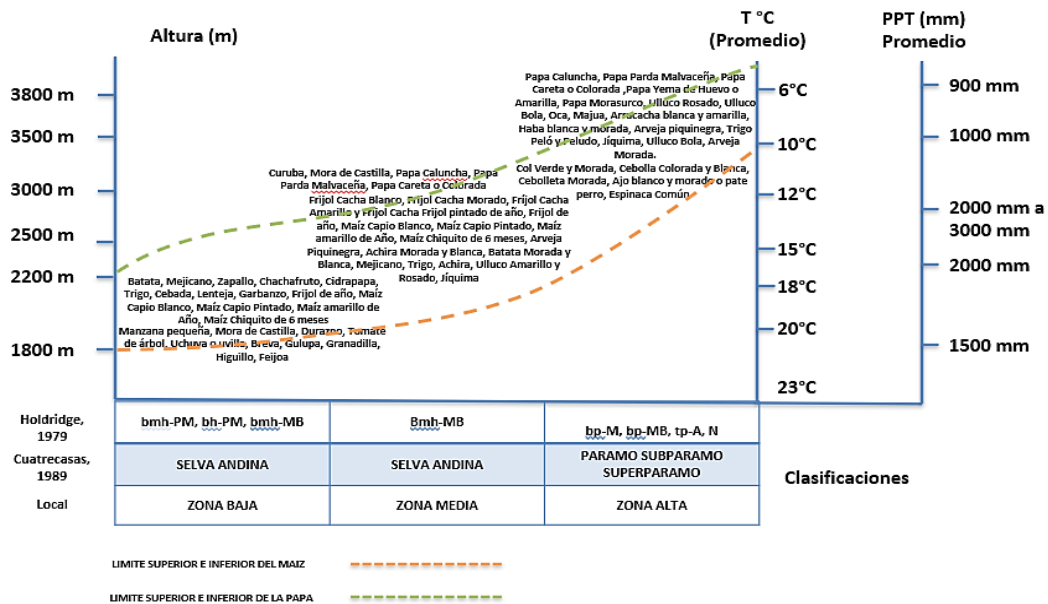


Figura 4-14. Distribución altitudinal de cultivos en trau misak diversificado

Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo 2017-2018. Modificado de Sanabria (2001)

En la figura 4-15, se indica la estructura general del trau misak diversificado en los tres pisos ecológicos del resguardo indígena.

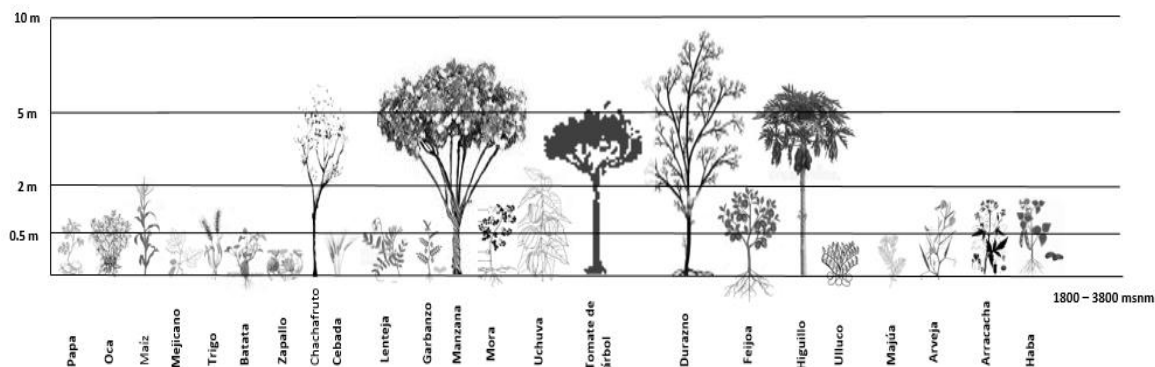


Figura 4-15. Estructura del trau misak diversificado

Fuente: Galvis, W.A. Trabajo de campo 2017 – 2018

4.2.3 Trau misak Jau

El conjunto de realidades productivas, ecológicas y socioculturales que se agrupan en el trau misak jau destacan un sistema en el cual los integrantes de la unidad doméstica cuentan con propiedad de la tierra, predomina actividades de producción destinadas al autoconsumo, implementación de prácticas socioculturales en los ciclos productivos, una alta agrobiodiversidad y diversificación de actividades para el sustento, complementado con un alto grado de autosuficiencia energética de la unidad productiva.

Los estudios de caso que corresponden a esta tipología y las unidades domésticas relacionadas se realizaron en predios ubicados en las veredas Malvaza y Gallinazo en la zona alta del resguardo indígena de Totoró, predios ubicados en las veredas Pedregal y la Peña en la zona media, y predios ubicados en las veredas las vueltas en la zona baja (Tabla 4-18).

Pedio	Área del trau misak (m2)	Tiempo de residencia en el predio (años)	Edad del propietario (años)	Integrantes unidad socioproductiva (No)	Ubicación (Vereda)	Piso ecológico (Zona)
A	250	8	52	4	Malvaza	Alta
B	102	6	59	3	Malvaza	Alta
C	148	14	62	2	Gallinazo	Alta
D	247	12	53	5	Pedregal	Media
E	137	10	65	3	Pedregal	Media
F	92	7	72	2	la Peña	Media

G	241	16	49	4	Las Vueltas	Baja
H	108	10	59	5	las Vueltas	Baja
I	494	11	42	4	las Vueltas	Baja
J	501	8	61	12	Malvaza	Alta
K	84	9	50	8	Malvaza	Alta
L	170	10	56	14	Gallinazo	Alta
M	450	6	68	21	Pedregal	Media
N	146	5	55	15	Pedregal	Media
O	135	6	60	21	la Peña	Media
P	75	17	57	12	las Vueltas	Baja
Q	60	35	52	10	las Vueltas	Baja

Tabla 4-18. Características generales de los predios en que se realizó el trabajo de campo

Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo 2017-2018.

De los entrevistados, el promedio de integrantes de la unidad socioproductiva fue de 9 personas; las familias son de tipo nuclear en un 82% y extendida conformada de tres a cinco integrantes en un 12%. La superficie de los trau misak osciló entre 75 y 501 m², la extensión promedio fue de 202 m². El tiempo promedio de residencia en el predio de las personas entrevistadas en las tres zonas es de 11 años y el promedio de edad del propietario es de 58 años.

El mantenimiento de los **trau misak Jau** se realiza de acuerdo con la siguiente distribución: Los padres se encargan en un 22%, las madres en un 38%, los hijos en un 16% y los abuelos en 24%. Las prácticas de manejo registradas fueron: Preparación de suelo con azadón en un 89% y 11% con maquinaria tecnificada; la conservación y manejo de semillas se realiza en un 52% de los trau misak, de los cuales el 78% son donadas y obtenidas por medio del intercambio, en contraste con un porcentaje mínimo de semillas certificadas; las actividades de rotación y asociación de cultivos destacan los sistemas: majua-haba-oca-papa-haba, pasto-papa-ajo-cebada-haba; la fertilización se realiza en un 12% con abonos químicos y un 82% con abonos orgánicos; el 78 % de las familias conoce e implementa el calendario agrícola; el 34% de las familias realiza manejo de cosecha y poscosecha bajo criterios de buenas prácticas agrícolas y el 66% establece prácticas de manejo de cosecha y poscosecha tradicionales; el 96% de las familias participa de espacios de intercambio de productos “trueques” promovidos por el programa de producción del cabildo indígena.

En el trau misak Jau se cultiva principalmente tubérculos con fines de autoconsumo como papa *Solanum tuberosum* (Solanaceae), ulluco *Ullucus tuberosus* (Basellaceae), majua (*Oxalis tuberosa*), oca *Oxalis tuberosa* (Oxalidaceae) y Arracacha (Apiaceae) en un rango altitudinal de 2000 a 3800 m.s.n.m.; cereales para el autoconsumo como el maíz *Zea mays* (Poaceae) identificado por la comunidad local “de año y seis meses”, porque la cosecha se realiza cada uno en su tiempo; leguminosas para autoconsumo como haba vicia faba (*Fabaceae*), chachafruto (*Fabaceae*) y frijol (*Fabaceae*); hortalizas como mejicano (*Cucurbita ficifolia*), batata (*Ipomoea batatas*) y zapallo (*Cucurbitaceae*); frutales como uchuva (*Solanaceae*), breva (*Moraceae*), granadilla

(Passifloraceae), durazno (Rosaceae), feijoa (Myrtaceae). También predominan las asociaciones: majua-haba-oca-papa-haba, pasto-papa-ajo-cebada-haba, papa-maíz-frijol-haba y plantas medicinales con fines de autoconsumo como la manzanilla, siempre viva, pronto alivio, hierbabuena, menta, verdolaga, romero y ruda.

En la Tabla 4-19 se presenta información botánica de los recursos de la agrobiodiversidad presentes en el trau misak Jau, cuya manifestación de diversidad está representada en 51 variantes de las distintas familias botánicas manejadas en las zonas alta, media y baja del territorio Tontotuna.

RECURSO VEGETAL	FAMILIA BOTÁNICA	NOMBRE CIENTÍFICO	ZONA		
			ALTA	MEDIA	BAJA
Oca blanca	Oxalidaceae	<i>Oxalis tuberosum</i>	X	X	
Oca roja	Oxalidaceae	<i>Oxalis tuberosum</i>	X	X	
Oca morada	Oxalidaceae	<i>Oxalis</i> sp	X	X	
Papa caluncha	Solanáceae	<i>Solanum andigenum</i>	X	X	
Papa mora surco	Solanáceae	<i>Solanum</i> sp	X	X	
Papa parda malvaceña	Solanáceae	<i>Solanum</i> sp	X	X	
Papa careta o colorada	Solanáceae	<i>Solanum</i> sp	X	X	
Papa yema de huevo o amarilla	Solanáceae	<i>Solanum</i> sp	X	X	
Majua	Tropaeolaceae	<i>Tropaeolum tuberosum</i>	X	X	
Ulluco rojo	Basellaceae	<i>Ullucus tuberosus</i>	X	X	
Ulluco blanco	Basellaceae	<i>Ullucus tuberosus</i>	X	X	
Ulluco bola	Basellaceae	<i>Ullucus tuberosus</i>	X	X	X
Ulluco amarillo	Basellaceae	<i>Ullucus tuberosus</i>	X	X	X
Ulluco rosado	Basellaceae	<i>Ullucus tuberosus</i>	X	X	X
Maíz capio blanco	Poaceae	<i>Zea mays</i>	X	X	X
Maíz capio amarillo	Poaceae	<i>Zea mays</i>	X	X	X
Maíz capio pintado	Poaceae	<i>Zea mays</i>		X	X
Maíz amarillo	Poaceae	<i>Zea mays</i>	X	X	X
Maíz de año	Poaceae	<i>Zea mays</i>	X	X	X
Maíz chiquito de seis meses	Poaceae	<i>Zea mays</i>	X	X	X
Maíz yucatan	Poaceae	<i>Zea mays</i>	X		
Arveja piquinegra	Fabaceae	<i>Pisum sativum</i>	X	X	X
Frijol vara o cacha	Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>	X		
Frijol cacha blanco	Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>	X	X	X
Frijol cacha morado	Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>	X	X	X
Frijol cacha amarillo	Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>	X	X	X

Frijol pintado de año	Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>	X	X	X
Frijol pintado	Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>	X	X	X
Mejicano-mexicano	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita ficifolia</i>	X	X	X
Arracacha amarilla	Apiaceae	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>	X	X	
Arracacha morada	Apiaceae	<i>Arracacia sp</i>	X	X	
Arracacha blanca	Apiaceae	<i>Arracacia sp</i>	X	X	
Haba blanca	Fabaceae	<i>Vicia faba</i>	X	X	
Haba morada	Fabaceae	<i>Vicia faba</i>	X	X	
Col verde	Brassicaceae	<i>Brassica sp</i>	X	X	X
Repollo blanco	Brassicaceae	<i>Brassica sp</i>	X	X	X
Rábano	Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i>	X	X	X
Cebolleta morada	Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i>	X	X	X
Ajo morado o pate' perro	Liliaceae	<i>Allium sativum</i>	X	X	
Batata morada	Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i>		X	X
Batata blanca	Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i>		X	X
Mejicano	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita sp</i>		X	X
Cidrapapa	Cucurbitaceae	<i>Sechium sp</i>		X	X
Zapallo	Cucurbitaceae	<i>Cucurbita maxima</i>		X	X
Chachafruto	Fabaceae	<i>Erythrina edulis</i>		X	X
Durazno	Rosaceae	<i>Prunus persica</i>		X	X
Uchuva	Solanaceae	<i>Physalis peruviana</i>		X	X
Breva	Moraceae	<i>Ficus carica</i>		X	X
Granadilla	Passifloraceae	<i>Passiflora ligularis</i>		X	X
Higuillo	Caricaceae	<i>Vasconcellea pubescens</i>		X	X
Feijoa	Myrtaceae	<i>Acca sellowiana</i>		X	X

Tabla 4-19. Recursos vegetales representativos de agrobiodiversidad del trau misak Jau

Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo 2017-2018.

En la figura 4-16, se indica la estructura general del trau misak Jau en los tres pisos ecológicos del resguardo indígena.

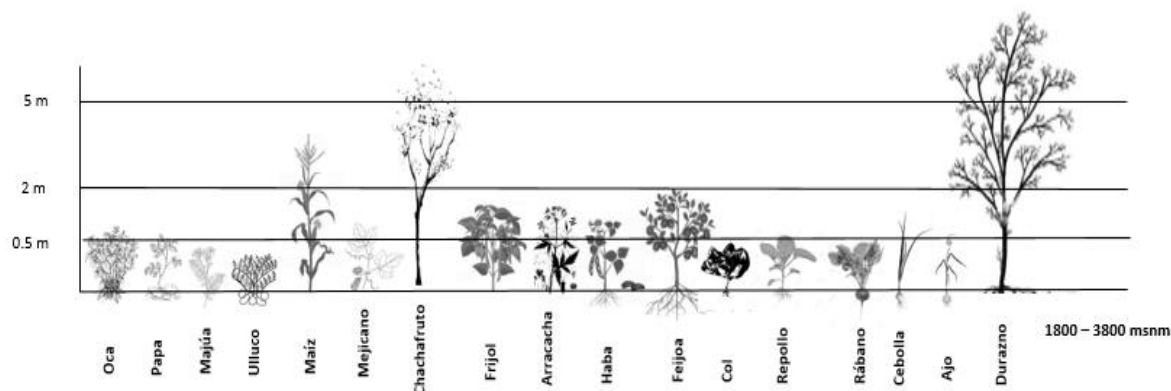


Figura 4-16. Estructura del trau misak Jau
 Fuente: Galvis, W.A. Trabajo de campo 2017 - 2018

La variedad de prácticas de manejo en los espacios trau misak Jau estudiados establecen una gran agrobiodiversidad, representada en un total de 51 especies registradas para las tres zonas ecológicas.

El índice de Menhinick indica que la riqueza de especies es mayor en la zona media, seguida de la zona alta y por último los de la zona baja. El valor del índice de Simpson indica que la probabilidad de sacar dos individuos en una muestra y que esos dos individuos pertenezcan a dos especies diferentes es mayor en la zona media que en las zonas alta y baja (Tabla 4-20).

Zona	Índice de Menhinick	Índice de Simpson
Alta (1)	0,9372	0,9682
Media (2)	1,113	0,9731
Baja (3)	0,9343	0,9568

Tabla 20. Índices de agrobiodiversidad para trau misak Jau en tres pisos ecológicos

Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo 2017-2018.

Las asociaciones de cultivos se encuentran distribuidas en un rango de 1.800-3.800 msnm, en tres zonas de vida y tres formaciones vegetales. Considerando el índice de similitud Jaccard, los trau misak Jau de la zona alta comparten 73% de las especies con la zona media y 39% con la zona baja, mientras que entre las zonas media y baja comparten 65% de las especies. En las tres zonas se registraron 20 especies en común (figura 4-17 y 4-18).

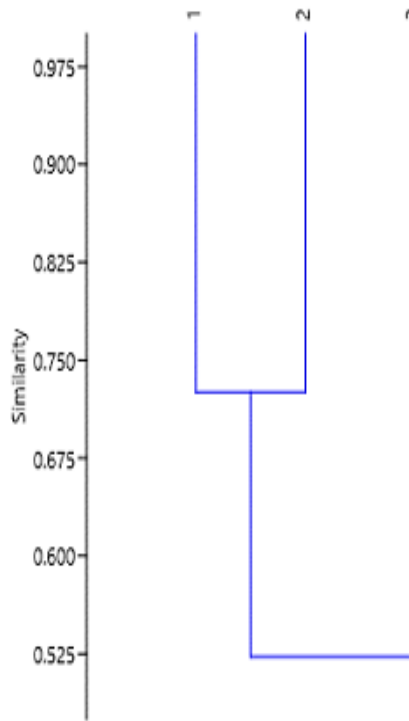


Figura 4-17. Índice de similitud de Jaccard para trau misak Jau en tres pisos ecológicos

1: Zona alta; 2: Zona media; 3: Zona alta

Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo 2017-2018

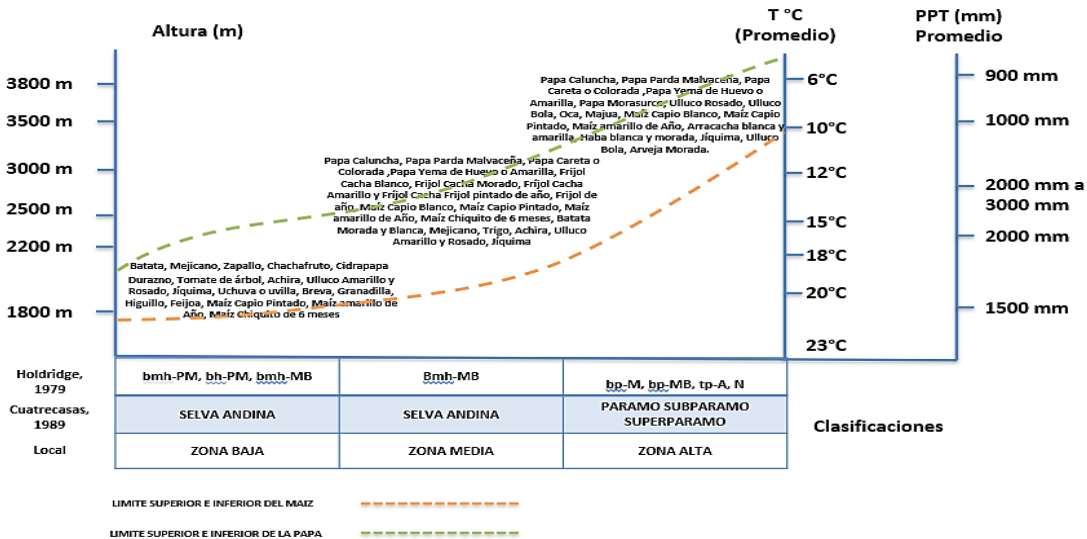


Figura 4-18. Distribución altitudinal de cultivos en trau misak Jau
Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo 2017-2018. Modificado de Sanabria (2001)

4.3 Análisis comparativo-índices de agrobiodiversidad por tipología del trau misak

A partir de un análisis comparativo de los índices de agrobiodiversidad por tipologías del trau misak, se establece que la riqueza de especies (según índice de Menhinick) es mayor en la zona media y corresponde a las tipologías trau misak diversificado y Jau con un valor de 1,12 y 1,11 respectivamente. En cuanto al índice Simpson, la probabilidad de sacar dos individuos en una muestra y que esos dos individuos pertenezcan a dos especies diferentes es mayor en las tipologías trau misak Jau y diversificado en zonas alta y media (Tabla 4-21).

TC: Trau misak convencional TD: Trau misak diversificado TJ: Trau misak Jau	TC			TD			TJ		
	ZA	ZM	ZB	ZA	ZM	ZB	ZA	ZM	ZB
Individuals	724	644	483	1340	1681	983	1644	1937	1173
Simpson 1-D	0,94	0,93	0,91	0,96	0,97	0,95	0,97	0,97	0,96
Menhinick	0,85	0,75	0,82	0,96	1,22	1,12	0,94	1,11	0,93

Tabla 4-21. Análisis comparativo índices de agrobiodiversidad por tipología del trau misak

Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo 2017-2018.

Los resultados obtenidos por medio de la aplicación del índice de Jaccard, establecen evidencia significativa de similitud de especies en los tres pisos ecológicos por cada tipología del trau misak con un valor del 70%, mientras que para las tipologías trau misak diversificado y trau misak Jau el índice de similitud se encuentra alrededor del 50% en zonas media y alta (Ver Tabla 4-22 y figura 4-19).

TC: Trau misak convencional TD: Trau misak diversificado TJ: Trau misak Jau	TC			TD			TJ				
	ZONA			ZONA			ZONA				
	ALT A (1)	MEDI A (2)	BAJ A (3)	ALT A (4)	MEDI A (5)	BAJ A (6)	ALT A (7)	MEDI A (8)	BAJ A (9)		
TC	ZON A	ALTA (1)	1,0	0,7	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	
		MEDIA (2)	0,7	1,0	0,7	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	
		BAJA (3)	0,5	0,7	1,0	0,3	0,3	0,4	0,1	0,2	0,3
TD	ZON A	ALTA (4)	0,5	0,4	0,3	1,0	0,6	0,3	0,5	0,4	0,2
		MEDIA (5)	0,4	0,3	0,3	0,6	1,0	0,7	0,4	0,5	0,4
		BAJA (6)	0,3	0,3	0,4	0,3	0,7	1,0	0,2	0,4	0,5
TJ	ZON A	ALTA (7)	0,3	0,2	0,1	0,5	0,4	0,2	1,0	0,7	0,4
		MEDIA (8)	0,3	0,2	0,2	0,4	0,5	0,4	0,7	1,0	0,7
		BAJA (9)	0,2	0,2	0,3	0,2	0,4	0,5	0,4	0,7	1,0

Tabla 4-22. Análisis comparativo índice de Jaccard por tipología del trau misak

Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo 2017-2018.

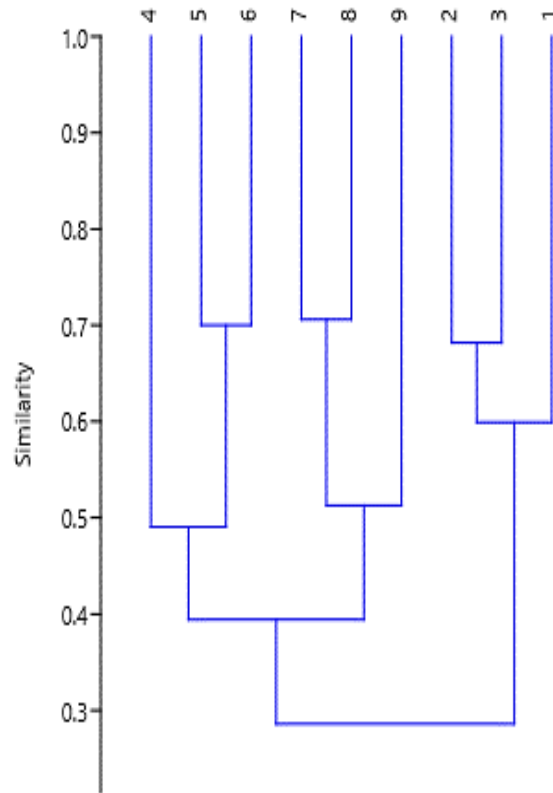


Figura 4-19. Análisis comparativo Índice de similitud de Jaccard por tipología del trau misak en tres pisos ecológicos

1: TC Zona alta; 2: TC Zona media; 3: TC Zona baja; 4: TD Zona alta; 5: TD Zona media; 6: TD Zona baja; 7: TJ Zona alta; 8: TJ Zona media; 9: TJ Zona baja

Fuente: Elaboración propia - Trabajo de campo 2017-2018

4.4 Conclusiones

Las condiciones ecológicas, productivas, ambientales, económicas y socioculturales encontradas en las unidades de manejo de la agrobiodiversidad Totoroez permitieron identificar, clasificar y describir la heterogeneidad, estructura y función del trau misak en tres tipologías: Trau misak Jau, trau misak diversificado y trau misak convencional.

El tiempo promedio de residencia en los predios caracterizados (11 años) que corresponden a la tipología trau misak Jau indica que se trata de unidades domésticas que se ubicaron recientemente en estos espacios, producto de procesos de recuperación de tierra y saneamiento que adelanta el cabildo del resguardo indígena, que a pesar de presentar menor área del trau misak, un mayor índice demográfico, integrantes de edad avanzada (58 años), alto porcentaje de actividades relacionadas con el conocimiento e implementación de prácticas socioculturales, manejo de semillas

propias y cultivos para el autoconsumo, han logrado establecer procesos de comprensión de las dinámicas socioambientales y la adaptación al contexto sociocultural local, lo cual se manifiesta en altos valores de agrobiodiversidad en espacios que anteriormente priorizaban el uso intensivo del suelo por cultivo de papa comercial y ganadería.

Valores altos en índices de agrobiodiversidad de Menhinick y Simpson encontrados en zonas media y alta de las tipologías trau misak Jau y diversificado puede atribuirse a los siguientes factores: i) Mayor valor en índices de similitud de especies, ii) Mayores procesos de intercambio y movilidad de semillas y variedades en estas unidades de manejo de agrobiodiversidad por piso ecológico, ii) Mayor proporción de actividades de uso múltiple de la agrobiodiversidad y prácticas socioculturales.

La tipología trau misak Jau presentó el mayor registro de especies en general (51 especies) y en común (20 especies) en las tres zonas ecológicas en comparación con las tipologías trau misak convencional y diversificado, lo cual coincide con un mayor porcentaje de conservación y manejo de semillas al interior del trau misak y prácticas de intercambio y donación. Además, se encontró en la tipología trau misak Jau el mayor porcentaje de familias con conocimiento e implementación del calendario agrícola, prácticas de manejo de cosecha y poscosecha tradicional y participación en espacios de intercambio de productos promovidos por el programa de producción del cabildo indígena.

La importancia del desarrollo de este ejercicio transdisciplinario a partir del análisis de condiciones ecológicas, ambientales y socioculturales de las unidades socioproductivas radica en la posibilidad de identificar, clasificar y describir de manera integral la diversidad y estructura de formas de organización y manejo espacial de unidades de producción, que coexisten en tipologías del trau misak.

5. Relaciones socioecológicas por tipologías del trau misak

5.1 Introducción

Para el análisis de las relaciones socioecológicas que inciden en la sustentabilidad del territorio Totoroez, se construyó una matriz que indica las conexiones entre tipologías del trau misak por piso ecológico, complementada por atributos representativos de variedades de plantas-semillas que se intercambian con mayor frecuencia y los principales factores de intercambio (Tabla 5-23).

Emisor/ tipología	Piso ecológico	Receptor/ tipología	Piso ecológico	Variedades con mayor frecuencia de mención	Factor de intercambio
E1/T3	ZM	R19/T2	ZA	Papa yema de huevo o amarilla Ulluco rojo Ulluco rosado	Parentesco
E1/T3	ZM	R23/T3	ZB	Maíz capio amarillo Maíz amarillo Maíz chiquito de seis meses	Reciprocidad
E1/T3	ZM	R2/T3	ZM	Papa caluncha Maíz capio blanco Maíz capio amarillo	Parentesco
E1/T3	ZM	R32/T3	ZA	Papa caluncha Papa yema de huevo o amarilla	Reciprocidad
E1/T3	ZM	R11/T3	ZA	Papa caluncha Papa yema de huevo o amarilla Majua Arveja piquinegra	Parentesco
E1/T3	ZM	R3/T3	ZB	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo Maíz capio pintado Maíz amarillo Maíz de año	Parentesco
E1/T3	ZM	R10/T3	ZA	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo	Parentesco

				Maíz capio pintado	
E1/T3	ZM	R40/TD	ZA	Oca blanca Papa caluncha Papa yema de huevo o amarilla	Reciprocidad
E1/T3	ZM	R31/TC	ZA	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo	Parentesco
E1/T3	ZM	R39/TD	ZA	Maíz yucatan	Reciprocidad
E2/T3	ZM	R8/TJ	ZA	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo Maíz capio pintado Maíz amarillo Maíz de año	Parentesco
E2/T3	ZM	R25/TC	ZA	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo	Parentesco
E2/T3	ZM	R6/T3	ZM	Maíz capio amarillo Maíz amarillo Maíz de año	Parentesco
E2/T3	ZM	R23/T3	ZB	Maíz chiquito de seis meses Maíz yucatan	Reciprocidad
E2/T3	ZM	R30/T3	ZM	Ulluco rojo Ulluco blanco Ulluco amarillo Maíz capio blanco	Reciprocidad
E2/T3	ZM	R41/TD	ZA	Oca blanca Papa caluncha	Parentesco
E2/T3	ZM	R38/TC	ZB	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo	Reciprocidad
E2/T3	ZM	R26/TC	ZA	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo Arveja piquinegra	Reciprocidad
E2/T3	ZM	R33/TJ	ZA	Maíz capio amarillo Maíz chiquito de seis meses Papa caluncha	Reciprocidad
E3/T3	ZB	R1/T3	ZM	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo Maíz capio pintado Maíz amarillo Maíz de año	Parentesco
E3/T3	ZB	R14/T2	ZB	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo Maíz capio pintado	Parentesco

E3/T3	ZB	R12/TD	ZM	Mejicano Zapallo Lenteja Garbanzo Uchuva Brevia	Reciprocidad
E3/T3	ZB	R29/T3	ZM	Zapallo Durazno Brevia Granadilla Higuillo Feijoa	Reciprocidad
E4/T3	ZB	R2/T3	ZM	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo Maíz capio pintado	Parentesco
E4/T3	ZB	R1/T3	ZM	Maíz amarillo Maíz de año Maíz chiquito de seis meses	Parentesco
E4/T3	ZB	R16/T2	ZB	Frijol cacha blanco Frijol cacha morado	Parentesco
E4/T3	ZB	R27/TJ	ZB	Maíz capio blanco Maíz capio pintado Maíz de año	Parentesco
E4/T3	ZB	R37/TC	ZB	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo	Reciprocidad
E4/T3	ZB	R13/T2	ZM	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo Maíz capio pintado Maíz amarillo	Reciprocidad
E5/T3	ZB	R3/T3	ZB	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo Maíz capio pintado Maíz amarillo Maíz de año	Parentesco
E5/T3	ZB	R8/T3	ZA	Arracacha amarilla Arracacha morada Arracacha blanca Ulluco rosado Maíz capio blanco	Parentesco
E5/T3	ZB	R35/T2	ZB	Maíz capio blanco Arveja piquinegra	Parentesco
E5/T3	ZB	R36/T2	ZB	Maíz capio blanco Arveja piquinegra	Reciprocidad
E6/T3	ZM	R20/T2	ZA	Papa yema de huevo o amarilla Ulluco rojo Maíz capio blanco	Parentesco

E6/T3	ZM	R18/T1	ZB	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo	Reciprocidad
E6/T3	ZM	R34/T3	ZA	Oca roja Papa mora surco Papa careta o colorada Papa yema de huevo o amarilla Ulluco blanco Ulluco rosado	Parentesco
E6/T3	ZM	R22/T1	ZB	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo Arveja piquinegra	Parentesco
E7/T2	ZB	R5/T3	ZB	Ulluco rosado Maíz capio blanco Maíz capio amarillo Maíz capio pintado	Parentesco
E8/T3	ZA	R11/T3	ZA	Oca blanca Oca roja Oca morada Papa caluncha Papa yema de huevo o amarilla Majua	Parentesco
E8/T3	ZA	R34/T3	ZA	Oca roja Papa yema de huevo o amarilla Ulluco blanco Ulluco rosado	Parentesco
E8/T3	ZA	R7/T2	ZB	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo Maíz capio pintado Maíz amarillo Arveja piquinegra	Parentesco
E8/T3	ZA	R2/T3	ZM	Oca blanca Oca roja Papa caluncha	Parentesco
E8/T3	ZA	R13/T2	ZM	Ulluco rojo Cebolla colorada Ajo morado o pate' perro	Parentesco
E8/T3	ZA	R26/TC	ZA	Ulluco rosado Arveja piquinegra Frijol vara o cache Ajo morado o pate' perro	Reciprocidad
E9/T2	ZM	R13/T2	ZM	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo Maíz capio pintado	Reciprocidad

E9/T2	ZM	R8/T3	ZA	Papa caluncho Papa yema de huevo o amarilla Maíz capio blanco Maíz capio amarillo Maíz capio pintado	Parentesco
E9/T2	ZM	R25/TC	ZA	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo Arveja piquinegra	Parentesco
E9/T2	ZM	R1/T3	ZM	Oca blanca Papa caluncho Papa yema de huevo o amarilla	Parentesco
E9/T2	ZM	R2/T3	ZM	Oca blanca Papa caluncho Papa yema de huevo	Parentesco
E9/T2	ZM	R24/T1	ZM	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo	Reciprocidad
E10/T3	ZA	R4/T3	ZB	Ulluco bola Ulluco amarillo	Reciprocidad
E11/T3	ZA	R15/T2	ZA	Oca blanca Papa caluncho Papa yema de huevo o amarilla	Reciprocidad
E12/TD	ZM	R9/T2	ZM	Oca blanca Papa caluncho Papa yema de huevo o amarilla	Reciprocidad
E13/T2	ZM	R6/T3	ZM	Papa mora surco Maíz capio amarillo	Parentesco
E13/T2	ZM	R2/T3	ZM	Papa parda malvaceña	Parentesco
E13/T2	ZM	R23/T3	ZB	Maíz capio amarillo Maíz amarillo	Reciprocidad
E14/T2	ZB	R5/T3	ZB	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo Maíz capio pintado Maíz amarillo Frijol cacha morado	Reciprocidad
E15/T2	ZA	R32/T3	ZA	Papa caluncho Papa yema de huevo o amarilla Arveja piquinegra	Reciprocidad
E15/T2	ZA	R2/T3	ZM	Oca blanca Papa caluncho Papa yema de huevo o amarilla	Parentesco

				Ulluco rojo Ulluco rosado	
E16/T2	ZB	R7/T2	ZB	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo Maíz capio pintado Maíz amarillo Frijol cacha blanco Frijol cacha morado	Parentesco
E16/T2	ZB	R6/T3	ZM	Maíz capio amarillo Frijol cacha blanco Higuillo	Reciprocidad
E18/T1	ZB	R2/T3	ZM	Uchuva Feijoa Arveja piquinegra	Reciprocidad
E19/T2	ZA	R2/T3	ZM	Papa mora surco Papa parda malvaceña Papa yema de huevo o amarilla	Parentesco
E19/T2	ZA	R8/T3	ZA	Papa yema de huevo o amarilla Ulluco rojo Ulluco rosado Arveja piquinegra	Parentesco
E19/T2	ZA	R26/TC	ZA	Papa parda malvaceña Ulluco rosado	Reciprocidad
E19/T2	ZA	R31/TC	ZA	Papa mora surco Ulluco rosado Arveja piquinegra Espinaca común	Parentesco
E19/T2	ZA	R29/T3	ZM	Ulluco rosado Maíz capio amarillo Maíz capio pintado Maíz yucata Papa parda malvaceña	Reciprocidad
E20/T2	ZA	R33/TJ	ZA	Papa mora surco Papa parda malvaceña Ulluco rojo Maíz capio amarillo Arveja piquinegra	Reciprocidad
E21/T1	ZM	R22/T1	ZB	Maíz capio blanco Maíz capio amarillo Arveja piquinegra	Parentesco

E21/T1	ZM	R24/T1	ZM	Papa surco Papa parda malvaceña Maíz capio amarillo Arveja piquinegra Espinaca común Batata morada	Reciprocidad
E21/T1	ZM	R6/T3	ZM	Papa surco Maíz capio amarillo Arveja piquinegra	Parentesco
E21/T1	ZM	R1/T3	ZM	Papa surco Papa parda malvaceña Arveja piquinegra	Parentesco
E36/T2	ZB	R2/T3	ZM	Maíz blanco capiro Arveja piquinegra Frijol cacha blanco	Parentesco
E36/T2	ZB	R22/T1	ZB	Maíz blanco capiro Arveja piquinegra Cebolla blanca Granadilla	Parentesco
E44/T1	ZB	R13/T2	ZM	Maíz blanco capiro Maíz capio amarillo Espinaca común Jiquima	Parentesco
E44/T1	ZB	R2/T3	ZM	Maíz blanco capiro Maíz capio amarillo Arveja piquinegra Repollo blanco Rábano Espinaca Batata morada	Reciprocidad
E44/T1	ZB	R3/T3	ZB	Maíz blanco capiro Maíz capio amarillo Arveja piquinegra	Reciprocidad
E44/T1	ZB	R13/T2	ZM	Espinaca común Jiquima	Parentesco
E44/T1	ZB	R2/T3	ZM	Arveja piquinegra Rábano Batata morada	Reciprocidad
E45/T3	ZM	R1/T3	ZM	Oca roja Papa caluncha Papa yema de huevo o amarilla Majua	Reciprocidad

E45/T3	ZM	R24/T1	ZM	Maíz capio amarillo	Reciprocidad
E45/T3	ZM	R42/T1	ZA	Ajo morado o pate' perro Ulluco rosado	Parentesco
E45/T3	ZM	R2/T3	ZM	Oca roja Papa caluncha Papa yema de huevo o amarilla Majua Ulluco bola	Parentesco
E46/T2	ZM	R21/T1	ZM	Papa parda malvaceña Arveja piquinegra Maíz capio blanco	Parentesco
E46/T2	ZM	R1/T3	ZM	Arveja piquinegra Frijol cacha blanco	Reciprocidad
E46/T2	ZM	R30/T3	ZM	Papa mora surco Maíz capio blanco Arveja piquinegra	Parentesco
E47/T2	ZM	R28/T1	ZM	Arveja piquinegra Maíz capio amarillo Cebolla blanca	Reciprocidad
E47/T2	ZM	R3/T3	ZB	Arveja piquinegra Frijol cacha blanco Frijol cacha morado Arracacha amarilla	Reciprocidad
E48/T2	ZM	R2/T3	ZM	Oca blanca Papa caluncha Papa yema de huevo o amarilla Maíz capio pintado	Parentesco
E48/T2	ZM	R28/T1	ZM	Arveja piquinegra	Parentesco
E49/T2	ZA	R13/T2	ZM	Papa parda malvaceña Repollo blanco	Reciprocidad
E49/T2	ZA	R8/TJ	ZA	Papa yema de huevo o amarilla Ulluco rosado Repollo blanco	Reciprocidad
E50/T1	ZA	R1/T3	ZM	Papa mora surco Papa carena o colorada	Parentesco

Tabla 5-23. Matriz de intercambio de variedades de plantas y semillas en la red socioecológica por tipologías del traumisak, factores de intercambio y piso ecológico

ZA: Zona alta; ZM: Zona media; ZB: Zona baja - T1: Traumisak convencional; T2: Traumisak diversificado; T3: Traumisak Jau

Fuente: Galvis, W.A. Trabajo de campo 2018

A partir del análisis de la matriz (Tabla 5-23) se identificó el intercambio socioecológico de los productos y semillas mediante dos factores principales: parentesco con un porcentaje del 57% y reciprocidad con un 43%. Además, se estableció que el Maíz capio amarillo, el Maíz capio blanco, la arveja piquinegra y la papa yema de huevo o amarilla son los productos y/o semillas con mayores volúmenes, flujos de intercambio y presencia en espacios del traumisak jau.

5.2 Análisis de redes sociales

Con base en la información recopilada a través de la encuesta en los 50 traumisak del resguardo indígena, se realizó un análisis de redes sociales. La tabla 5-24 proporciona las medidas de centralidad: grado e intermediación para los traumisak que asumen roles activos en la red socioecológica.

Traumisak	Piso ecológico	Tipología	Medidas de centralidad			Características unidad doméstica (traumisak)				S
			Grado de entrada	Grado de salida	Intermediación	Área (m ²)	Tiempo residencia (años)	Edad del propietario (años)	Número de integrantes (#)	
TM1	ZM	T3	7	10	0,1345	447	35	53	5	0,97
TM2	ZM	T3	12	9	0,1146	443	48	65	3	0,97
TM3	ZB	T3	4	4	0,0806	496	23	49	4	0,96
TM4	ZB	T3	2	7	0,0642	458	15	59	5	0,96
TM5	ZB	T3	2	4	0,0438	494	17	42	4	0,96
TM6	ZM	T3	5	3	0,0360	386	22	72	2	0,96
TM7	ZB	T2	2	2	0,0343	538	23	46	5	0,95
TM8	ZA	T3	4	4	0,0327	650	28	52	4	0,96
TM9	ZM	T2	1	6	0,0241	745	17	49	8	0,97
TM10	ZA	T3	1	1	0,0205	550	39	59	3	0,96
TM11	ZA	T3	2	1	0,0149	432	23	62	2	0,95
TM12	ZM	T2	1	1	0,0147	362	29	45	10	0,95
TM13	ZM	T2	6	5	0,0136	646	25	41	6	0,96
TM14	ZB	T2	1	1	0,0118	573	15	38	6	0,95
TM15	ZA	T2	1	2	0,0106	482	12	30	8	0,95
TM16	ZB	T2	1	2	0,0095	527	17	33	6	0,94
TM17	ZB	T3	1	2	0,0072	650	16	36	6	0,96
TM18	ZB	T1	1	1	0,0066	1100	10	29	7	0,92
TM19	ZA	T2	1	4	0,0063	430	8	47	12	0,94
TM20	ZA	T2	1	2	0,0027	891	22	35	7	0,94
TM21	ZM	T1	1	4	0,0023	921	12	38	10	0,91
TM22	ZB	T1	3	0	0,0000	612	11	20	5	0,92
TM23	ZB	T3	3	0	0,0000	554	21	57	12	0,94
TM24	ZM	T1	3	0	0,0000	1430	10	42	4	0,89
TM25	ZA	T1	3	0	0,0000	956	8	52	4	0,93
TM26	ZA	T1	3	0	0,0000	1063	6	25	3	0,91

TM27	ZB	T3	2	0	0,0000	557	35	52	10	0,94
TM28	ZM	T1	2	0	0,0000	598	7	22	5	0,87
TM29	ZM	T3	2	0	0,0000	450	22	68	21	0,94
TM30	ZM	T3	2	0	0,0000	337	28	55	15	0,94
TM31	ZA	T1	2	0	0,0000	1956	14	31	8	0,88
TM32	ZA	T3	2	0	0,0000	501	25	61	12	0,94
TM33	ZA	T3	2	0	0,0000	487	24	50	8	0,95
TM34	ZA	T3	2	0	0,0000	350	36	56	14	0,93
TM35	ZB	T2	1	0	0,0000	495	16	38	13	0,92
TM36	ZB	T2	1	0	0,0000	473	15	47	15	0,92
TM37	ZB	T1	1	0	0,0000	1137	17	33	10	0,85
TM38	ZB	T1	1	0	0,0000	910	6	37	9	0,73
TM39	ZA	T2	1	0	0,0000	891	36	57	13	0,91
TM40	ZA	T2	1	0	0,0000	665	10	31	15	0,84
TM41	ZA	T2	1	0	0,0000	428	8	27	8	0,80
TM42	ZA	T1	1	0	0,0000	945	8	51	3	0,75
TM43	ZB	T2	0	2	0,0000	473	6	19	5	0,92
TM44	ZB	T1	0	5	0,0000	823	5	28	4	0,82
TM45	ZM	T3	0	4	0,0000	414	39	60	21	0,96
TM46	ZM	T2	0	3	0,0000	390	27	47	12	0,91
TM47	ZM	T2	0	2	0,0000	858	19	36	15	0,91
TM48	ZM	T2	0	2	0,0000	512	27	35	16	0,90
TM49	ZA	T2	0	2	0,0000	1712	9	31	9	0,77
TM50	ZA	T1	0	1	0,0000	852	10	30	7	0,67

Tabla 5-24. Medidas de centralidad análisis de red socioecológica por tipología del traumisak y piso ecológico

(T1): Traumisak convencional; (T2) Traumisak diversificado; (T3) Traumisak Jau

ZA: Zona alta; ZM: Zona media; ZB: Zona baja

S: Índice de riqueza de Simpson

La caracterización de los traumisak, integrantes de la red socioecológica a través del análisis de medidas de centralidad, indica una distribución libre de escala (Ver figura 5-20). Esta distribución permite establecer que esta red muestra un comportamiento asimétrico y jerárquico, es decir, que el mayor número de nodos están muy poco conectados, mientras hay pocos nodos que están muy conectados.

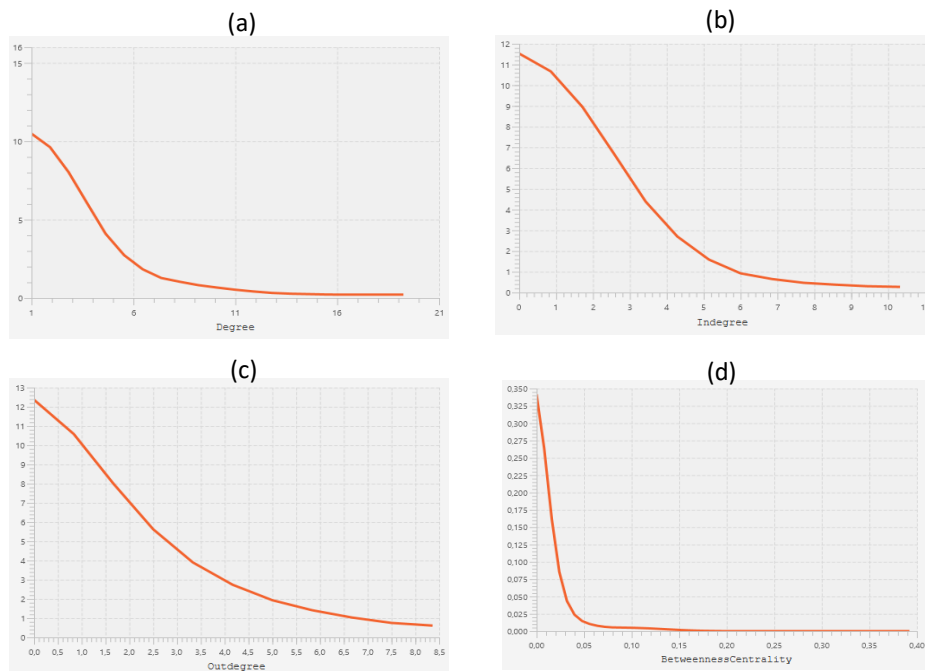


Figura 5-20. Medidas de centralidad – Análisis de redes sociales

Fuente: Elaboración propia - Análisis redes sociales en Cytoscape a partir de datos de red socioecológica traumisak

- (a) Número de nodos vs nivel de grado; (b) Número de nodos vs grado de entrada; (c) Número de nodos vs grado de salida; (d) Número de nodos vs grado de Intermediación

La red de movilidad del traumisak obtenida del análisis de la red social se presenta en la figura 5-21., y representa un gráfico basado en el grado de centralidad e intermediación, donde cada nodo indica un espacio traumisak, el color representa diferenciación por cada zona de vida, de acuerdo con la clasificación local de pisos altitudinales en el resguardo indígena de Totoro y las formas representan las tipologías; el tamaño del nodo representa el grado de intermediación y conexión, los que tienen mayor diámetro tienen mayor importancia como nodos, ya que están conectados con una mayor cantidad de miembros de la red.

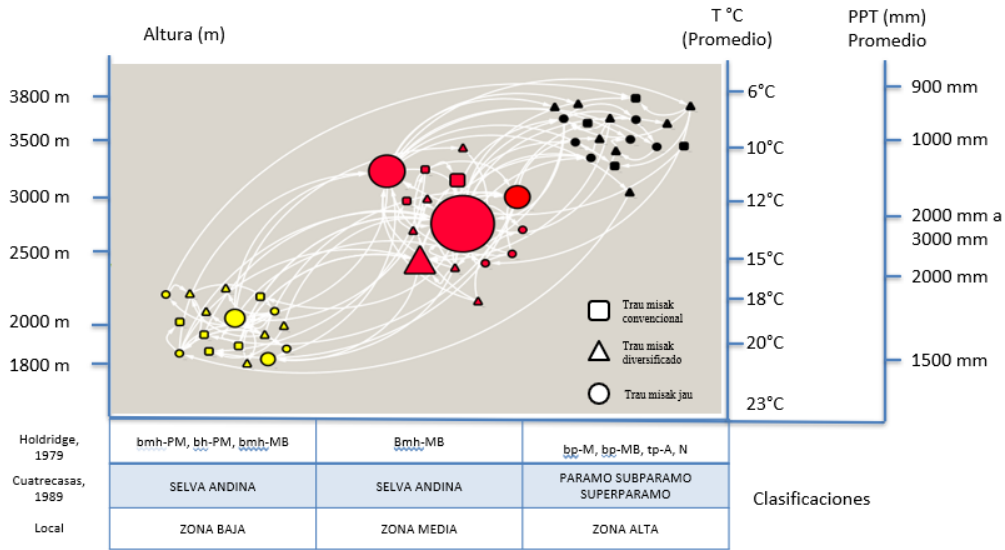


Figura 5-21. Red de movilidad y distribución altitudinal del trau misak en el resguardo indígena de Totoro
Fuente: Galvis, W.A. Trabajo de campo 2019

El análisis de medidas de centralidad indica la alta incidencia de los trau misak jau en la red de movilidad, 9 de sus miembros representan un mayor volumen de interconexiones e intercambios representados en los mayores valores en las medidas de grado de intermediación y grado de centralidad, desempeñando un papel central en la red.

En la figura 5-22 se indica la estructura de la red para las once huertas destacadas en la red.

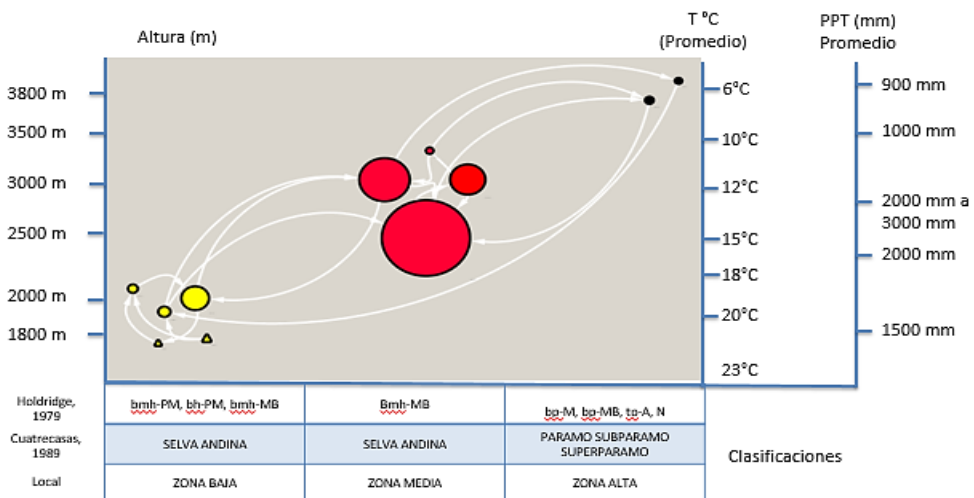


Figura 5-22. Trau misak destacados en la red de movilidad
Fuente: Galvis, W.A. Trabajo de campo 2019

Al considerar las medidas de centralidad, en grado e intermediación, se encontró dos nodos (TM1 y TM2) con vínculos (directos) con más de nueve miembros de la red. Estos trau misak son centros nodales con un alto nivel de conexión e importancia para el flujo de variedades de plantas y semillas, así como en la movilidad del trau misak, están ubicados en la zona media, pertenecen a la tipología trau misak Jau, con un tiempo de residencia en el predio superior a 10 años, con número de integrantes de la unidad doméstica bajo (entre 3 y 5 personas), las áreas destinadas al trau misak son inferiores a 500 m², presentan un mayor índice de agrobiodiversidad (con un valor de 0,97) en comparación con otros miembros de la red, y la edad de sus propietarios están en el rango de mayor edad de la totalidad de miembros de la red (entre 53 y 68 años) (Ver Tabla 5-24).

5.3 Conclusiones

Los productos y semillas con mayor volumen y flujos de intercambio corresponden al maíz capio amarillo, el maíz capio blanco, la arveja piquinegra y la papa yema de huevo o amarilla en espacios que corresponden al trau misak Jau ubicados en la zona media del resguardo; los dos primeros productos y/o semillas son importantes por su valor cultural y para el autoconsumo, los dos últimos son relevantes por su valor económico en el mercado.

En este sentido, los trau misak jau ubicados en la zona media cumplen una función de operación combinada, permiten el flujo y la conexión entre agroecosistemas de la zona alta y zona baja, así como la circulación del germoplasma, favorecen la sustentabilidad del trau misak y permiten sostener el modo de producción totoroéz.

El análisis de redes sociales como herramienta analítica permitió establecer que el trau misak es un sistema sustentable, lo cual se hace evidente en la función de operación combinada que cumplen las tipologías del trau misak, en donde los nodos que corresponden al trau misak jau son los más interconectados y juegan un papel de coordinación y manejo de flujos y patrones de intercambio de agrobiodiversidad y germoplasma en los tres pisos ecológicos desde la zona media del resguardo indígena de Totoro, y donde el parentesco y la reciprocidad son factores principales de intercambio social de los productos y semillas, así como de los conocimientos asociados.

Las unidades de manejo trau misak Jau destacados en la red de interacción representan, elementos virtuosos del manejo de relaciones socioecológicas, diversificación y conservación de la agrobiodiversidad y germoplasma en el resguardo indígena de Totoro, representados a través de un gran número de conexiones y fundamentadas en la transmisión de conocimientos y prácticas en función de una

economía de subsistencia y bajo principios de reciprocidad, y el fortalecer los procesos culturales para pervivencia de los pueblos indígenas; práctica que tiene lugar en el pueblo tontotuna y también, en la mayoría de los pueblos ancestrales a nivel local, regional, nacional e incluso mundial.

La importancia de las interacciones entre tipologías del traú misak en 3 pisos ecológicos como estrategia de manejo y conservación de la agrobiodiversidad en el resguardo indígena de Totoro es: i) biológica por tanto representa un flujo importante de material genético y el mantenimiento de sistemas de intercambio de semillas de cultivos con diversidad genética y conservación de germoplasma; ii) socioeconómica, ya que influye directamente en la diversificación de actividades agropecuarias de autoconsumo, venta de productos agrícolas y pecuarios y en la venta de trabajo; iii) ecológica, por tanto permite el flujo de agrobiodiversidad-germoplasma y la conexión entre agroecosistemas de la zona alta y zona baja; iv) cultural, como estrategia de acoplamiento de elementos heterogéneos y conservación e intercambio de conocimientos y prácticas asociados a la actividad agrícola mediante redes socioecológicas.

El análisis de redes sociales permitió visualizar la dinámica de movilidad de las realidades ecológicas, productivas, ambientales y socioculturales que caracterizan las tipologías del traú misak y la identificación de factores que emergen de interacciones socioecológicas, que merecen ser reconocidos y conservados por su valor biocultural. En este sentido, las relaciones culturales se fortalecen a través de las redes de parentesco y reciprocidad mediante el cultivo tradicional de maíz y tubérculos en espacios del traú misak Jau. Por tanto, para establecer procesos de fortalecimiento y revitalización cultural, se debe considerar los espacios traú misak Jau que presentan mayor grado de intermediación y centralidad, ya que estos cuentan con un flujo importante de intercambios de prácticas y conocimientos, así como una mayor conexión dentro de la red.

6. Evaluación de la sustentabilidad socioecológica en tipologías del trau misak

6.1 Introducción

Para establecer la función socioecológica del trau misak en las formas de manejo de las unidades socioproductivas totoroéz se realizó evaluación de sustentabilidad teniendo en cuenta los factores de riesgo ecológico, económico y sociocultural por el desarrollo de agricultura de temporal en las tipologías del trau misak, mediante una escala de valoración de 1 a 5, siendo 1 la medida que indica un mayor riesgo de acuerdo con la variable analizada y el 5 la condición ideal para el criterio. Se presenta la evaluación de las variables aplicadas a 50 trau misak que representan las 3 tipologías priorizadas de forma integral y en las dimensiones ecológica, técnico-productiva, socioeconómica-cultural y sociopolítica. En el proceso de valoración se incluyen los resultados descritos en el numeral 4.2 y para cada tipología.

6.2 Evaluación de sustentabilidad de la dimensión ecológica, técnico-productiva para las tipologías del trau misak

En el área de estudio, la calidad de suelos se evaluó considerando las prácticas de preparación y conservación del terreno y el uso de agroquímicos. Se destaca que para el trau misak convencional predomina la labranza de alto impacto y mecanizada, el uso de agroquímicos principalmente en cultivos comerciales de papa y fresa, con bajo uso de prácticas de conservación de suelos; en contraste, en el trau misak Jau se evidenció la implementación de labranza reducida o de conservación, con uso controlado de agroquímicos y la implementación de prácticas de rotación y asociación de cultivos, abonos orgánicos y manejo de coberturas vegetales. Lo anterior, se ve reflejado en una buena condición del suelo considerando parámetros de profundidad, materia orgánica, retención de humedad, drenaje, susceptibilidad a la erosión.

La disponibilidad y conservación de agua para las tres tipologías del trau misak es buena, considerando la cercanía de fuentes hídricas en los predios valorados. Sin embargo, se logró identificar la implementación de prácticas para cosechar, almacenar

y usar el agua de forma eficiente en el traumisak Jau en mayor medida, frente al traumisak convencional y diversificado.

En cuanto al manejo de cultivos, se logró evidenciar afectación por plagas y enfermedades y consecuente daños y pérdidas en un porcentaje mayor al 50% de los cultivos en el 80% de traumisak convencionales, frente a una afectación del 30% de los cultivos en los traumisak diversificados y un porcentaje menor al 10% de los cultivos en los traumisak Jau. El principal factor de afectación para las tres tipologías fueron las plagas y enfermedades, seguido de condiciones climáticas principalmente las heladas.

Con respecto al manejo de semillas de maíz para el cultivo, un mayor del resguardo comparte lo siguiente:

Los mayores antes para evitar el gorgojo cosechaban el maíz en la parte baja y se iban cargados para la montaña y lo dejaban allí hasta la fecha de sembrar, y bajaban vuelta el maíz, esto es porque ustedes saben que gorgojo para arriba ya no hay. Hoy tenemos problema de gorgojo por cambio de temperatura, hoy hace mucho más calor, además los abuelos tenían tierra en la parte baja y en la montaña, pero este es el problema del territorio no... y por qué no estamos cuidando como debe ser las semillas. Ahora yo pido al vecino o al pariente que guarde la semilla en la parte alta hasta el tiempo de siembra y manejo con aceite de cocina y ceniza del fogón para evitar el gorgojo. (Fragmento de relato mayor del resguardo de Totoró, 25, 09, 2017).

Con relación al indicador de agrobiodiversidad en los predios evaluados para las tres tipologías del traumisak, se identificó una mayor diversidad espacial, temporal, genética y funcional en los traumisak Jau y traumisak diversificados; en contraste, los traumisak convencionales presentaron una mayor presencia de monocultivos o pastos para ganadería, menor proporción de rotación entre cultivos, la dominancia de una sola variedad en los predios y especies orientadas a la producción (Tabla 6-25).

Indicadores	Variables	Criterios de valoración	Tipología		
			(1)	(2)	(3)
Manejo del suelo	Tiempo y forma de preparación del terreno	1: Alto impacto 3: Impacto moderado 5: Bajo impacto	1	3	5
	Fertilización y manejo de plagas	1: Uso de agroquímicos 3: Uso moderado de agroquímicos con buenas prácticas 5: Sin uso de agroquímicos	1	2	5

	Uso de técnicas productivas para la protección del suelo	1: Una sola práctica (agregar materia orgánica) 3: Al menos tres prácticas (rotación y asociación de cultivos, incorporar microorganismos) 5: Más de cinco prácticas (abonos verdes, cobertura de suelos)	1	2	5
	Propiedades físicas del suelo	1: Baja 3: Media 5: Alta	2	3	5
Manejo del agua	Disponibilidad de agua en el predio	1: Baja. Ninguna fuente permanente y/o cercana al predio 3: Media. Una fuente cercana con capacidad para abastecer 30% de demanda de agua 5: Alta. Una fuente dentro del predio con capacidad para abastecer 70% de demanda	4,5	4,5	4,5
	Prácticas de sostenibilidad del agua disponible	1: Una sola práctica (uso eficiente del agua) 3: Al menos tres prácticas (cosecha, almacenamiento, reciclaje) 5: Más de cinco prácticas (prácticas que favorezcan la regulación hídrica)	1	3	4
Manejo de cultivos	Afectación por plagas y enfermedades	1: Alta. Mayor al 50% de los cultivos 3: Media. Alrededor del 30% de los cultivos 5: Baja. Menor al 10% de los cultivos	1	2	4
	Pérdidas por factores externos	1: Alta. Mayor al 50% de los cultivos 3: Media. Alrededor del 30% de los cultivos 5: Baja. Menor al 10% de los cultivos	4	4	4
Agrobiodiversidad	Diversidad espacial (horizontal y vertical)	1: Monocultivo o pastos para ganadería 3: 50% del área con cultivos de varios estratos o con árboles frutales o de forraje 5: 100% del área con cultivos de varios estratos y árboles frutales o de forraje	1.5	2	3
	Diversidad temporal	1: Rotaciones entre un cultivo (usualmente papa) y pastos 3: Rotaciones cada 1 o 2 ciclos de cultivo, con 3 especies y descanso (pasto) 5: Rotaciones cada ciclo con más de 5 especies, incluidos abonos verdes	1	2	4

	Diversidad genética (cultivos principales: papa y maíz)	1: Domina una sola variedad 3: Dos a tres variedades 5: Más de tres variedades	3	4	4
	Diversidad funcional (especies de plantas y animales)	1: Solo especies orientadas a la producción 3: Especies que cumplen funciones básicas (sombra, reciclaje de nutrientes, producción de energía, animales de trabajo) 5: Además especies que cumplen funciones más específicas (regulación hídrica, plantas alelopáticas o que son hábitat de depredadores, parásitos y polinizadores)	1	4	4
Manejo del paisaje	Conectividad con de fragmentos bosque	1: Menos del 10% del perímetro de la finca está conectado 3: Alrededor del 50% del perímetro de la finca está conectado 5: El 100% del perímetro de la finca está conectado	3	3	4
	Tipo de cerco utilizado en el trau misak	1: Sin cercas vivas, pocos árboles alrededor de la finca de especies introducidas 3: Cercas vivas en al menos el 50% de la finca con especies nativas 5: El 100% de la finca con cercas vivas de especies nativas	3	3	3.5

Tabla 6-25. Resultados de la evaluación de sustentabilidad en la dimensión ecológica, técnico-productiva para las tipologías del trau misak.

Fuente: Galvis, W.A. Trabajo de campo 2018

(1): Trau misak convencional; (2) Trau misak diversificado; (3) Trau misak Jau

En la dimensión, ecológica, tecnológico-productiva el comportamiento de los indicadores al evaluar las variables de interés frente a las tipologías del trau misak, se evidencia diferencias significativas del trau misak Jau en el manejo de suelos, el manejo de cultivos y la agrobiodiversidad, en comparación con los mismos indicadores para el trau misak convencional y diversificado. Por el contrario, los indicadores de disponibilidad y conservación de agua y manejo del paisaje presentan un comportamiento similar (figura 6-23).

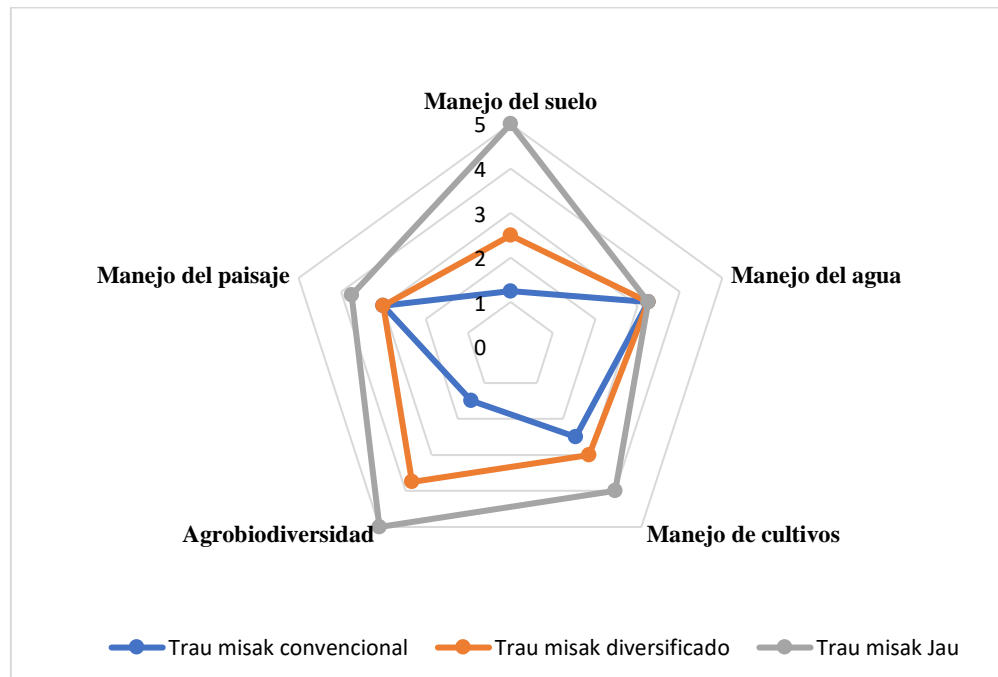


Figura 6-23. Comparativo de de resultados de evaluación de sustentabilidad de la dimensión ecológica, técnico-productiva por tipologías del trau misak

Fuente: Galvis, W.A. Trabajo de campo 2018

6.3 Evaluación de sustentabilidad de la dimensión socioeconómica y cultural para las tipologías del trau misak

En el área de estudio la economía familiar se evaluó para las tres tipologías del trau misak, considerando las condiciones de acceso y control de la tierra para la toma de decisiones, la relación ingresos/costos de producción, el porcentaje de actividades y productos agropecuarios destinados al autoconsumo y la comercialización, así como el porcentaje de trabajo destinado a la realización de actividades diferentes al trau misak y las prácticas de economía solidaria representadas en la participación en mercados locales, trueques y vínculos productor-consumidor. En cuanto al riesgo económico, las variables de endeudamiento, diversificación de productos, servicios, rutas y destinos de comercialización permitieron establecer el panorama de riesgo económico que afrontan los comuneros del resguardo indígena. Las variables que corresponden a la autosuficiencia se evaluaron considerando los resultados del proceso de caracterización de las unidades de manejo de la agrobiodiversidad en función del trau misak.

Se destaca que para el trau misak Jau predomina el desarrollo de actividades y productos agropecuarios destinados al autoconsumo, así como la participación por parte de sus integrantes en actividades de intercambio de productos como trueques en contextos locales y regionales en un porcentaje superior a las actividades correspondientes a la comercialización y la venta de trabajo, en contraste con las tipologías trau misak convencional y diversificado, en las cuales se prioriza la comercialización y el desarrollo de actividades de venta de trabajo en contextos distintos al trau misak. La relación beneficio/costo de las actividades agropecuarias en función de los ingresos y costos de producción es similar para las tres tipologías. En cuanto al acceso a la tierra, el trau misak diversificado y Jau cuentan con mayor valoración por tanto la tierra es propia y toda la familia – incluidos jóvenes, mujeres y adultos mayores – tienen acceso para el desarrollo de actividades y la toma de decisiones frente a que producir; por tanto, las personas responsables del trau misak convencional manifiestan que son arrendatarios de los espacios de cultivo, ya que los propietarios no habitan el territorio.

Las condiciones de riesgo económico por el desarrollo de agricultura de temporal indicaron mayores niveles de endeudamiento por parte de los trau misak convencionales, teniendo en cuenta una baja diversificación de cultivos y actividades para el sustento, lo cual se contrarresta con una alta diversificación de rutas y destinos de comercialización de productos. Por otra parte, el trau misak Jau establece bajos niveles de endeudamiento, mayor diversificación de productos y/o servicios relacionados con el sustento y una diversificación de rutas y destinos de comercialización media.

En cuanto a procesos de autonomía alimentaria, en el trau misak Jau se produce la mayoría de los productos que se consumen con diversificación de alimentos, una alta adopción de tecnologías y manejo de semillas propias, lo cual indica una menor dependencia de recursos o insumos externos a partir de subsidios, créditos, mano de obra y paquetes tecnológicos.

Los procesos de aprendizaje reflexivo a partir de la transmisión de conocimientos, se desarrolla en mayor proporción en los trau misak Jau y convencional comparados con los trau misak convencionales, en los cuales se encontró baja transmisión de conocimientos por parte de los miembros de la unidad socioproductiva. Los procesos de intercambio de conocimientos y colaboración con investigadores y técnicos agropecuarios se realizan en mayor medida en los trau misak convencionales, teniendo en cuenta la demanda de asistencia técnica por manejo de cultivos tecnificados. En cuanto a la implementación de prácticas socioculturales como armonización de espacios del trau misak, refrescamiento de semillas, refrescamiento y conocimiento e interpretación de momentos de la luna se desarrolla en mayor proporción el trau misak Jau, en comparación con los trau misak diversificados y convencionales (ver Tabla 6-26).

Con respecto a la transmisión de conocimientos en espacios del trau misak jau, en un ritual de armonización de semillas, un mayor comparte lo siguiente:

Si vamos a sembrar, despertamos ese niño para darle de comer, ¿y que es la comida ahorita?, pues los remedios que utilizan los mayores, despertar la semilla y llevarla de una vez a donde la mama, y la mama es la tierra. Por eso es importante tener la huerta del trau misak, en el trau misak están las plantas, esta la medicina y las demás semillas, por eso es importante conocer de todo... ir recordando. Esto se hace en la familia, ustedes en la casa para sembrar estas semillas de maíz tendrán que echarle la uvilla, la escoba de polen, el desgranador, maíz de tierra, cogollos de alchira, alegría, verdolaga y tres pepitas de espiga de Yacuma blanca. Nosotros todos hemos ido olvidando, pero yo lo tengo aquí, yo no me lo lei en una cartilla, a uno lo mandaban a hacer eso, todo lo que uno hace en esta vida es de lo que le ensañaron los papas, entonces los papas en ese momento se volvieron maestros de uno, entonces ustedes deben ser maestros de sus hijos, por que en esta vida de todo tenemos que saber. (Fragmento de relato mayor del resguardo de Totoró, 25,09,2017).

Nosotros somos un pueblo, y un pueblo se identifica por su identidad, y la identidad es la ritualidad, es la espiritualidad, son las practicas culturales, es nuestro soñar, es nuestro pensar, es interpretar que significan las semillas para nosotros, ustedes saben que las semillas para los pueblos indígenas son la vida (Fragmento de relato mayor del resguardo de totoró 25,09,2017).

Indicadores	Variables	Criterios de valoración	Tipología		
			(1)	(2)	(3)
Manejo de la economía familiar	Relación costo/beneficio	1: Relación B/C \approx 1 3: Relación B/C \approx 1.5 5: Relación B/C $>$ 2	3	3	3
	Acceso a la tierra y control en la toma de decisiones	1: Sin tierra propia 3: Con tierra propia, pero la controla un solo miembro de la familia, usualmente el hombre 5: Tierra propia y toda la familia (incluidos jóvenes, mujeres y adultos mayores) tienen acceso a esta para desarrollar la actividad de su interés	2	4	4
	Actividades y productos agropecuarios destinados al: autoconsumo (a), comercialización (c) y venta de trabajo (vt)	1: Comercialización y venta de trabajo mayor al autoconsumo ($c + vt > a$) 3: Autoconsumo igual a comercialización y mayor a venta de trabajo ($a = c > vt$)	1	3	5

		5: Autoconsumo mayor a comercialización y venta de trabajo ($a > c + vt$)			
	Prácticas economía solidaria (participación mercados locales, trueque, vínculos productor-consumidor)	1: Una práctica esporádica 3: Al menos 2 prácticas frecuentes 5: Más de 4 prácticas constantes	1	3	5
Riesgo económico	Nivel de endeudamiento	1: Alto 3: Medio 5: Bajo	1	3	5
	Diversificación de cultivos y actividades en función del sustento	1: De 1 a 3 cultivos y/o actividades de sustento 3: Al menos 6 cultivos y/o actividades de sustento 5: Más de 10 cultivos y/o actividades de sustento	1	3	5
	Diversificación de rutas y destinos de comercialización	1: 1 o 2 rutas y destinos de comercialización en condiciones favorables 3: 3 a 4 rutas en condiciones normales 5: Mas de 5 rutas en condiciones normales	5	3	3
Autosuficiencia	Autonomía alimentaria	1: Produce menos del 30% de lo que consume y solo de uno o dos grupos de alimentos (ej: proteínas y granos y tubérculos) 3: Produce la mitad de lo que consume, pero no tiene suficiente diversidad dentro de los grupos de alimentos, especialmente verduras y frutas 5: Produce la mayoría de lo que consume y de todos los grupos de alimentos (incluidas verduras y frutas)	1	3	5
	Manejo de semillas	1: > Proporción semillas certificadas 3: Semillas certificadas = semillas propias 5: > Proporción de semillas propias	1	3	5
	Implementación de calendario agrícola	1: Bajo 3: Medio 5: Alto	1	4	4

	Dependencia de recursos o insumos externos (subsídios, crédito, mano de obra, agroquímicos)	1: Alta 3: Media 5: Baja	1	3	5
Aprendizaje reflexivo	Transmisión de conocimientos en el traumisak	1: Baja 3: Media 5: Alta	1	5	5
	Prácticas socioculturales (armonización, aporque, deyerve, refrescamiento de semillas, cateo, refrescamiento, conocimiento e interpretación e momentos de la luna)	1: Baja 3: Media 5: Alta	1	3	5
Participación comunitaria	Participación comunitaria (Asambleas del cabildo, JAC, rituales, etc)	1: No participa en ningún espacio o actividad comunitaria 3: Participa en algunos espacios o actividades comunitarias 5: Participa en la mayoría de espacios o actividades comunitarias	1	2	5
	Relacionamiento con actores externos a la comunidad	1: Vínculos con un solo tipo de actor 3: Vínculos con 3 tipos de actores 5: Vínculos con al menos una organización de cada tipo de actor	5	3	1

Tabla 6 - 26. Resultados de la evaluación de sustentabilidad de la dimensión socioeconómica y cultural para las tipologías del traumisak

Fuente: Galvis, W.A. Trabajo de campo 2018

1): Traumisak convencional; (2) Traumisak diversificado; (3) Traumisak Jau

En la dimensión socioeconómica y cultural el comportamiento de los indicadores al evaluar las variables de interés frente a las tipologías del traumisak, se evidencia diferencias significativas del traumisak Jau en el autosuficiencia, economía familiar, riesgo económico y aprendizaje reflexivo, en comparación con los mismos indicadores para el traumisak convencional y diversificado. Por el contrario, los indicadores de riesgo ecológico presentan un comportamiento similar para los traumisak convencional y diversificados (figura 6-24).

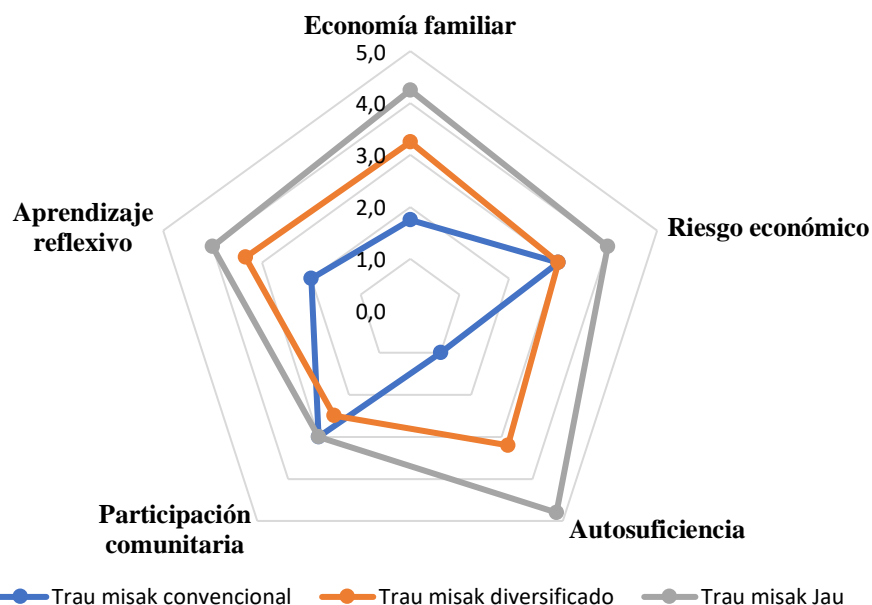


Figura 6-24. Comparativo de resultados de evaluación de sustentabilidad de la dimensión económica y cultural por tipologías del trau misak
Fuente: Galvis, W.A. Trabajo de campo 2018

6.4 Índices de sustentabilidad por tipologías del trau misak

De acuerdo con la tabla 6-27 y la figura 6-25, la determinación del índice de sustentabilidad indica un comportamiento cercano al ideal del trau misak Jau con un valor del 70%, seguido del trau misak diversificado con un 36% y el trau misak convencional con un 18%, para los factores relacionados con la dimensión ecológica y técnico-productiva en cada tipología del trau misak.

Tipología del trau misak	Factores que determinan índice de sustentabilidad					Índice de sustentabilidad (%)
	Manejo del suelo	Manejo del paisaje	Agrobiodiversidad	Manejo de cultivos	Manejo del agua	
Trau misak convencional	0.06	0.04	0.08	0.04	0.06	18
Trau misak diversificado	0.17	0.17	0.23	0.29	0.17	36
Trau misak jau	0.29	0.38	0.38	0.38	0.23	70

Tabla 6-27. Índice de sustentabilidad dimensión ecológica y técnico productivo por tipología del trau misak

Dentro de los factores evaluados el manejo del paisaje, la agrobiodiversidad y el manejo de cultivos, presentó la situación más favorable para el trau misak Jau en comparación con las tipologías trau misak convencional y diversificado. Se aprecian deficiencias en factores relacionados con el manejo del agua, al igual que el manejo del suelo para las tres tipologías del trau misak, los cuales refieren un uso alto de agroquímicos, labranza de alto impacto en las actividades de preparación del terreno y una baja implementación de actividades de conservación de suelos, al igual que escasa aplicación de prácticas de conservación y uso eficiente del recurso hídrico.

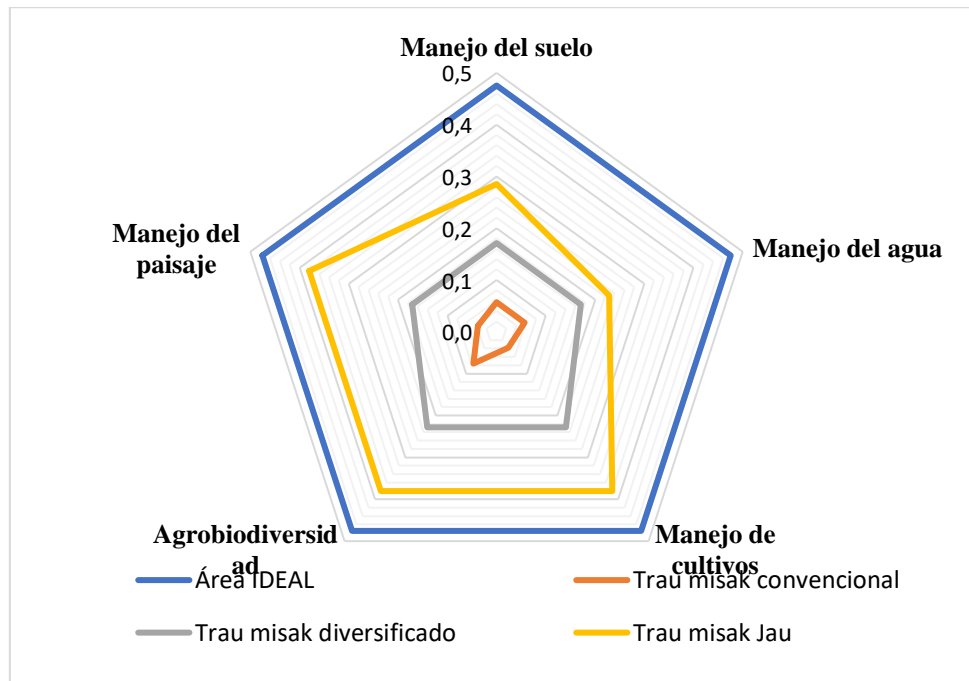


Figura 6-25. Valores del Índice de sustentabilidad dimensión ecológica y técnico productivo por tipología del trau misak y factores que lo determinan. Fuente: Galvis, W.A. Trabajo de campo 2018

De acuerdo con la figura 6-26 la determinación del índice de sustentabilidad para la dimensión socioeconómica y cultural en cada tipología del traumisak indica un comportamiento cercano al ideal del traumisak Jau con un valor del 70%, seguido del traumisak diversificado con un 41% y el traumisak convencional con un valor del 11% (Tabla 6-28)

Tipología del traumisak	Factores que determinan índice de sustentabilidad					Índice de sustentabilidad (%)
	Economía familiar	Riesgo económico	Auto suficiencia	Aprendizaje reflexivo	Particip. comunitaria	
Traumisak convencional	0.11	0.57	0.04	0.11	0.11	11
Traumisak diversificado	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	41
Traumisak jau	0.30	0.38	0.38	0.30	0.30	70

Tabla 6-28. Índice de sustentabilidad dimensión socioeconómica y cultural por tipología del traumisak

Dentro de los factores evaluados el riesgo económico y la autosuficiencia presentaron la situación más favorable para el traumisak Jau en comparación con las tipologías traumisak convencional y diversificado. Se aprecian deficiencias en factores relacionados con el riesgo económico y la autosuficiencia para el traumisak convencional, lo cual refiere una baja diversificación de actividades y rutas de intercambio y comercialización de productos, sumado a un alto nivel de endeudamiento.

Para las tres tipologías del traumisak, los cuales refieren un uso alto de agroquímicos, labranza de alto impacto en las actividades de preparación del terreno y una baja implementación de actividades de conservación de suelos, al igual que escasa aplicación de prácticas de conservación y uso eficiente del recurso hídrico.

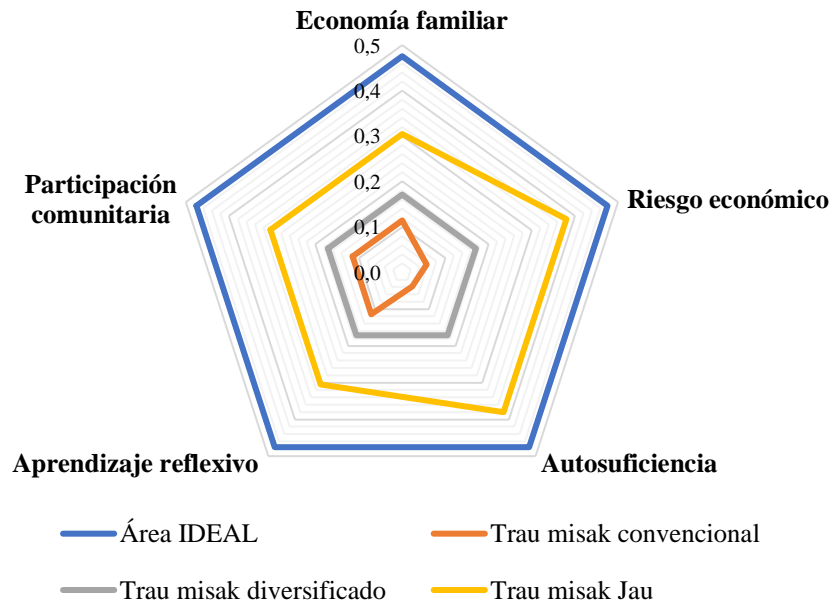


Figura 6-26. Valores del Índice de sustentabilidad dimensión socioeconómica y cultural por tipología del trau misak y factores que lo determinan.

Fuente: Galvis, W.A. Trabajo de campo 2018

6.5 Conclusiones

El proceso de evaluación de sustentabilidad socioecológica del trau misak puede ampliarse en su interpretación y análisis una vez relacionadas las dimensiones ecológicas, técnico-productivas, socioeconómicas y culturales en unidades especializadas de manejo de agrobiodiversidad, representadas en tipologías del trau misak.

Los factores socioambientales que marcaron diferencia de la tipología trau misak Jau con tipologías del trau misak diversificado y convencional en el proceso de evaluación de la sustentabilidad fueron: el manejo del paisaje, la agrobiodiversidad y autosuficiencia

La tipología trau misak Jau obtuvo el mayor valor del índice de sustentabilidad tanto en la dimensión ecológica y técnico-productiva (70%) como en la dimensión socioeconómica y cultural (70%), destacando los factores socioambientales: agrobiodiversidad, manejo del paisaje, manejo del riesgo económico y autosuficiencia. Los factores socioambientales evaluados en sus dimensiones ecológica, técnico productiva, socioeconómica y cultural que determinan mayor sustentabilidad socioecológica del trau misak Jau, indican el complemento de saberes y prácticas en

actividades de sustento relacionadas con unidades especializadas de manejo de la agrobiodiversidad.

Los resultados del proceso de evaluación de sustentabilidad socioecológica del trau misak, así como el establecimiento de índices de sustentabilidad para las tres tipologías, permite conocer de una manera integral la funcionalidad de la unidad de manejo del trau misak y concluir que el trau misak jau presenta un mayor grado de sustentabilidad que el trau misak diversificado y convencional, y tiene elementos relacionados con la dimensión ecológica, técnicoproductiva, socioeconómica y cultural, suficientes para sostenerse en el tiempo.

7. Construcción del modelo analítico trau misak

La premisa inicial de investigación permitió establecer la situación de inconformidad del investigador: *La escala analítica para el estudio de huertas tradicionales ha sido equiparable a la parcela, por lo que es equivalente a un sistema cerrado y estático, con intercambios limitados de materia, energía e información con su entorno, lo cual dificulta la identificación de las múltiples relaciones socioecológicas en formas de manejo de la agrobiodiversidad en unidades de producción indígena;* con esta premisa de partida se construyó la transformación o situación deseada.

Posteriormente, se establece una nueva sensación de inconformidad, en función del siguiente proceso de transformación y la cosmovisión relacionada:

Huertas tradicionales sin investigación —————> Huertas tradicionales con investigación

W (cosmovisión): El trau misak como eje articulador de estrategias de sustento y factores de riesgo ecológico y económico desde la perspectiva socioecológica

Sensación de inconformidad: *Los estudios sobre huertas tradicionales no han considerado la perspectiva socioecológica en el manejo de estrategias de sustento y el riesgo ecológico- económico por el desarrollo de agricultura de temporal en agroecosistemas de alta montaña*

La nueva transformación es la siguiente:

No hay modelos para demostrar que las comunidades indígenas manejan estrategias de sustento y los factores de riesgo ecológico y económico en agroecosistemas de alta montaña a través de la dinámica del Trau misak



Modelo para demostrar que las comunidades indígenas manejan estrategias de sustento y los factores de riesgo ecológico y económico en agroecosistemas de alta montaña a través de la dinámica del Trau misak

El “que” de la situación problemática se consolidó a partir de la siguiente definición raíz:

Se busca construir un modelo analítico que permita generar las bases socioecológicas del sistema de manejo de la agrobiodiversidad y procesos de intervención y direccionamiento de la diversidad ecológica altoandina en territorios del resguardo indígena totoroéz y establecer por qué el trau misak jau es el eje de toda la actividad

económica, ecológica y cultural, mediante la articulación de modelos de manejo y estrategias metodológicas para el análisis de indicadores multidisciplinares.

Esta definición raíz se relaciona con el objetivo específico 3, de la investigación e intenta resolver la problemática de escala analítica en el estudio de huertas tradicionales. Una vez definida la definición raíz se construye el modelo conceptual.

Partiendo de la premisa, de que el sustento en unidades domésticas de manejo de la agrobiodiversidad y producción indígena proviene de dos campos: i) El campo ecológico y ii) El campo social, se establece el modelo traumisak teniendo en cuenta los planteamientos de Palerm (1980) frente a la caracterización de unidades domésticas de producción en el cual se realiza la identificación, construcción y descripción de categorías del modelo traumisak, a partir de la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{l}
 \text{Sustento originado} \\
 \text{en el campo} \\
 \text{ecológico} \\
 \hline
 \text{Campo tangible del sustento} \\
 \hline
 A + Ba - Be + Ai + Af \\
 \hline
 \text{Sustento originado en el campo social} \\
 \hline
 \text{Relaciona el campo social y} \\
 \text{ecológico del sustento} \\
 \hline
 \text{Campo intangible del} \\
 \text{sustento} \\
 \hline
 + Rs \\
 \hline
 = \text{Sustento}
 \end{array}
 \tag{7.4}$$

Dónde:

- A: Autoconsumo
- Ba: Beneficios ambientales
- Be: Beneficio económico
- Ai: Apoyos institucionales
- Af: Apoyo familiar
- Rs: Redes socioecológicas

La fórmula se sustenta tanto de datos cuantitativos como cualitativos, más allá de su requerimiento etnográfico, permite valorar los sistemas ecológicos y sociales en función de las formas de manejo del ingreso para el sustento, mientras las redes favorecen la articulación del campo social y ecológico del sustento a partir del traumisak.

7.1 Aplicación del modelo a tipologías del traumisak

En el proceso de aplicación del modelo a 50 unidades socioproduktivas prioritizadas se obtuvieron los siguientes resultados (Tabla 7-29).

Traumisak/ tipología	Piso ecológico (Zona)	Variables relacionadas con el sustento						Aplicación del modelo
		Sustento originado en el campo ecológico		Sustento originado en el campo social			Campo intangible del sustento	
		A (%)	Ba (%)	Be (%)	Ai (%)	Af (%)	Rs (%)	
TM1/T3	ZM	18	8	10	6	6	52	$A + Rs + Be > Ba + Ai + Af$
TM2/T3	ZM	20	4	12	7	8	49	$A + Rs + Be > Ba + Ai + Af$
TM3/T3	ZB	30	6	11	8	9	36	$A + Rs + Be > Ba + Ai + Af$
TM4/T3	ZB	32	14	12	6	6	30	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$
TM5/T3	ZB	31	15	10	8	8	28	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$
TM6/T3	ZM	35	8	22	5	5	25	$A + Rs + Be > Ba + Ai + Af$
TM7/T2	ZB	28	10	20	8	9	25	$A + Rs + Be > Ba + Ai + Af$
TM8/T3	ZA	22	18	18	9	9	24	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$
TM9/T2	ZM	20	15	22	8	13	22	$A + Rs + Be > Ba + Ai + Af$
TM10/T3	ZA	18	14	22	13	13	20	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$
TM11/T3	ZA	22	16	24	7	11	20	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$
TM12/T2	ZM	52	12	10	4	4	18	$A + Rs > Be + Ai + Af + Ba$
TM13/T2	ZM	42	10	24	4	0	20	$A + Rs + Be > Ba + Ai + Af$
TM14/T2	ZB	24	18	22	6	8	22	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$
TM15/T2	ZA	23	15	23	10	8	21	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$
TM16/T2	ZB	26	16	20	9	9	20	$A + Rs + Be > Ba + Ai + Af$
TM17/T1	ZB	10	4	48	12	18	8	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$
TM18/T1	ZB	6	4	50	10	28	2	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$
TM19/T2	ZA	28	14	18	8	8	24	$A + Rs + Be > Ba + Ai + Af$
TM20/T2	ZA	39	16	15	8	8	14	$A + Rs + Ba > Be + Ai + Af$
TM21/T1	ZM	10	5	42	12	24	7	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$

TM22/T1	ZB	28	5	38	10	5	14	$A + Be + Rs > Ai + Af + Ba$
TM23/T3	ZB	25	18	18	9	8	22	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$
TM24/T1	ZM	12	10	32	14	28	4	$Be + Af + Ai > A + Ba + Rs$
TM25/T1	ZA	8	8	38	10	32	4	$Be + R + Ai > A + Ba + Rs$
TM26/T1	ZA	8	5	32	22	28	5	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$
TM27/T3	ZB	25	22	15	10	6	22	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$
TM28/T2	ZM	12	10	38	16	14	10	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$
TM29/T3	ZM	22	19	18	10	12	19	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$
TM30/T3	ZM	38	12	14	8	12	16	$A + Rs > Ba + Be + Ai + Af$
TM31/T1	ZA	12	10	28	18	22	10	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$
TM32/T3	ZA	25	10	20	10	15	20	$A + Rs + Be > Ba + Ai + Af$
TM33/T3	ZA	38	4	14	10	4	30	$A + Rs > Ba + Be + Ai + Af$
TM34/T3	ZA	32	12	18	10	2	26	$A + Rs > Ba + Be + Ai + Af$
TM35/T2	ZB	27	23	22	8	8	12	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$
TM36/T2	ZB	25	18	19	10	10	18	$A + Ba + Be + Rs > Ai + Af$
TM37/T1	ZB	12	10	41	14	13	10	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$
TM38/T1	ZB	12	10	39	15	14	10	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$
TM39/T2	ZA	41	5	12	8	5	29	$A + Rs > Ba + Be + Ai + Af$
TM40/T2	ZA	30	22	20	5	5	18	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$
TM41/T2	ZA	28	24	25	4	3	16	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$
TM42/T1	ZA	10	5	30	18	27	10	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$
TM43/T1	ZB	12	8	28	20	22	10	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$
TM44/T1	ZB	10	5	30	18	29	8	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$
TM45/T3	ZM	45	12	12	10	8	13	$A + Rs > Ba + Be + Ai + Af$
TM46/T2	ZM	39	25	22	8	4	2	$A + Ba + Be > Ai + R + Rs$
TM47/T2	ZM	25	20	23	10	10	12	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$
TM48/T2	ZM	27	22	21	8	12	10	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$
TM49/T1	ZA	12	10	29	21	20	8	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$
TM50/T1	ZA	12	10	22	20	30	6	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$
TM1/T3	ZM	18	8	10	6	6	52	$A + Rs + Be > Ba + Ai + Af$

Tabla 7-29. Aplicación del modelo por tipología del trau misak

A: Autoconsumo; Ba: Beneficios ambientales; Be: Beneficios económicos; Ai: Apoyo institucional; Af: Apoyo familiar; Rs: Redes socioecológicas
 (T1): Trau misak convencional; (T2) Trau misak diversificado; (T3) Trau misak Jau
 ZA: Zona alta; ZM: Zona media; ZB: Zona baja
 Fuente: Galvis, W.A. Trabajo de campo 2019

En la figura 7-27 se indican resultados del comportamiento de las variables del sustento en porcentaje para las tres tipologías del trau misak. La distribución porcentual del promedio de variables del sustento indica una mayor proporción de actividades dirigidas al autoconsumo, los beneficios ambientales y las redes socioecológicas para las tipologías trau misak Jau y diversificado, entre tanto, la proporción de actividades relacionadas con variables de beneficio económico, apoyos institucionales y apoyos familiares predominan en espacios de la tipología trau misak convencional.

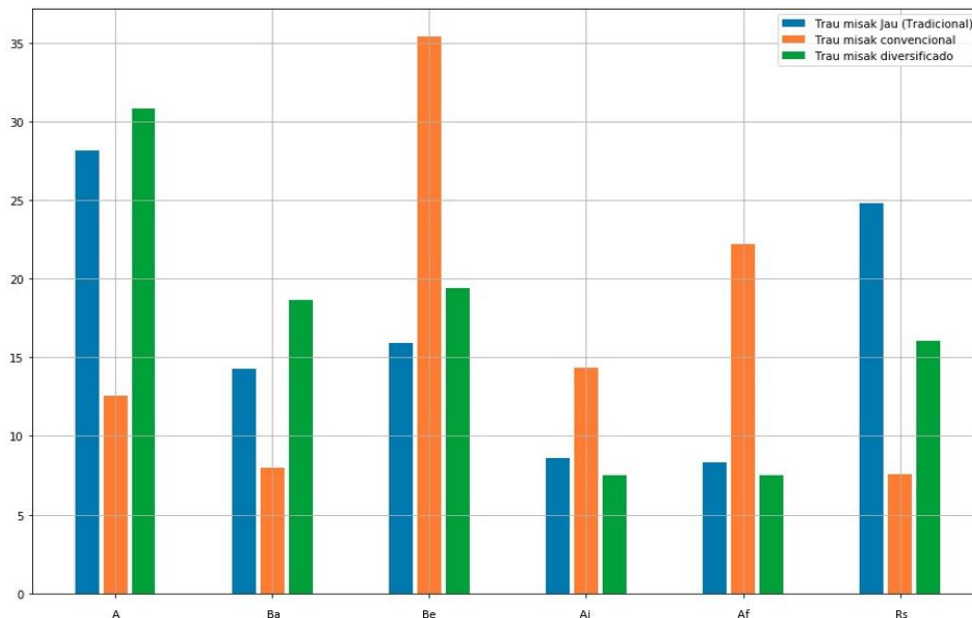


Figura 7-27. Análisis variables del sustento vs tipologías del trau misak
 A: Autoconsumo; Ba: Beneficios ambientales; Be: Beneficios económicos; Ai: Apoyo institucional; Af: Apoyo familiar; Rs: Redes socioecológicas
 Fuente: Elaboración propia, 2020

En la figura 7-28 se muestran resultados del comportamiento de las variables del sustento en las tres zonas de vida (zona alta, zona media y zona baja). La distribución porcentual superior al 25% indica una mayor proporción de actividades relacionadas con el autoconsumo y el beneficio económico en las zonas media y baja, respectivamente. La variable redes socioecológicas con porcentajes entre el 17 y 19% muestra un comportamiento similar en las tres zonas. Finalmente, los valores relacionados con beneficios ambientales, apoyos institucionales y apoyos familiares,

con un rango entre el 9 y 14% indican un comportamiento similar en las tres zonas y menores valores porcentuales de actividades relacionadas con el sustento.

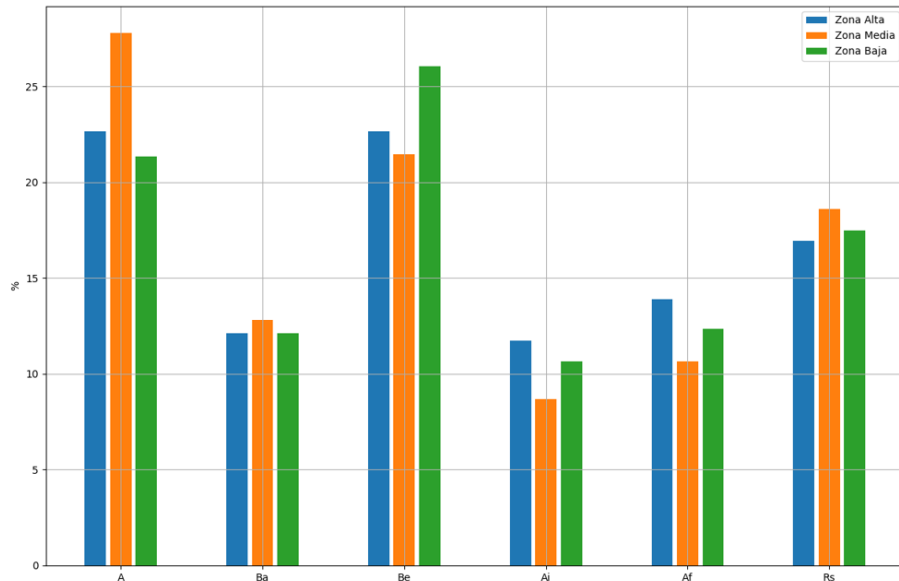


Figura 7-28. Análisis variables del sustento vs pisos ecológicos
 Fuente: Elaboración propia, 2020

Posteriormente, se agruparon las variables del sustento en tres dimensiones: i) el campo ecológico, ii) el campo social y iii) el campo intangible de las redes socioecológicas para analizar patrones de comportamiento en las tres tipologías del traumisak (figura 7-29). En el análisis, la tipología traumisak convencional mostró una mayor tendencia hacia el campo social (72%) comparado con los campos ecológico y redes con valores del 20 y el 8% respectivamente; la tipología traumisak diversificado presentó mayor tendencia al campo ecológico (50%) comparado con los campos social y redes, con valores de 34 y 16% respectivamente; la tipología traumisak jau presento valores del 43% para el campo ecológico, 32% para el campo social y 25% para el campo redes.

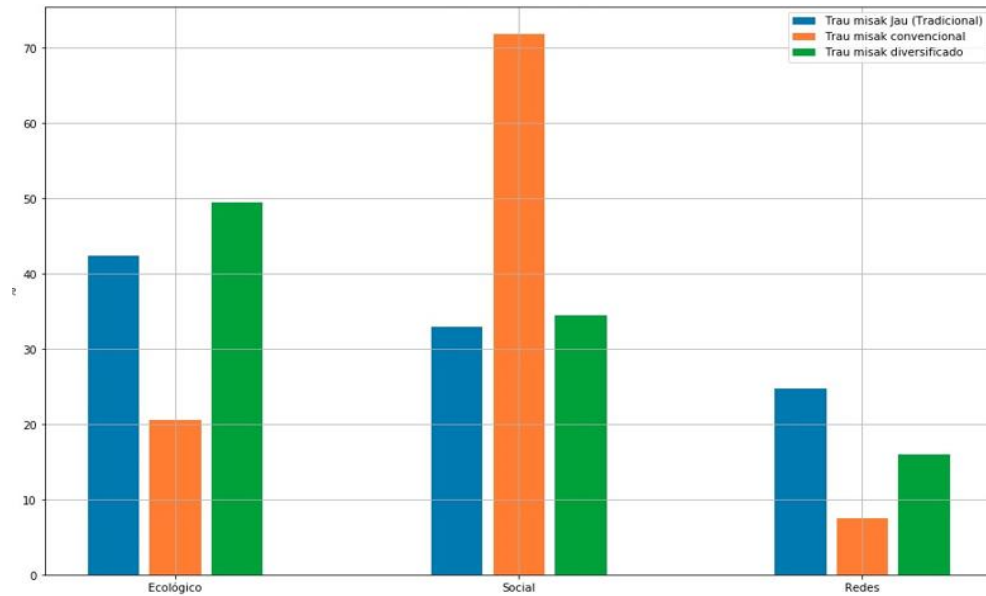


Figura 7-29. Análisis campos del sustento vs tipologías del traumisak
Fuente: Elaboración propia, 2020

En las figuras 7-30 y 7-31 se indica la distribución porcentual de las dimensiones ecológica, social y redes socioecológicas en las zonas alta, media y baja. En el análisis, los campos del sustento con mayor presencia en la zona alta se encuentran en la dimensión social y ecológica con valores del 48 y el 34% respectivamente, seguido por un 18% para el campo de redes. En la zona media, los campos ecológico y social indican una presencia del 41 % en contraste con un 18% para el campo redes. En la zona baja, los campos social y ecológico indican mayor presencia con valores del 48 y el 35% respectivamente, seguido de un 17% para el campo redes.

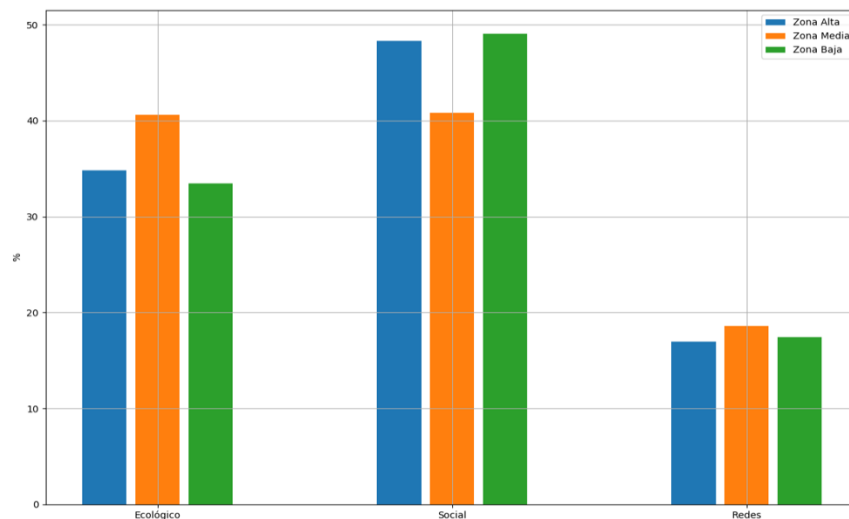


Figura 7-30. Campos del sustento vs pisos ecológicos
Fuente: Elaboración propia, 2020

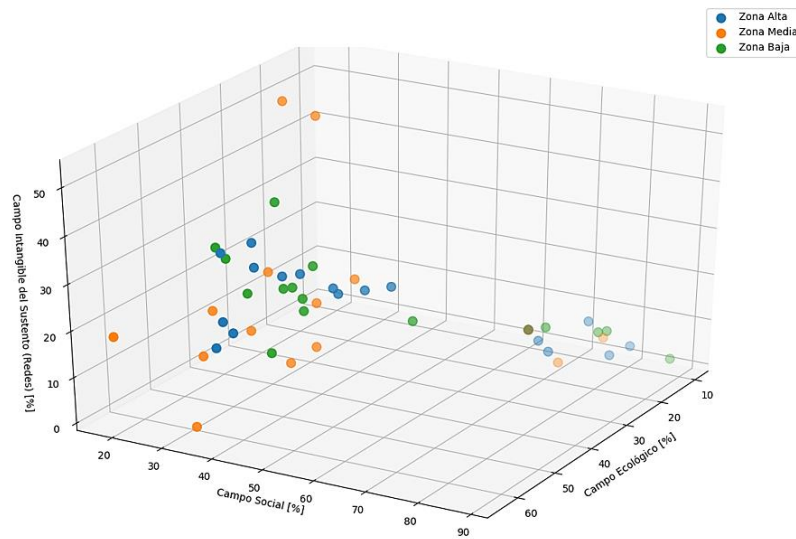


Figura 7-31. Distribución de los campos del sustento vs pisos ecológicos
 Fuente: Elaboración propia, 2020

En la figura 7-32 se identifican tendencias de la tipología traumisak convencional al campo social, mientras las tipologías traumisak Jau y traumisak diversificado muestran un comportamiento similar, ubicados en la zona baja del campo social y zona media de los campos ecológico y de las redes socioecológicas. Se observa una propensión de dos representantes del traumisak diversificado a valores altos del campo ecológico y valores bajos de campos social y redes socioecológicas. Dos representantes del traumisak Jau presentan valores altos de la dimensión redes socioecológicas y valores bajos de campos social y ecológico.

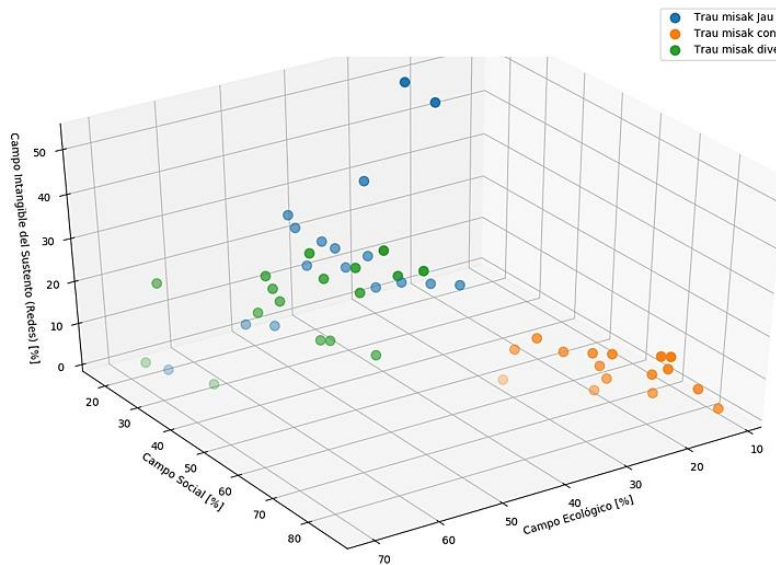


Figura 7-32. Campos del sustento vs tipologías del traumisak
 Fuente: Elaboración propia, 2020

7.2 Identificación de tendencias en formas de manejo del modelo trau misak relacionados con el ciclo de renovación adaptativa del sistema

En el proceso de identificación de tendencias en formas de manejo del modelo trau misak, se tomaron resultados de la aplicación del modelo propuesto a 50 unidades socioproduktivas y se establecieron las condiciones de relación entre el modelo aplicado a tipologías del trau misak y los estados del sistema del ciclo de renovación adaptativo (Tabla 7-30).

Fases del ciclo de renovación adaptativa del sistema	Estados del modelo trau misak
Explotación y crecimiento (r)	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af = \text{Sustento}$
Conservación y acumulación (k)	$A + Rs + Be > Ba + Ai + Af = \text{Sustento}$
Liberación de potencial acumulado (Ω)	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs = \text{Sustento}$
Reorganización estructural (α)	$A + Rs > Be + Ai + Af + Ba = \text{Sustento}$

Tabla 7-30. Condiciones de relación entre el modelo aplicado a tipologías del trau misak y los estados del sistema del ciclo de renovación adaptativo

Fuente: Elaboración propia, 2020

Se aplicaron las condiciones de relación referenciadas en la Tabla 28 y se obtuvieron los siguientes resultados para cada tipología del trau misak contrastados con características de las unidades domésticas (Tabla 7-31).

Trau misak /tipología	Piso ecológico (Zona)	Aplicación del modelo	Estados del sistema	Características de Unidades domésticas (trau misak)			
				Área (m ²)	Tiempo residencia (años)	Edad del propietario (años)	No de integrantes (#)
TM1/T3	ZM	$A + Rs + Be > Ba + Ai + Af$	Conservación acumulación (k) y	447	35	53	5
TM2/T3	ZM	$A + Rs + Be > Ba + Ai + Af$	Conservación acumulación (k) y	443	48	65	3
TM3/T3	ZB	$A + Rs + Be > Ba + Ai + Af$	Conservación acumulación (k) y	496	23	49	4
TM4/T3	ZB	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$	Explotación crecimiento (r) y	458	15	59	5
TM5/T3	ZB	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$	Explotación crecimiento (r) y	494	17	42	4

TM6/T3	ZM	$A + R_s + B_e > B_a + A_i + A_f$	Conservación acumulación (k)	y	386	22	72	2
TM7/T2	ZB	$A + R_s + B_e > B_a + A_i + A_f$	Conservación acumulación (k)	y	538	23	46	5
TM8/T3	ZA	$A + B_a + R_s + B_e > A_i + A_f$	Explotación crecimiento (r)	y	650	28	52	4
TM9/T2	ZM	$A + R_s + B_e > B_a + A_i + A_f$	Conservación acumulación (k)	y	745	17	49	8
TM10/T3	ZA	$A + B_a + R_s + B_e > A_i + A_f$	Explotación crecimiento (r)	y	550	39	59	3
TM11/T3	ZA	$A + B_a + R_s + B_e > A_i + A_f$	Explotación crecimiento (r)	y	432	23	62	2
TM12/T2	ZM	$A + R_s > B_e + A_i + A_f + B_a$	Rsorganización estructural (α)		362	29	45	10
TM13/T2	ZM	$A + R_s + B_e > B_a + A_i + A_f$	Conservación acumulación (k)	y	646	25	41	6
TM14/T2	ZB	$A + B_a + R_s + B_e > A_i + A_f$	Explotación crecimiento (r)	y	573	15	38	6
TM15/T2	ZA	$A + B_a + R_s + B_e > A_i + A_f$	Explotación crecimiento (r)	y	482	12	30	8
TM16/T2	ZB	$A + R_s + B_e > B_a + A_i + A_f$	Conservación acumulación (k)	y	527	17	33	6
TM17/T1	ZB	$B_e + A_i + A_f > A + B_a + R_s$	Liberación de potencial acumulado (Ω)		650	16	36	6
TM18/T1	ZB	$B_e + A_i + A_f > A + B_a + R_s$	Liberación de potencial acumulado (Ω)		1100	10	29	7
TM19/T2	ZA	$A + R_s + B_e > B_a + A_i + A_f$	Conservación acumulación (k)	y	430	8	47	12
TM20/T2	ZA	$A + R_s + B_a > B_e + A_i + A_f + B_a$	Rsorganización estructural (α)		891	22	35	7
TM21/T1	ZM	$B_e + A_i + A_f > A + B_a + R_s$	Liberación de potencial acumulado (Ω)		921	12	38	10
TM22/T1	ZB	$A + B_e + R_s > A_i + A_f + B_a$	Conservación acumulación (k)	y	612	11	20	5
TM23/T3	ZB	$A + B_a + R_s + B_e > A_i + A_f$	Explotación crecimiento (r)	y	554	21	57	12
TM24/T1	ZM	$B_e + A_f + A_i > A + B_a + R_s$	Liberación de potencial acumulado (Ω)		1430	10	42	4
TM25/T1	ZA	$B_e + R + A_i > A + B_a + R_s$	Liberación de potencial acumulado (Ω)		956	8	52	4
TM26/T1	ZA	$B_e + A_i + A_f > A + B_a + R_s$	Liberación de potencial acumulado (Ω)		1063	6	25	3
TM27/T3	ZB	$A + B_a + R_s + B_e > A_i + A_f$	Explotación crecimiento (r)	y	557	35	52	10
TM28/T2	ZM	$B_e + A_i + A_f > A + B_a + R_s$	Liberación de potencial acumulado (Ω)		598	7	22	5
TM29/T3	ZM	$A + B_a + R_s + B_e > A_i + A_f$	Explotación crecimiento (r)	y	450	22	68	21
TM30/T3	ZM	$A + R_s > B_a + B_e + A_i + A_f$	Rsorganización estructural (α)		337	28	55	15
TM31/T1	ZA	$B_e + A_i + A_f > A + B_a + R_s$	Liberación de potencial acumulado (Ω)		1956	14	31	8
TM32/T3	ZA	$A + R_s + B_e > B_a + A_i + A_f$	Conservación acumulación (k)	y	501	25	61	12
TM33/T3	ZA	$A + R_s > B_a + B_e + A_i + A_f$	Rsorganización estructural (α)		487	24	50	8

TM34/T3	ZA	$A + Rs > Ba + Be + Ai + Af$	Conservación acumulación (k)	y	170	36	56	14
TM35/T2	ZB	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$	Explotación crecimiento (r)	y	408	16	38	13
TM36/T2	ZB	$A + Ba + Be + Rs > Ai + Af$	Explotación crecimiento (r)	y	473	15	47	15
TM37/T1	ZB	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$	Liberación de potencial acumulado (Ω)		1137	17	33	10
TM38/T1	ZB	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$	Liberación de potencial acumulado (Ω)		910	6	37	9
TM39/T2	ZA	$A + Rs > Ba + Be + Ai + Af$	Rsorganización estructural (α)		740	36	57	13
TM40/T2	ZA	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$	Explotación crecimiento (r)	y	665	10	31	15
TM41/T2	ZA	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$	Explotación crecimiento (r)	y	428	8	27	8
TM42/T1	ZA	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$	Liberación de potencial acumulado (Ω)		945	8	51	3
TM43/T1	ZB	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$	Liberación de potencial acumulado (Ω)		808	6	19	5
TM44/T1	ZB	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$	Liberación de potencial acumulado (Ω)		823	5	28	4
TM45/T3	ZM	$A + Rs > Ba + Be + Ai + Af$	Rsorganización estructural (α)		414	39	60	21
TM46/T2	ZM	$A + Ba + Be > Ai + R + Rs$	Explotación crecimiento (r)	y	390	27	47	12
TM47/T2	ZM	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$	Explotación crecimiento (r)	y	858	19	36	15
TM48/T2	ZM	$A + Ba + Rs + Be > Ai + Af$	Explotación crecimiento (r)	y	512	27	35	16
TM49/T1	ZA	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$	Liberación de potencial acumulado (Ω)		1712	9	31	9
TM50/T1	ZA	$Be + Ai + Af > A + Ba + Rs$	Liberación de potencial acumulado (Ω)		852	10	30	7

Tabla 7-31. Identificación de tendencias en formas de manejo del modelo traumisak relacionados con ciclos de renovación adaptative del sistema.

Fuente: Galvis, W.A. Trabajo de campo 2019

En la figura 7-33 se indican resultados del comportamiento de las variables del sustento en porcentaje para los cuatro estados del ciclo de renovación adaptativa. La distribución porcentual indica que las actividades relacionadas con el autoconsumo dirigen el sistema en mayor proporción a una fase de reorganización estructural (42%); por otro lado, las actividades relacionadas con beneficios ambientales, dirigen el sistema socioecológico a los estados de explotación y crecimiento (18%), y reorganización estructural (19%); mientras las actividades relacionadas con la obtención de beneficios económicos dirigen el sistema en mayor proporción al estado de liberación de potencial acumulado (35%); las actividades relacionadas con apoyo institucional y apoyo familiar dirigen el sistema en mayor proporción al estado de liberación del potencial acumulado con valores del 24 y 23% respectivamente; finalmente, las actividades relacionadas con redes socioecológicas indican oscilación del sistema a un estado de conservación y acumulación en un porcentaje del 27%.

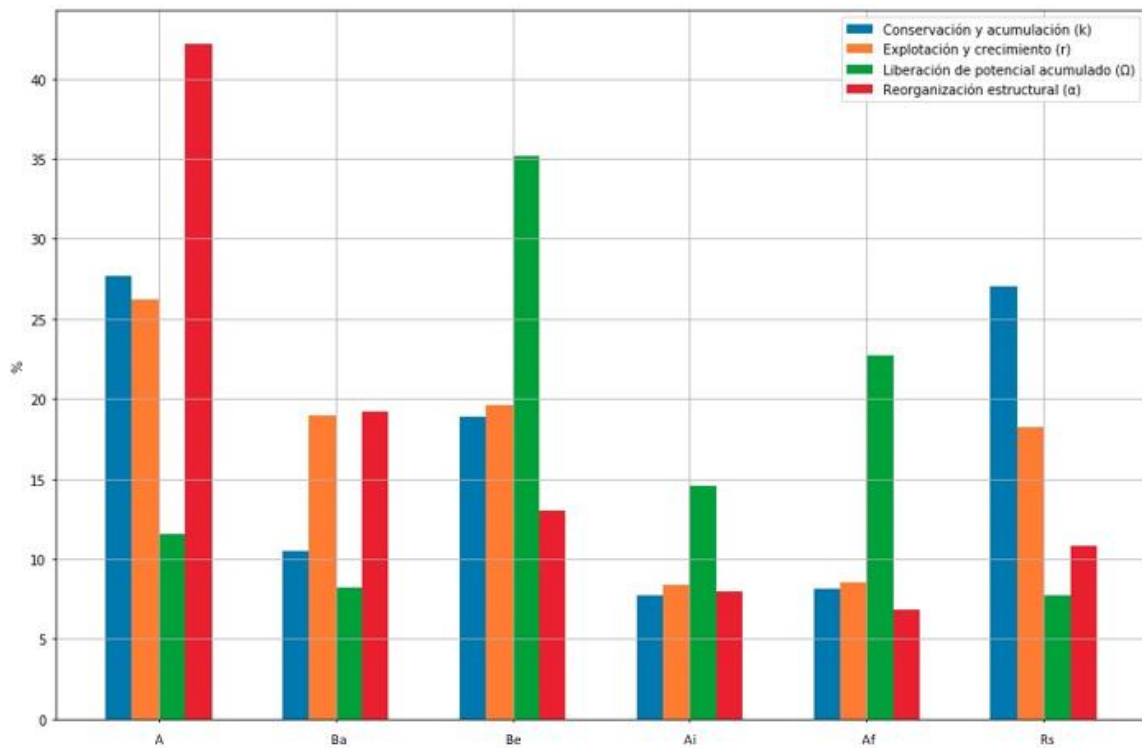


Figura 7-33. Promedio de variables de sustento
 Fuente: Elaboración propia, 2020

Posteriormente, se agruparon las variables del sustento en sus tres dimensiones: i) el campo ecológico, ii) el campo social y iii) el campo intangible de las redes socioecológicas para analizar patrones de comportamiento en los estados del ciclo de renovación adaptativo. En el análisis, el campo ecológico muestra tendencia hacia el estado de reorganización estructural; el campo social indica una mayor tendencia del sistema al estado de liberación de potencial acumulado; finalmente, el campo de redes socioecológicas muestra tendencia del sistema al estado de conservación y acumulación (figura 7-34).

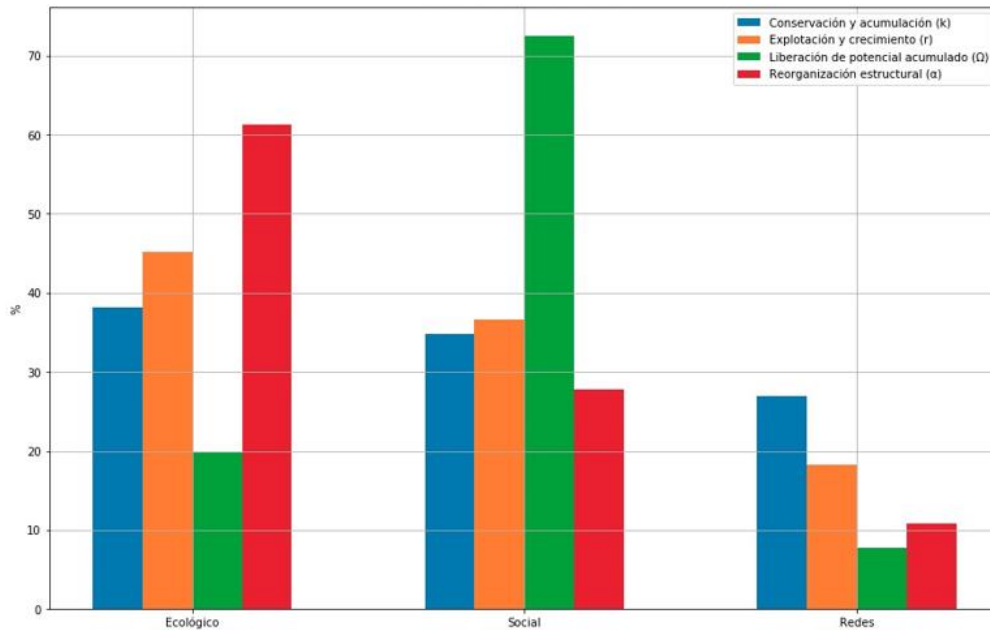


Figura 7-34. Promedio campos del sustento

Fuente: Elaboración propia, 2020

7.3 Entrenamiento de una red neuronal para la clasificación de traumisak según la fase del ciclo de renovación adaptativa

En el proceso de creación de un modelo de clasificación de traumisak según la fase del ciclo de renovación adaptativa a partir de las variables de sustento, como primer paso, se entrenó un perceptrón multiclasa o clasificador lineal, el cual se describe en la figura 7-35.

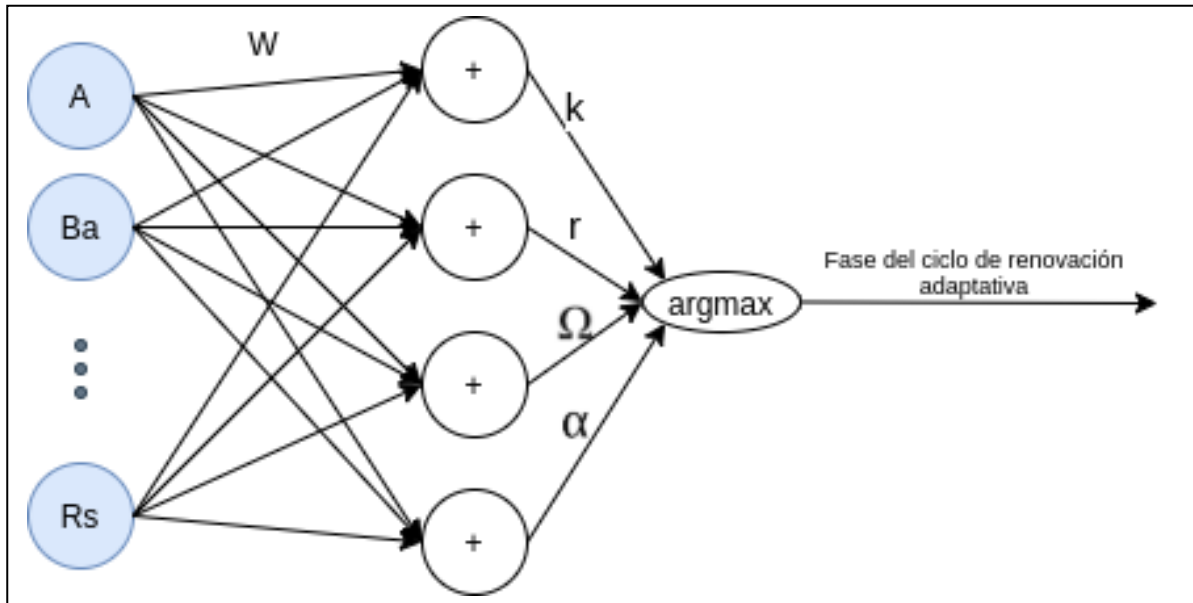


Figura 7-35. Clasificador lineal de trau misak según la fase del ciclo de renovación adaptativo

Fuente: Elaboración propia, 2020

Matemáticamente, este modelo se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Fase\ del\ ciclo = argmax([k, r, \Omega, \alpha])$$

Donde:

$$\begin{bmatrix} k \\ r \\ \Omega \\ \alpha \end{bmatrix} = Wx = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & w_{13} & w_{14} & w_{15} & w_{16} \\ w_{21} & w_{22} & w_{23} & w_{24} & w_{25} & w_{26} \\ w_{31} & w_{32} & w_{33} & w_{34} & w_{35} & w_{36} \\ w_{41} & w_{42} & w_{43} & w_{44} & w_{45} & w_{46} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ Ba \\ Be \\ Ai \\ Af \\ Rs \end{bmatrix} \quad (7.5)$$

El modelo es inicializado con valores aleatorios para W. Posteriormente, mediante el algoritmo gradiente descendente estocástico (Bottou, 2010), los parámetros del modelo (representados en la matriz 4x6, W) son entrenados usando el grupo de datos de sustento seleccionados, lo que permite al modelo aprender la distribución de los datos para clasificar los trau misak según la fase del ciclo de renovación adaptativa a partir de las variables de sustento (ver figura 7-36).

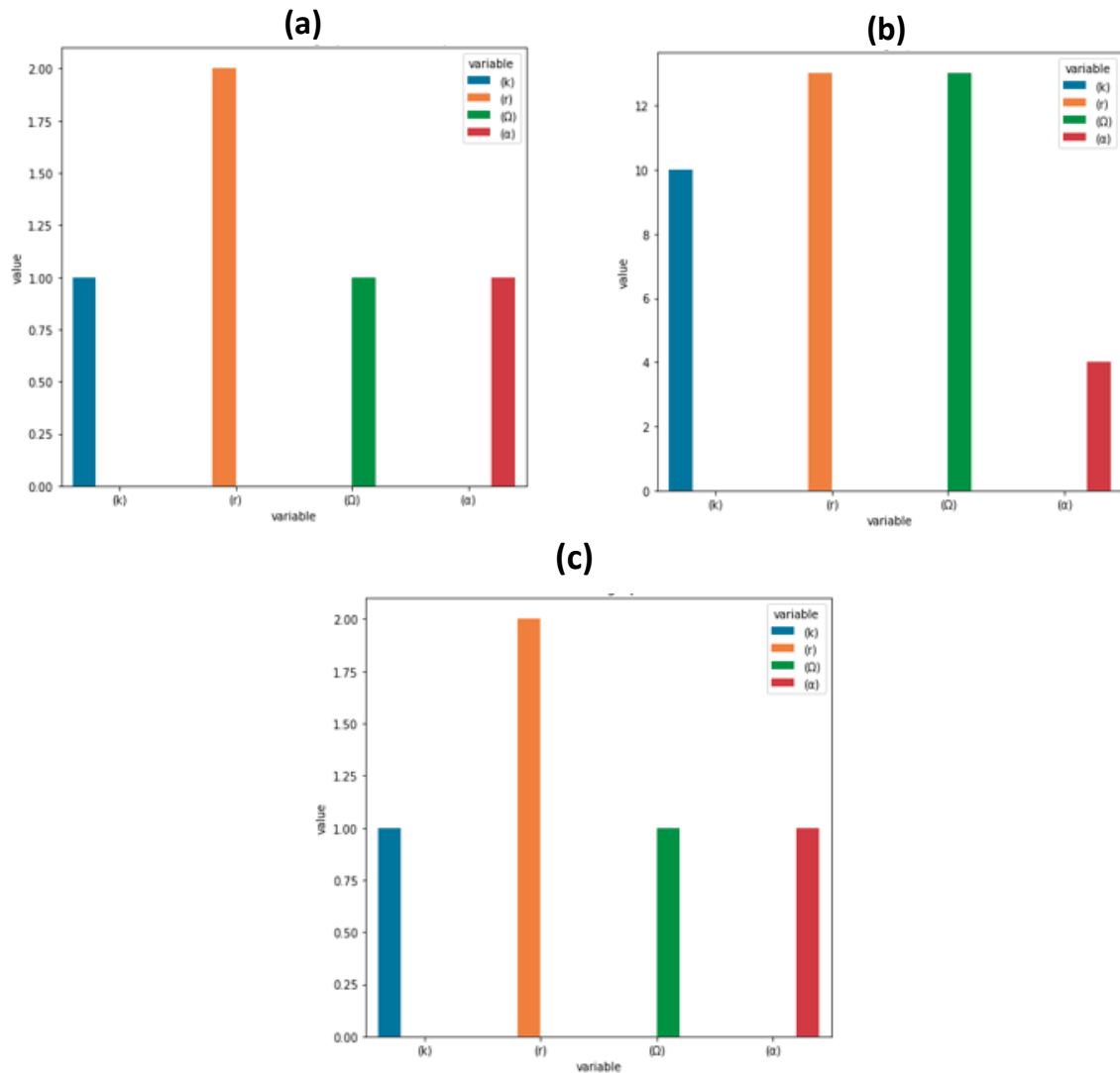


Figura 7-36. Distribución de clases por grupo de datos de entrenamiento, validación y prueba

(a): Distribución de las clases en el grupo de datos de entrenamiento; (b): Distribución de las clases en el grupo de datos de validación; (c): Distribución de las clases en el grupo de datos de prueba

Fuente: Elaboración propia, 2020

A través del proceso de entrenamiento, se puede apreciar como la exactitud del modelo aumenta, mientras la función de pérdida disminuye, lo que indica que el modelo está aprendiendo la tarea como era deseado (ver figura 7-37).

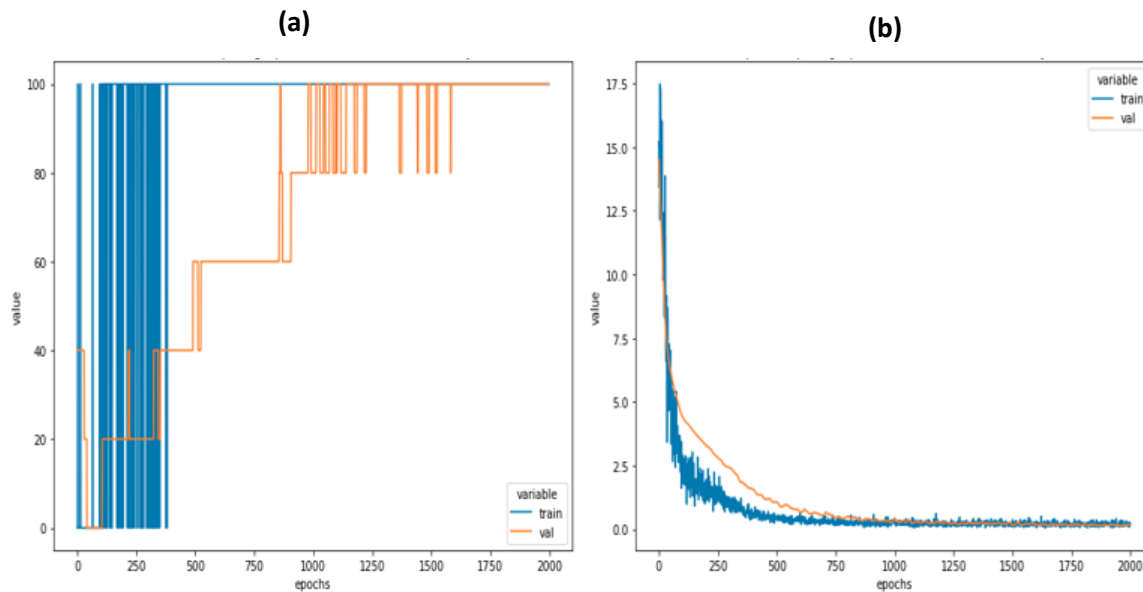


Figura 7-37. Proceso de entrenamiento del modelo lineal de clasificación de Trau misak según la fase del ciclo de renovación adaptativa

(a): Exactitud del modelo para grupo de datos de entrenamiento y validación; (b): Función de pérdida para grupo de datos de entrenamiento y validación

Fuente: Elaboración propia, 2020

Para medir la capacidad de clasificación del modelo, se pasan las variables de sustento de los datos del grupo de prueba y se comparan las predicciones del modelo con las fases del ciclo de renovación adaptativa definidas previamente. Esto permite obtener lo que se conoce como *matriz de confusión* (figura 7-38). En el eje vertical se puede observar la fase del ciclo predicha por el modelo a partir de las variables de sustento y en el eje horizontal la fase del ciclo como ya estaba definida en los datos. De esta manera, los elementos de la diagonal corresponden a predicciones correctas del modelo.

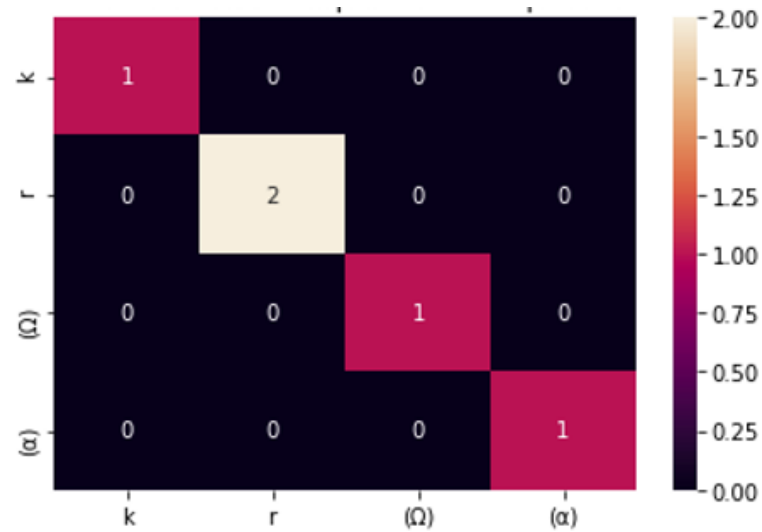


Figura 7-38. Matriz de confusión del modelo lineal para datos de prueba
Fuente: Elaboración propia, 2020

Los valores obtenidos para W , después de entrenar el modelo son:

$$W = \begin{bmatrix} 0.0033 & -0.0207 & -0.1042 & -0.2210 & 0.0841 & 0.0471 \\ -0.0991 & 0.3308 & -0.1624 & -0.0356 & -0.0311 & -0.0171 \\ -0.6036 & 0.3233 & 0.1632 & 0.1804 & 0.0098 & -0.3034 \\ 0.2916 & 0.3124 & -0.4813 & -0.1988 & -0.1286 & -0.3309 \end{bmatrix}$$

Por último, se realizó el mismo proceso de verificación con el total de los datos (incluyendo el grupo de datos de entrenamiento, de validación y de prueba) (ver figura 7-39).

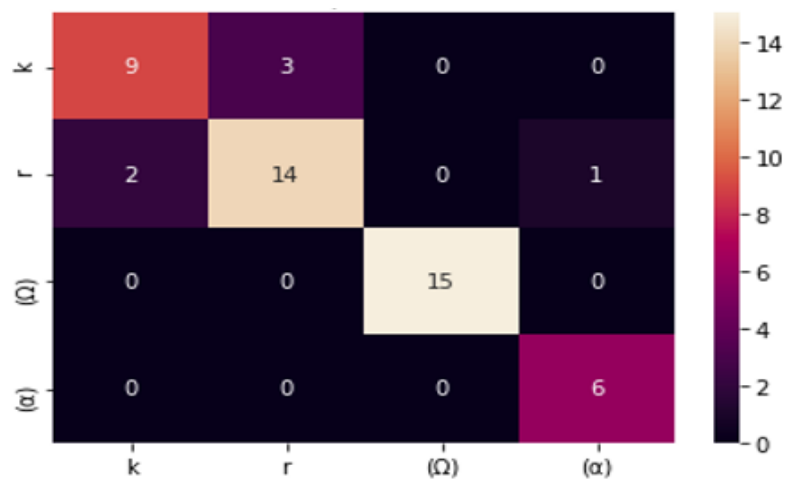


Figura 7-39. Matriz de confusión del modelo lineal para el total de los datos

Fuente: Elaboración propia, 2020

Esto nos demuestra que el clasificador lineal que fue entrenado tiene una precisión del 88% (trau misak clasificados correctamente / trau misak clasificados incorrectamente) al clasificar los trau misak según la fase del ciclo de renovación adaptativa a partir de las variables de sustento, medido a partir de los datos disponibles para los 50 trau misak.

Sin embargo, dada la complejidad del sistema socioecológico y buscando una mayor precisión, se implementó un modelo que refleje dicha complejidad, mejor que un clasificador lineal. Para este propósito, se usa un perceptrón multicapa, que a diferencia del perceptrón multiclase, incluye varias capas intermedias y funciones de activación, que le permiten modelar sistemas o fenómenos no lineales como se indica en la figura 7-40.

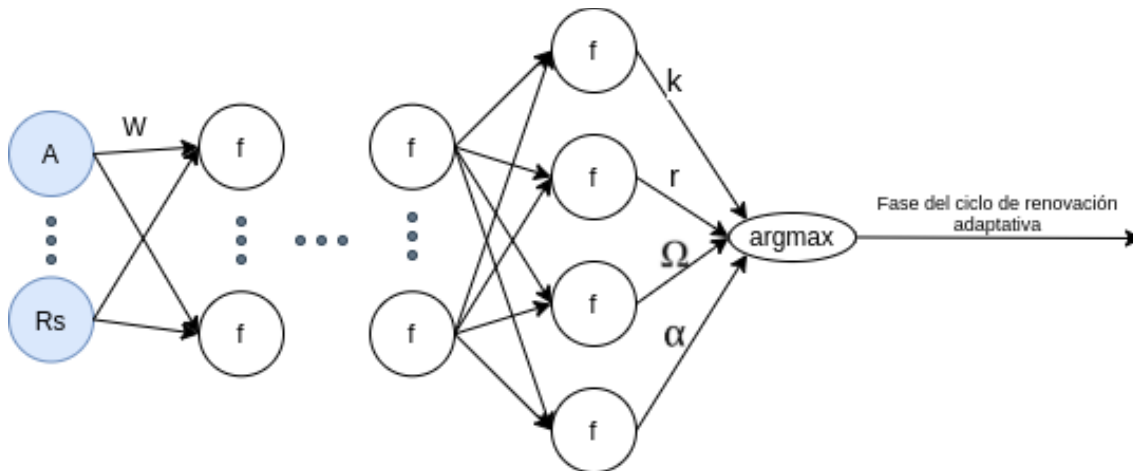


Figura 7-40. Modelo perceptrón multicapa
Fuente: Elaboración propia, 2020

Matemáticamente, este modelo se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Fase\ del\ ciclo = argmax(y)$$

Donde:

$$Y = f_4(w_4 f_3(w_3 f_2(w_2 f_1(w_1 x)))) \tag{7.6}$$

$f_1; f_2; f_3; f_4 =$ Funciones de activación reLu
 $w_1; w_2; w_3; w_4 =$ Matrices de pesos de cada capa
 Input = 6 variables del sustento
 Capa 1 = 32 perceptrones
 Capa 2 = 16 perceptrones
 Capa 3 = 8 perceptrones
 Capa 4 = 4 perceptrones

La figura 7-41 muestra el progreso durante el entrenamiento de este nuevo modelo

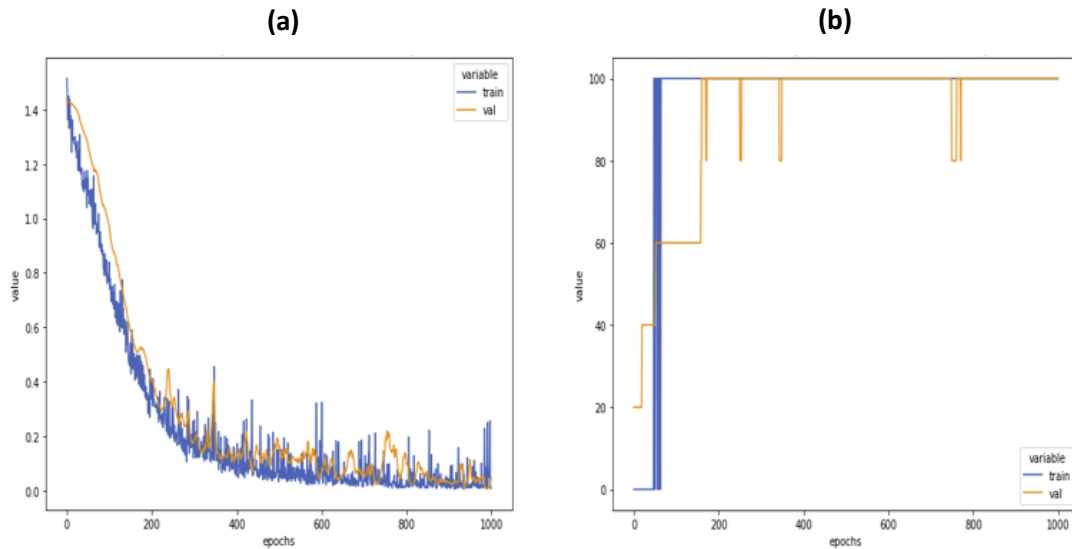


Figura 7-41. Proceso de entrenamiento del modelo perceptrón multicapa de clasificación de Trau misak según la fase del ciclo de renovación adaptativa

(a): Exactitud del modelo para grupo de datos de entrenamiento y validación; (b): Función de pérdida para grupo de datos de entrenamiento y validación

Fuente: Elaboración propia, 2020

Para medir la capacidad de clasificación del nuevo modelo, se corren las variables de sustento de los datos del grupo de prueba y se comparan las predicciones del modelo con las fases del ciclo de renovación adaptativa definidas previamente (ver figura 41).

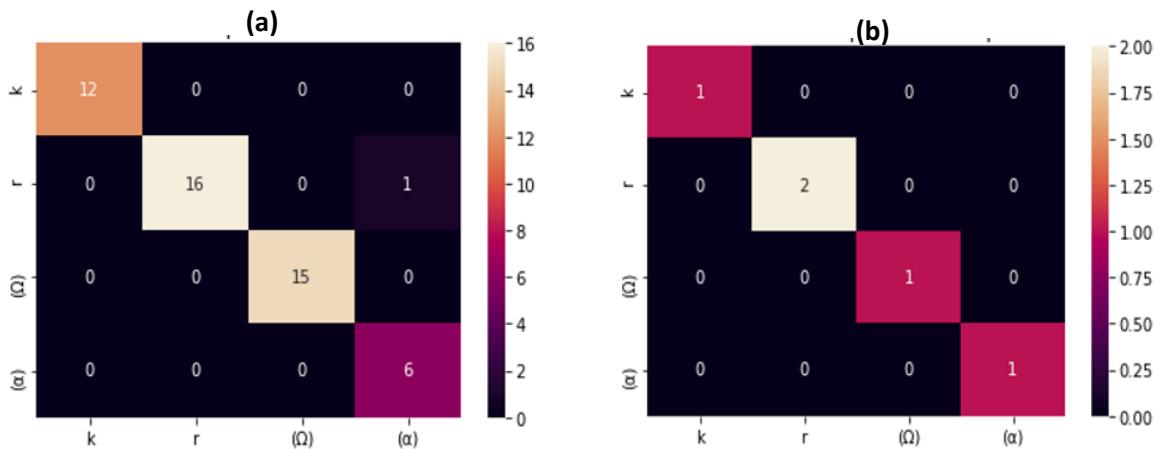


Figura 7-41. Matrices de confusion del modelo perceptron multicapa para el total de los datos de clasificación de Trau misak según la fase del ciclo de renovación adaptativa

(a): Matriz de confusión para datos de prueba; (b): Matriz de confusión para el total de los datos

Fuente: Elaboración propia, 2020

Para este modelo, se puede apreciar una precisión del 98% sobre el total de los datos.

Los mejores resultados obtenidos por el perceptrón multicapa se justifican en la complejidad del fenómeno que se está intentando modelar y se indican a continuación:

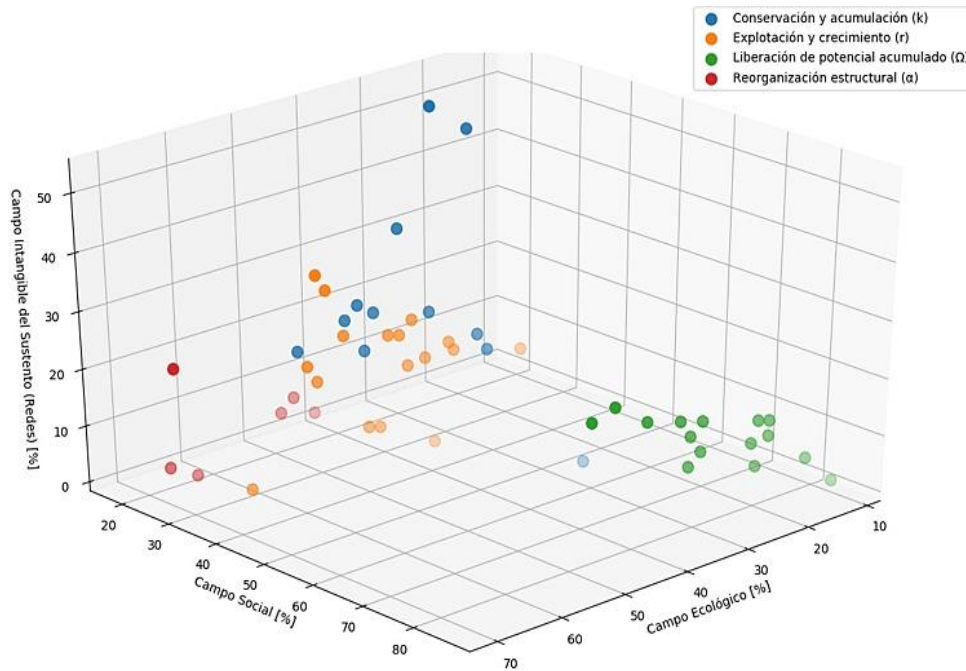


Figura 7- 42. Estados del Sistema según variables del sustento

Fuente: Elaboración propia, 2020

La figura 7-42 permite identificar una tendencia del estado de liberación de potencial acumulado hacia el campo social, mientras algunos trau misak que tienden al estado de conservación y acumulación se relacionan con el campo intangible del sustento (redes socioecológicas), por otro lado, el estado de reorganización estructural se distribuye a lo largo del campo ecológico. Finalmente, el estado de explotación y crecimiento se muestra difuso en estados intermedios de los campos ecológico e intangible del sustento.

7.4 Conclusiones

Las bases socioecológicas del modelo traumisak en territorios del resguardo indígena Totoro se relacionan con estrategias de sustento en sus campos ecológico, social y de redes socioecológicas de manera diferenciada en tipologías del traumisak.

Los componentes funcionales y estructurales que conforman los campos social y ecológico del sustento se interconectan a través de redes de intercambio socioecológico y se regulan mutuamente por medio de la diversificación de actividades relacionadas con la toma de decisiones del agricultor en función del autoconsumo, los beneficios ambientales, el beneficio económico, apoyos institucionales y familiares, como respuesta a fluctuaciones económicas y ecosistémicas del medio, en la dinámica del traumisak como unidad especializada de la unidad doméstica.

Clasificar resultados de la aplicación del modelo traumisak en estados del sistema socioecológico, permitió relacionar variables del sustento en los campos ecológico, social y relacional con fases del ciclo de renovación adaptativa del sistema. Esta correlación, permitió establecer que el desarrollo de actividades de sustento relacionadas con el campo ecológico dirige el sistema hacia una fase de reorganización estructural, variables del campo social dirige el sistema hacia una fase de liberación del potencial acumulado y el campo de las redes socioecológicas, permiten la oscilación del sistema socioecológico en las cuatro fases del ciclo de renovación adaptativo, con una leve tendencia hacia la fase de conservación y acumulación.

El entrenamiento de una red neuronal para la clasificación del estado del sistema según fases del ciclo de renovación adaptativa permitió evidenciar la complejidad y no linealidad del sistema socioecológico analizado, por lo que fue necesario implementar una red neuronal multicapa que permitiera obtener una mayor precisión (cercano al 98%) en el proceso de clasificación de estados del ciclo de renovación adaptativo sobre el total de variables relacionadas con el sustento.

El modelo de simulación neuronal refuerza y valida la pertinencia de la estrategia analítica de correlación de variables del sustento con fases del ciclo de renovación adaptativo, lo que a su vez permitió establecer la mayor sustentabilidad del traumisak jau y su papel central en el manejo de fluctuaciones y estados del sistema socioecológico.

8. Conclusiones generales

El pueblo tontotuna orientado por los planteamientos de un gobierno propio tiene su guía en el Plan salvaguarda étnico, 2011 que define como objetivo principal “fortalecer y desarrollar el ejercicio de la autonomía y autoridad de acuerdo con el plan de vida para la permanencia y supervivencia, como pueblo originario”, realizan día a día diversas actividades para conservar el equilibrio dinámico entre el ser social y la naturaleza, y sus espacios de vida. Los espacios traus misak y sus dinámicas de interacción en tres pisos térmicos, como estrategias de manejo y conservación de agrobiodiversidad, y fortalecimiento de prácticas culturales, refuerzan la capacidad de la comunidad indígena tontotuna de afrontar transformaciones ambientales, socioculturales y económicas.

Los resultados del proceso de evaluación de sustentabilidad socioecológica del traus misak, así como el establecimiento de índices de sustentabilidad para las tres tipologías, permite concluir que la función socioecológica del traus misak es el manejo de los factores de riesgo económico y ecológico por el desarrollo de agricultura de temporal en agroecosistema de alta montaña y se expresa de manera concreta en espacios del traus misak jau. El traus misak Jau es el eje articulador de factores de riesgo ecológico y económico por el desarrollo de agricultura de temporal desde la perspectiva socioecológica.

Los factores socioambientales de riesgo económico y ecológico por el desarrollo de agricultura de temporal en agroecosistemas de alta montaña se relacionan con el manejo de la agrobiodiversidad en territorios del resguardo indígena de Totoro y decantan en estrategias de sustento que desarrollan los totoroez en función del traus misak.

El proceso de aplicación del modelo permitió establecer una distribución clara de la tipología traus misak convencional al campo social y una mayor proporción de actividades relacionadas con el beneficio económico, lo cual indica una sustentabilidad limitada y dependiente de la dimensión socioeconómica, mientras que para las tipologías traus misak Jau y diversificado no fue posible identificar una tendencia clara hacia alguno de los campos del sustento, ya que oscilan en valores medios de los campos ecológico, de las redes socioecológicas y del campo social, lo cual indica una mayor sustentabilidad ecológica, técnico-productiva socioeconómica y cultural en estas tipologías. En este sentido, el traus misak jau cumple un papel regulador de las fluctuaciones económicas y ecosistémicas en la región de estudio.

Como resultado de la aplicación del modelo a las tipologías traus misak fue posible establecer que en las unidades domésticas relacionadas con el traus misak jau, las cuales se encuentran ubicadas mayoritariamente en la zona media, cubren la mayor parte de sus necesidades de sustento mediante el desarrollo de actividades relacionadas con el autoconsumo, los beneficios ambientales y las redes de intercambio y de manera complementaria recurren al desarrollo de actividades relacionadas con el campo social del sustento. Esto significa, que las formas de manejo de la agrobiodiversidad en espacios del traus misak jau buscan alcanzar los principios de identidad cultural y autonomía para la vida en el tiempo y el espacio consignados en el plan de vida del pueblo totoroéz: Recuperando y fortaleciendo nuestro territorio.

El proceso de correlación de variables del sustento con fases del ciclo de renovación adaptativo permitió confirmar que la tipología convencional dirige el sistema hacia un estado de liberación de potencial acumulado con tendencia al campo social, mientras que para las tipologías del traus misak Jau y el traus misak diversificado no fue posible establecer una tendencia clara ya que se encuentran oscilando en las cuatro fases del ciclo de renovación adaptativo y los tres campos del sustento. En este sentido, las tipologías del traus misak diversificado y traus misak convencional cumplen una función de operación combinada con el traus misak jau que permite sostener el sistema socioecológico dentro de los límites impuestos por el entorno ecológico y económico y confirma la mayor sustentabilidad del traus misak jau y su papel como regulador de fluctuaciones económicas y ecosistémicas en el resguardo indígena de Totoró.

En el cruce de variables del sustento con fases del ciclo de renovación adaptativo se identificaron tres (3) unidades domésticas, que dirigen el sistema hacia un estado de conservación y acumulación por un lado y por el otro hacia un estado de reorganización estructural, estas unidades corresponden a la tipología del traus misak jau, están ubicados en la zona media, con los valores más altos en cuanto a grado de intermediación y centralidad, mayores índices de sustentabilidad y agrobiodiversidad. Estos elementos permiten establecer que se trata de bancos de germoplasma in situ y nodos especializados en la regulación de variables ecológicas y económicas en el resguardo indígena de Totoró.

La priorización de actividades relacionadas con el autoconsumo y el beneficio económico en las tipologías del traus misak están sujetas a la ley de los rendimientos decrecientes. Esta situación, anteriormente se solucionaba con diversificación de manejos e intercambio en el mercado. Actualmente, las redes socioecológicas permiten el manejo del riesgo económico que impone la fluctuación de los precios del mercado y las condiciones de riesgo ecológico que impone el desarrollo de agricultura de temporal, por tanto, el traus misak Jau cumple la función de regulador de factores de riesgo socioecológico.

Convendría en futuras investigaciones complementar la comprensión de los nodos centrales identificados en el análisis de redes socioecológicas con un proceso de investigación etnográfica que permita establecer quienes son los nodos y por qué son centrales desde una perspectiva biocultural.

Utilizar una estrategia metodológica heterodoxa y desde la perspectiva de los sistemas complejos como la que se siguió permitió identificar elementos o indicadores sistémicos y reguladores de formas de manejo de las relaciones socioecológicas al alcance de la unidad doméstica que establecen fluctuaciones de las unidades socioproductiva y permiten direccionar hacia uno u otro estado del sistema.

Bibliografía

- Abdoellah, O. S., Hadikusumah, H. Y., Takeuchi, K., & Okubo, S. (2006). Commercialization of homegardens in an Indonesian village: Vegetation composition and functional changes. En *Tropical Homegardens* (pp. 233-250). Springer.
- Abebe, T., Wiersum, K. F., Bongers, F., & Sterck, F. (2006). Diversity and dynamics in homegardens of southern Ethiopia. En: *Tropical homegardens* (pp. 123-142). Springer.
- Acevedo Osorio, Á y Angarita Leiton, A. (2013). Metodología para la evaluación de sustentabilidad a partir de indicadores locales para el diseño y desarrollo de programas agroecológicos. Bogotá: Corporación Universitaria Minuto de Dios. Facultad de Ingeniería.
- Acevedo, A. G. (2015). *Valoración de la sustentabilidad de los policultivos cafeteros del Centro Occidente y Sur Occidente colombiano*. Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ciencias Ambientales
- Acevedo Osorio, A., Przychodzka, S. O., & Pinilla, J. E. O. (2020). Contributions of agrobiodiversity to the sustainability of family farming in colombia. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23(2).
- Aguire, D., Armero Estrada, M., van der Hammen, M. C., Hildahl, K., Perez, C., V. Poats, S., Rodriguez, M., Sanchez, D., y Trujillo, M. (2017). Mujeres de los páramos. International Union for Conservation of Nature. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2017.15.es>
- Alarcón Cháires, P. (2009). Etnoecología de los indígenas P'urhépecha. Una guía para el análisis de la apropiación de la naturaleza. Morelia, México CIECO-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Albuquerque, U. de, Andrade, L., & Caballero, J. (2005). Structure and floristics of homegardens in Northeastern Brazil. *Journal of arid environments*, 62(3), 491-506.
- Allender, C. (2011). The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (2010), pp. 370, US \$95.00, ISBN 978-92-5-106534-1. *Experimental Agriculture*, 47(3), 574-574.
- Alliance, R. (2010). Assessing resilience in social-ecological systems: Workbook for practitioners.
- Altieri, M. A. (1995). Agroecology: The science of sustainable agriculture. Boulder. Westview Press. *Part three: development, climate and rights*, 238, 12052-12057.
- Altieri, M. A., Hecht, S., Liebman, M., Magdoff, F., Norgaard, R., y Sikor, T. O. (1999). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. Nordan Comunidad.

- Altieri, M. A., & Koohafkan, P. (2004). Globally Important Ingenious Agricultural Heritage Systems (GIAHS): Extent, significance, and implications for development. *Proceedings of the Second International Workshop and Steering Committee Meeting for the Globally Important Agricultural Heritage Systems (GIAHS) Project*. FAO, Rome, Italy, 7-9.
- Altieri, M. A., y Nicholls, C. I. (2002). Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales.
- Altieri, M., y Nicholls, C. I. (2000). *Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable* (Número 630.2745 A468ag). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, México, DF (México
- Anderson, M. J., Crist, T. O., Chase, J. M., Vellend, M., Inouye, B. D., Freestone, A. L., Sanders, N. J., Cornell, H. V., Comita, L. S., Davies, K. F., Harrison, S. P., Kraft, N. J. B., Stegen, J. C., & Swenson, N. G. (2011). Navigating the multiple meanings of β diversity: A roadmap for the practicing ecologist. *Ecology Letters*, 14(1), 19-28. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2010.01552.x>
- Ángel, A. (1995). La fragilidad ambiental de la cultura, Editorial Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Estudios Ambientales. *IDEA, Bogotá*.
- Ángel, P. (1980). *Antropología y marxismo*. Editorial Nueva Imagen. México.
- Armbrecht, I. (2016). *Agroecología y biodiversidad*. Universidad del Valle, Programa Editorial.
- Baca, A. E. (2014). Reflections on the of human occupation processes in the paramos. Current situation of paramo volcano chiles, colombia. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 17(1), 217-226.
- Báez, P. A. O., Rodríguez, A. D., y Rábago, F. G. (2016). *Sistemas alejados del equilibrio: Un lenguaje para el diálogo transdisciplinario*. Universidad Autónoma de Tlaxcala.
- Balée, W. L. (1994). *Footprints of the forest: Ka'apor ethnobotany-the historical ecology of plant utilization by an Amazonian people*. Columbia University Press.
- Barona Becerra, G. (1995). Por el camino de Guanacas. El camino Santafé-Quito por Guanacas (Tocaima, Neiva, La Plata, Popayán). Caminos reales de Colombia, 180-193.
- Barrera Bassols, N., y Floriani, N. (2018). *Saberes locales, paisajes y territorios rurales en América Latina*. Editorial Universidad del Cauca.
- Berger, P. L., Luckmann, T., & Zifonun, D. (1967). *The social construction of reality*.
- Berkes, F. (2009). *Indigenous ways of knowing and the study of environmental change*.
- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2008a). *Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change*. Cambridge University Press.
- Berkes, F., Colding, J., & Folke, C. (2008b). *Navigating Social-Ecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change*. Cambridge University Press.
- Blanckaert, I., Swennen, R. L., Flores, M. P., López, R. R., & Saade, R. L. (2004). Floristic composition, plant uses and management practices in homegardens of San Rafael Coxcatlán, Valley of Tehuacán-Cuicatlán, Mexico. *Journal of Arid Environments*, 57(2), 179-202.

- Blanco Galdós, O. (1988). Tecnología andina. Un caso: Fundamentos científicos de la tecnología agrícola. *Maximo Vega Centeno y otros, Tecnología y desarrollo en el Perú*, Lima, Comisión de Coordinación de Tecnología Andina.
- Bodin, Ö., Crona, B., y Ernstson, H. (2017). Las redes sociales en la gestión de los recursos naturales: ¿Qué hay que aprender de una perspectiva estructural? *REDES: Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*.
- Borda, O. F. (1999). Orígenes universales y retos actuales de la IAP. *Análisis político*, 38, 73-90.
- Bottou, L. (2010). Large-scale machine learning with stochastic gradient descent. En *Proceedings of COMPSTAT'2010* (pp. 177-186). Springer.
- Cabildo indígena Totoró. (2011). *Plan de salvaguarda étnica y cultural del pueblo indígena Tontotuna*.
- Cabildo indígena Totoró. (2016). *Plan de vida. Tampali kilika iskuai marapikin putran*.
- Cabrera, M., y Ramírez, W. (2014). *Restauración ecológica de los páramos de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Calderón, P., y Vélez, J. (2017). *Evaluación de la sustentabilidad de chacras familiares de la comunidad Fakcha Llakta, cantón Otavalo*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Calvet Mir, L., Garnatje, T., Parada, M., Vallès, J., y Reyes-García, V. (2014). Más allá de la producción de alimentos: Los huertos familiares como reservorios de diversidad biocultural. *Agricultura familiar y huertos urbanos*, 40.
- Cano Contreras, E. J. (2015). Huertos familiares: Un camino hacia la soberanía alimentaria. *Revista pueblos y fronteras digital*, 10(20), 70-91.
- Carrillo, M. del P., del Valle, C., y Machado, A. (2006). Aproximaciones al Concepto de Autoconsumo Rural. *Documento de Trabajo* o, 19.
- Carrizosa, J. (2001). *¿Qué es ambientalismo?: La visión ambiental compleja*. Pnuma.
- Casas, A., y Parra, F. (2007). Agrobiodiversidad, parientes silvestres y cultura. *LEISA revista de agroecología*, 23(2), 5-8.
- Castro Pérez, F. (2006). *Colapsos ambientales-transiciones culturales (Environmental Collapses-Cultural Transitions)*.
- Caviedes, M. (2011). *Oro a cambio de espejos: Discurso hegemónico y contrahegemónico en el movimiento indígena de Colombia 1982-1996*. 2011. Tese. (Doutorado em Antropologia)–Faculdade de Antropologia, Universidade
- Chayanov, A. V. (1974). *La organización de la unidad económica campesina*.
- Checkland, P. B. (1988). Information systems and systems thinking: Time to unite? *International Journal of Information Management*, 8(4), 239-248.
- Clayton, T., & Radcliffe, N. (2018). *Sustainability: A systems approach*. Routledge.
- Cohen, N. R., y Rojas, G. G. (2011). Las tipologías y sus aportes a las teorías y la producción de datos. *Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación Social*, 0(1), 36-46-46. <http://relmis.com.ar/ojs/index.php/relmis/article/view/9>
- Colmenares, G. (1998). Las Haciendas de los jesuitas en el Nuevo Reino de Granada [1969]. *Bogotá: Tercer Mundo*.

- Cortés Duque, J., y Sarmiento Pinzón, C. E. (Eds.). (2013). *Visión socioecosistémica de los páramos y la alta montaña colombiana: Memorias del proceso de definición de criterios para la delimitación de páramos* (Primera edición). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Corporación Regional del Cauca -CRC, C. A. R. del C. (2015). *Caracterización biofísica, socioeconómica y cultural del complejo de páramos Guanacas Puracé Coconucos para su identificación y delimitación a escala 1:25.000*. Popayán, Cauca.
- Cristina Palacio, D. (2017). El lugar-red y la acción ambiental. Pistas para una gobernanza reflexiva y situada. *Redes*, 28(1).
- Cuatrecasas, J. (1958). Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 10(40), 221-268.
- Cueva, K., y Groten, U. (2010). *Saberes y prácticas andinas: Una muestra para revalorizar los sistemas de conocimiento BioCultural local*. BIO ANDES.
- Cumming, G. S., Bodin, Ö., Ernstson, H., & Elmqvist, T. (2010). Network analysis in conservation biogeography: Challenges and opportunities. *Diversity and Distributions*, 16(3), 414-425.
- De Molina Navarro, M. G. (1992). Agroecología: Bases teóricas para una historia agraria alternativa. *Agroecología y Desarrollo*.
- Delgado, F., Rincón, R., y Hernán, L. (1992). La agroecología andina: Una experiencia institucional en Bolivia. [The Andean agroecology: An institutional experience in Bolivia]. *El Agroecosistema andino: problemas, limitaciones, perspectivas: anales del taller internacional sobre el agroecosistema andino Lima (Perú)*. 30 Mar-2 Abr 1992.
- Ekstrom, J. A., & Young, O. R. (2009). Evaluating functional fit between a set of institutions and an ecosystem. *Ecology and Society*, 14(2).
- Eraso, J. P. M. (2014). La oferta institucional para la gestión de la sustentabilidad. El caso del programa IRACA en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 17(2), 55-67. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/48968>
- Fernandez, J., Guevara, J., Cáceres, C., Mazabuel, C., Lopera, D., Becerra, C., Chau, C., Guevara, R., Mora, L., y Borrero, A. (2008). *Plan de ordenación y manejo de la parte alta de la subcuenca hidrográfica del río palacé*. Popayán.
- Food, C. on G. R. for. (2010). *The second report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture* (Vol. 2). Food & Agriculture Org.
- Forero Álvarez, J. (2002). *Sistemas de producción rurales en la región andina colombiana*. Red de Desarrollo Sostenible.
- Funtowicz, S. O., Aljer, J. M., Munda, G., & Ravetz, J. R. (1999). *Information tools for environmental policy under conditions of complexity*. Office for official publications of the European communities.
- Funtowicz, S. O., & Ravetz, J. R. (1995). Science for the post normal age. En *Perspectives on ecological integrity* (pp. 146-161). Springer.
- Gallini, S., de la Rosa, S., y Abello, R. (2017). *Historia ambiental. Hojas de ruta*.
- Gamba Trimiño, C. (2013). *Aproximación a la integridad ecológica en socioecosistemas de páramo*.

- García, R. (2006). *Sistemas complejos*. Barcelona: Gedisa, 202.
- García, R. (1994). Interdisciplinarietà y sistemas complejos. *Ciencias sociales y formación ambiental*, 85-124.
- García Trujillo, A. (2009). *Los programas de transferencias condicionadas: Mecanismos de legitimidad política del orden neoliberal en América Latina. El caso de familias en acción*.
- García Frapolli, E., y Toledo, V. M. (2008). Evaluación de sistemas socioecológicos en áreas protegidas: Un instrumento desde la economía ecológica. *Argumentos (México, DF)*, 21(56), 103-116.
- Garmestani, A. S., Allen, C. R., & Gunderson, L. (2009). Panarchy: Discontinuities reveal similarities in the dynamic system structure of ecological and social systems. *Ecology and Society*, 14(1).
- Giampietro, M. (1994). Using hierarchy theory to explore the concept of sustainable development. *Futures*, 26(6), 616-625.
- Giampietro, M. (1997). Linking technology, natural resources, and socioeconomic structure of human society: A theoretical model. *Advances in Human Ecology*, 6, 75-130.
- Gispert, M., Gómez, A., y Núñez, A. (1993). Concepto y manejo tradicional de los huertos familiares en dos bosques tropicales mexicanos. *E. Leff y J. Carabias (coords.) Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales*, 2.
- Gliessman, S. R. (2002). *Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Catie.
- Gliessman, S. R., Engles, E., & Krieger, R. (1998). *Agroecology: Ecological processes in sustainable agriculture*. CRC Press.
- Gonzales, G. C. (2012). ¿Quién necesita una lengua? Política y planificación lingüística en el departamento del Cauca. *Tabula Rasa*, 17, 195-218.
- González Jácome, A. (2004). Ambiente y cultura en la agricultura tradicional de México: Casos y perspectivas. *Ciencia ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 11(2), 153-163.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Machine learning basics. *Deep learning*, 1, 98-164.
- Guber, R. (2019). *La etnografía: Método, campo y reflexividad*. Siglo XXI editores.
- Guzmán Casado, G. I., González de Molina Navarro, M., y Sevilla Guzmán, E. (2000). *Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible*.
- Hammer, Ø., Harper, D. A., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4(1), 9.
- Hart, R. D. (1985). *Conceptos básicos sobre agroecosistemas*. Bib. Orton IICA/CATIE.
- Hawkes, J. G. (1983). The diversity of crop plants. *The diversity of crop plants*.
- Hernández, Á. L. H. (2004). Evolución política y legal del concepto de territorio ancestral indígena en Colombia. *El otro derecho*, 31, 247 citation_lastpage=272.
- Hernández Linares, C. D., Moctezuma Pérez, S., Vizcarra Bordi, I., y Ramírez Sánchez, M. A. (2020). *Estrategias de sustento y trayectorias sociales entre las juventudes de Malinalco, Estado de México*.

- Hernández X, E., y Pasos, V. (1981). Prácticas agrícolas. *La milpa entre los mayas de Yucatán*.
- Hernandez, X., Inzunza, E., Solano, C. B., y Brauer, G. (1976). Estudio de la tecnología agrícola tradicional en México. *Avances en la enseñanza y la investigación, 1977*, 27-30.
- Hofstede, R., Calles, J., López, V., Polanco, R., Torres, F., Ulloa, J., & Cerra, M. (2014). Los páramos andinos ¿Qué sabemos? *Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo*. UICN, Quito, Ecuador, 156.
- Holdridge, L. R. (1978). Ecología basada en zonas de vida. IICA. San José, Costa Rica.
- Holland, J. H. (1995). *Hidden order how adaptation builds complexity*.
- Holling, C. S. (2001). *Resilience and adaptive cycles*. IN: LH Gunderson, CS Holling, (eds). *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*. Washington: Island Press.
- Holling, C. S., Schindler, D. W., Walker, B. W., & Roughgarden, J. (1995). Biodiversity in the functioning of ecosystems: An ecological synthesis. *Biodiversity loss: economic and ecological issues*, 44-83.
- IGAC. (2009). *Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Cauca. Escala 1:100.000*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección de Agrología. Bogotá D.C.: Imprenta Nacional de Colombia.
- Isasi, J. (2019). Timeline Tool Lesson Plans. *Indigenous Borderlands Unit*.
- Jakez, F. (2014). *Material para un diccionario histórico del namtrik (guambiano y totoró)*.
- Janssen, M. A., Bodin, Ö., Anderies, J. M., Elmqvist, T., Ernstson, H., McAllister, R. R., Olsson, P., & Ryan, P. (2006). Toward a network perspective of the study of resilience in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 11(1).
- Joaqui Daza, S. C. (2017). *Capacidad de adaptación social y ecosistémica para la alta montaña andina*.
- Kay, J. J., Regier, H. A., Boyle, M., & Francis, G. (1999). An ecosystem approach for sustainability: Addressing the challenge of complexity. *Futures*, 31(7), 721-742.
- Kehlenbeck, K., & Maass, B. L. (2004). Crop diversity and classification of homegardens in Central Sulawesi, Indonesia. *Agroforestry systems*, 63(1), 53-62.
- Lagos Witte, S., Sanabria Diago, O., Chacón, P., y García, R. (2011). Manual de herramientas etnobotánicas relativas a la conservación y el uso sostenible de los recursos vegetales. *Red latinoamericana de botánica a la implementación de la estrategia global para la conservación de las especies vegetales hacia el logro de las metas*, 13.
- Leff, E. (2007). La complejidad ambiental. *Polis. Revista Latinoamericana*, 16.
- León, T. (2014). Perspectiva ambiental de la agroecología: La ciencia de los agroecosistemas. *Ideas*, 23, 151-211.
- Leva. (2008). *Historia, cultura y tenencia de la tierra en el valle de Malvazá, un lugar donde los campesinos tejen sus historias en el contexto del capitalismo. Tesis de pregrado*. Universidad del Cauca. Popayán.

- Levin, S. A. (1998). Ecosystems and the biosphere as complex adaptive systems. *Ecosystems*, 1(5), 431-436.
- Lizarralde, M. (2001). Biodiversity and loss of indigenous languages and knowledge in South America. En *On biocultural diversity: Linking language, knowledge, and the environment* (pp. 265-281). Smithsonian Institution Press: Washington, DC, USA.
- Llambí, L. D., Fariñas, M., Smith, J. K., Castañeda, S. M., y Briceño, B. (2013). Diversidad de la vegetación en dos paramos de Venezuela: Un enfoque multiescalar con fines de conservación. *Avances en investigación para la conservación de los páramos andinos*. Quito: Condensan, 41-68.
- Long, N. (2003). *Development sociology: Actor perspectives*. Routledge.
- Lope Alzina, D. G., & Howard, P. L. (2012). The structure, composition, and functions of homegardens: Focus on the Yucatán Peninsula. *Revista Etnoecologica*, 9(1), 17-41.
- López, N., y Sandoval, I. (2006). Métodos y Técnicas de investigación cualitativa y cuantitativa. Documento de Trabajo, Sistema de Universidad Virtual, Universidad de Guadalajara, 3-23.
- López Ridaura, S., Masera, O., & Astier, M. (2002). Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. The MESMIS framework. *Ecological indicators*, 2(1-2), 135-148.
- Lowder, S. K., Skoet, J., & Raney, T. (2016). The number, size, and distribution of farms, smallholder farms, and family farms worldwide. *World Development*, 87, 16-29.
- Lozano Cordoba, H. (2019). *SEIP: Minga por la educación propia del pueblo totoróez*.
- Maffi, L. (2001). *On biocultural diversity: Linking language, knowledge, and the environment*. Smithsonian Institution Press.
- Maldonado, G., y De Bievre, B. (2011). *Paramundi 2009: II Congreso Mundial de Páramos. Memorias*. Quito: condesan, Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Margalef, R. (1982). *Ecología*. España. Omega.
- Mariaca Méndez, R., Jácome, G., y Martínez, L. (2007). El huerto familiar en México: avances y propuestas. *Avances en agroecología y ambiente Vol. 1/JF López Olguín, A. Aragón García y AM Tapia Rojas (Eds). 2007p. 119-138*.
- Mariaca, R. (2012). El huerto familiar del sureste de México. *Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco*. ECOSUR.
- Marsden, P. V. (2005). Recent developments in network measurement. *Models and methods in social network analysis*, 8, 30.
- Martínez Ponce, I. N. (2015). *Identidad ambiental: La construcción de un concepto a partir del análisis de la plataforma Pro-Río*.
- Masera, O., Astier, M., y López-Ridaura, S. (1999). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. *El marco de evaluación MESMIS*. GIRA-Mundi-prensa, México.
- Maturana, H. R., y Varela, F. J. (1990). *El árbol del conocimiento: Las bases biológicas del conocimiento humano*. Debate Madrid.
- Maya, A. A. (1993). *La trama de la vida: Las bases ecológicas del pensamiento ambiental*. Ministerio de Educación Nacional.

- Mayer, A., Keith Smith, E., & Rodriguez, J. (2020). Concerned about coal: Security, dependence, and vulnerability among coal dependent communities in western Colorado. *Energy Research and Social Science*, 70. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101680>
- Menhinick, E. F. (1964). A comparison of some species-individuals diversity indices applied to samples of field insects. *Ecology*, 45(4), 859-861.
- Midgley, G. F. (2012). Biodiversity and ecosystem function. *science*, 335(6065), 174-175.
- Moctezuma Pérez, S. (2010). Una aproximación al estudio del sistema agrícola de huertos desde la antropología. *Ciencia y sociedad*.
- Moctezuma Pérez, S. (2013). Cambios y continuidades en el manejo de huertos familiares del suroeste de Tlaxcala, México. *Perspectivas Latinoamericanas*, 10, 83-101.
- Monasterio, M. (1986). *Adaptive strategies of Espeletia in the Andean desert páramo*.
- Monasterio, M., Smith, J. K., y Molinillo, M. (2006). 23 Agricultural Development and Biodiversity Conservation in. *Land use Change and Mountain Biodiversity*, 307.
- Moncada, J., Aranguren, J., y Lugo, C. (2017). Una aproximación al conocimiento de la diversidad y multifuncionalidad de las chacras andinas. *Tulcán: UPEC*.
- Monroy Luna, A. (2010). Impacto de las remesas sobre el crecimiento económico regional colombiano 1994-2007.
- Morales Rivas, M., Otero Garcia, J., Hammen, T. van der, Torres Perdigón, A., Cadena Vargas, C. E., Pedraza Peñaloza, C. A., Rodríguez Eraso, N., Franco Aguilera, C. A., Betancourth Suárez, J. C., Olaya Ospina, É., Posada Gilede, E., y Cárdenas Valencia, L. (2019). *Atlas de páramos de Colombia*. <http://sie.car.gov.co:80/handle/20.500.11761/35044>
- Morin, E., y Pakman, M. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa Barcelona.
- Navarrete, D.M. (2001). Approaches and Implications of using Complexity Theory for dealing with Social Systems. *Complexity and Systems*, available at: http://research.yale.edu/CCR/environment/papers/manuel_complexity.pdf.
- Nieto, M., Cardona, L. F., y Agudelo, C. (2015). *Servicios ecosistémicos, provisión y regulación hídrica en los páramos*. Hojas de ruta. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9296>
- Odum, E. P. (1990). *Fundamentos de ecología*.
- Orjuela Muñoz, Y. (2006). *El atxtul o huerta nasa: Cosmovisión y pensamiento nasa del entorno doméstico*. (Tesis Antropología) Universidad del Cauca.
- Ortiz Báez, P. A. (2013). *Conocimientos campesinos y prácticas agrícolas en el centro de México. Hacia una antropología plural del saber*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, División de Ciencias ...
- Ortiz, P., y Cabrera, M. T. (2018). *El traspatio campesino en el norponiente de Tlaxcala, México: Entre la naturaleza y la cultural*.
- Ospina, G., y Tocancipá, J. (2000). Los estudios sobre la alta montaña ecuatorial en Colombia. *Revista Colombiana de Antropología*, 36, 180-207.
- Ossa, C. A. O. (2016). *Teoría general de sistemas: Conceptos y aplicaciones*. Universidad Tecnológica de Pereira.

- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419-422.
- Pachón, X. (1996). *Frontera y poblamiento: Estudios de Historia y Antropología de Colombia y Ecuador. Los Guambianos y la Ampliación de la Frontera Indígena*. Obtenido de Frontera y poblamiento: Estudios de Historia y Antropología de
- Palacio, D. C. (2015). *Redes, actores y gobernanza desde un enfoque relacional. Hojas de ruta*.
- Pastore, G., Giampietro, M., & Mayumi, K. (2000). Societal metabolism and multiple-scale integrated assessment: Empirical validation and examples of application. *Population and Environment*, 22(2), 211-254.
- Plan de desarrollo territorial- PDT. (2008). Plan de desarrollo municipio de Totoro, periodo 2008-2011.
- Penna, J. A., y Cristeche, E. (2008). La valoración de servicios ambientales: Diferentes paradigmas. *Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales*, 2(2), 46.
- Pericàs, J. V., y Olive, J. M. (1999). Muestreo y recogida de datos en el análisis de redes sociales. *Qüestiió: quaderns d'estadística i investigació operativa*, 507-524.
- Peyre, A., Guidal, A., Wiersum, K. F., & Bongers, F. (2006). Homegarden dynamics in Kerala, India. En *Tropical Homegardens* (pp. 87-103). Springer.
- Pimbert, M. (1999). *Sustaining the multiple functions of agricultural biodiversity*. IIED.
- Pimentel, D. (1980). CRC handbook of energy utilization in agriculture. *CRC Press, INC., Boca Raton, FL. 1980*.
- Rangel Ch, J. O. (2000). *La región paramuna y franja aledaña en Colombia. Colombia diversidad biótica III: La región de vida paramuna*. Universidad Nacional de Colombia. Editorial Unibiblos, Bogotá DC. Colombia, 1-23.
- Rappaport, R. A. (1976). Adaptations and maladaptations in social systems. *The ethical basis of economic freedom*, 39-79.
- Real, R., & Vargas, J. M. (1996). The probabilistic basis of Jaccard's index of similarity. *Systematic biology*, 45(3), 380-385.
- Redclift, M. R., & Woodgate, G. R. (1993). Concepts of the Environment in the Social Sciences. *Wye college External programme. Wye England*.
- Rist, S., y Delgado, F. (2016). *Las ciencias desde la perspectiva del diálogo de saberes, la transdisciplinariedad y el diálogo intercientífico*. <https://doi.org/10.7892/BORIS.91492>
- Rodríguez, R. (1996). *Metodología de extensión agrícola comunitaria para el desarrollo Sostenible*. IICA.
- Rojas, A. (2015). *Sistemas de producción rural. Hojas de ruta*. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9295>
- Rojas Albarracín, A. (2018). *Territorio y ordenamiento ambiental*.
- Rojas Albarracín, A., Franco Piñeros, B., y Menjura Morales, T. (2017). *Guía de trabajo con comunidades de páramo Propuesta metodológica de investigación acción participativa (IAP) aplicada con dos comunidades campesinas de los páramos de Guerrero y Rabanal*.

- Ruck, D. W., Rogers, S. K., & Kabrisky, M. (1990). Feature selection using a multilayer perceptron. *Journal of Neural Network Computing*, 2(2), 40-48.
- Ruder, S. (2016). An overview of gradient descent optimization algorithms. *arXiv preprint arXiv:1609.04747*.
- Sanabria, O. L. (2001). *Manejo vegetal en agroecosistemas tradicionales de Tierradentro, Cauca, Colombia*. Editorial Universidad del Cauca.
- Sanabria, O. L. (2006). *Manejo de germoplasma nativo en agroecosistemas tradicionales de la región Andina de Tierradentro, Cauca, Colombia, Suramérica*. (Tesis de Doctorado). Facultad de Ciencias, UNAM, México, DF, México.
- Santalucía, V. M., Martínez, L. S., de Guevara, J. F., y García, F. P. (2005). *La medición del capital social: Una aproximación económica*. Fundación BBVA.
- Sayles, J. S., Garcia, M. M., Hamilton, M., Alexander, S. M., Baggio, J. A., Fischer, A. P., Ingold, K., Meredith, G. R., & Pittman, J. (2019). Social-ecological network analysis for sustainability sciences: A systematic review and innovative research agenda for the future. *Environmental Research Letters*, 14(9), 093003.
- Schaeffer, J. M. (2009). *El fin de la excepción humana*. Marbot Ediciones.
- Scheffer, M., Carpenter, S., Foley, J. A., Folke, C., & Walker, B. (2001). Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*, 413(6856), 591-596.
- Sevilla Guzmán, E., & Soler Montiel, M. M. (2010). Agroecología y soberanía alimentaria: Alternativas a la globalización agroalimentaria. *Patrimonio cultural en la nueva ruralidad andaluza*.
- Shannon, P., Markiel, A., Ozier, O., Baliga, N. S., Wang, J. T., Ramage, D., Amin, N., Schwikowski, B., & Ideker, T. (2003). Cytoscape: A software environment for integrated models of biomolecular interaction networks. *Genome research*, 13(11), 2498-2504.
- Sicard, T. E. L. (2009). Agroecología: Desafíos de una ciencia en construcción. *Agroecología*, 4, 7-17.
- Simpson, A. J., & Fitter, M. J. (1973). What is the best index of detectability? *Psychological Bulletin*, 80(6), 481.
- Sinisterra Rodríguez, M. M. (2009). Dependencia de la historia en la determinación del capital social, herencia colonial y cambio institucional: El caso caucano. *Cuadernos de Economía*, 28(51), 37-74.
- Speelman, E. N., López-Ridaura, S., Colomer, N. A., Astier, M., & Masera, O. R. (2007). Ten years of sustainability evaluation using the MESMIS framework: Lessons learned from its application in 28 Latin American case studies. *The International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 14(4), 345-361.
- Stephen, I. (1990). Perceptron-based learning algorithms. *IEEE Transactions on neural networks*, 50(2), 179.
- Tapia, E., y Rosas, A. (1998). *Agrobiodiversidad en La Encañada. Sistematización de las experiencias de conservación in situ de los recursos fitogenéticos, Perú*. Cajamarca: Condesan, Aspaderuc, CIP y GTZ.
- Taylor, S. J., y Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación* (Vol. 1). Paidós Barcelona.

- Terán, S., y Heilskov Rasmussen, C. (1994). *La milpa de los mayas: La agricultura de los mayas prehispánicos y actuales en el noreste de Yucatán*.
- Tobar, N. J. M., & Muñoz, F. A. M. (2014). Las costumbres del pueblo Totorá "comunidad Tontotuna". *Revista de Investigaciones UCM*, 15(25), 48-58.
- Toledo, V. (2003). Antropología y Ecología: Historia de un romance. *CUHSO· Cultura-Hombre-Sociedad*, 7(1), 55-62.
- Toledo, V., Alarcón-Chaires, P., y Barón, L. (2002). *La modernización rural de México: Un análisis socioecológico*.
- Toledo, V. M. (1991). *El juego de la supervivencia: Un manual para la investigación etnoecológica en Latinoamérica*. Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo (CLADES).
- Toledo, V. M. (1993). La racionalidad ecológica de la producción campesina. *Ecología, campesinado e historia*, 197-218.
- Toledo, V. M., y Alarcón-Chaires, P. (2012). La etnoecología hoy: Panorama, avances, desafíos. *Etnoecológica*, 9(1), 1-16.
- Torquebiau, E. (1992). ¿Are tropical agroforestry home gardens sustainable? *Agriculture, ecosystems & environment*, 41(2), 189-207.
- Tyrtania, L. (1992). *Yagavila: Un ensayo en ecología cultural*.
- Tyrtania, L. (2008). La indeterminación entrópica: Notas sobre disipación de energía, evolución y complejidad. *Desacatos*, 28, 41-68.
- Tyrtania, L. (2009). *Evolución y sociedad Termodinámica de la supervivencia para una sociedad a escala humana*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Ungar, P., y Osejo Varona, A. (2016). *Tejiendo historias. Introducción a la colección Hojas de Ruta*.
- Urquiza Gómez, A., y Cadenas, H. (2015). Sistemas socio-ecológicos: Elementos teóricos y conceptuales para la discusión en torno a vulnerabilidad hídrica. *L'Ordinaire des Amériques*, 218.
- Valencia, M. (2014). Vulnerabilidad de las lagunas de páramo a procesos degradativos de origen antrópico incorporando la complejidad ambiental del territorio. *Departamento del Cauca, Colombia* (Tesis Doctorado). Popayán (Colombia): Doctorado Interintitucional en Ciencias Ambientales, Universidad del Cauca, 303.
- Vásquez, L., y Matienzo, Y. (2010). Metodología para la caracterización rápida de la diversidad biológica en las fincas, como base para el manejo agroecológico de plagas. *Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV) Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba*. [acceso 23 de febrero de 2015] <http://doctoradoagroecologia2010.pbworks.com/f/INISAV+Metodolog%C3%ADa+para+la+clasificaci%C3%B3n+r%C3%A1pida+de+la+biodiversidad+.pdf>.
- Vogl, C. R., Vogl-Lukasser, B., & Puri, R. K. (2004). Tools and methods for data collection in ethnobotanical studies of homegardens. *Field methods*, 16(3), 285-306.
- von Humboldt, A. (2017). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Colombia. *Revista Biota colombiana*, 18(suplemento 2).

- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and society*, 9(2).
- Wasserman, S., y Faust, K. (2013). *Análisis de redes sociales. Métodos y aplicaciones* (Vol. 10). CIS-Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Whitehead, A. N., & Price, L. (2001). *Dialogues of Alfred North Whitehead* (Vol. 84). David R. Godine Publisher.
- Wolf, E. R. (1957). Closed corporate peasant communities in Mesoamerica and Central Java. *Southwestern journal of Anthropology*, 13(1), 1-18.
- Xolocotzi, E. H. (1985a). *Xolocotzia: Obras de Efraím Hernández Xolocotzi* (Vol. 1). Universidad Autónoma Chapingo.
- Xolocotzi, E. H. (1985b). *Xolocotzia: Obras de Efraím Hernández Xolocotzi* (Vol. 1). Universidad Autónoma Chapingo.
- Xolocotzi, E. H. (1988). *La agricultura tradicional en México*. 6.
- Zent, S. (2001). Acculturation and ethnobotanical knowledge loss among the Piaroa of Venezuela: Demonstration of a quantitative method for the empirical study of TEK change. *On biocultural diversity: Linking language, knowledge, and the environment*, 190-211.
- Zuluaga, G. P., Ruiz, A. L., y Martínez, E. C. (2013). Percepciones sobre el cambio climático y estrategias adaptativas de agricultores agroecológicos del Municipio de Marinilla, Colombia. *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático*. Nicholls Estrada CI; Ríos Osorio, LA, 20.