

**Agricultura tradicional de roza, tumba y quema en el bosque
seco de la Reserva Natural Victoria (Melgar, Tolima):
Transición a la no quema**

Trabajo de grado

David Rivera Ospina

Tutora: Melina Ángel

**Universidad Externado de Colombia
Facultad de Ciencias Sociales y Humanas
Maestría Transdisciplinaria en Sistemas de Vida Sostenible
Bogotá, D.C. Junio, 2019**

Agradecimientos



GRACIAS sabedores, sabedoras, sabedores otros del territorio!

Profundo agradecimiento a mis profesores (as) de la MTSVS por abrir esta ventana con mirada al universo-pluriverso.

A mis compañeros y compañeras de la Maestría por caminar juntos como pioneros.

Infinito agradecimiento a Vilma Isabel, Aida Patricia y Laura Victoria, mi bella flor tropical, cuidadora de la Reserva, a quien dedico este trabajo.

Resumen

En este trabajo mi propósito es aportar una visión sistémica de la agricultura tradicional de roza, tumba y quema –RTQ-, generando una estrategia de transición a la no quema, para contribuir a la conservación y manejo sostenible del bosque seco tropical en la Reserva Natural Victoria de Melgar, Tolima. Desde el foco de la etnoecología y la biomímesis, desarrollé una investigación cualitativa, empleando herramientas como observación participante en campo. Observé que a pesar de los impactos ambientales que causa la quema en el ecosistema, el sistema de agricultura tradicional de roza, tumba y quema, practicado a pequeña escala por la comunidad campesina, está bien adaptado a las condiciones ambientales de pulsos estacionales de lluvias y verano. Está en la “memoria biocultural” una sincronía con los tiempos y el calendario ecológico de tal manera que, los momentos claves de la preparada del rastrojo para la quema, la siembra de semillas de maíz y la cosecha, están en perfecta sincronía con los tiempos actuales. Como alternativa de agricultura de transición a la no quema, puse en práctica una parcela aplicando el pensamiento biomimético, emulando los procesos de dinámica de la vegetación, producción de biomasa por especies pioneras del rastrojo y el reciclaje de la materia orgánica que ocurren de manera natural en el ecosistema para mantener la fertilidad del suelo. En la parcela de no quema el desarrollo del maíz y otras especies asociadas fue normal, cerrando el ciclo productivo con buena cosecha, densa cobertura de materia orgánica sobre el suelo y diversidad de especies herbáceas, arbustivas. Este ensayo revela que en los sistemas de agricultura tradicional de RTQ se puede transitar a la agricultura de no quema.

PALABRAS CLAVE: Bosque seco, agricultura tradicional, roza-tumba y quema, Biomímesis, transición a la no quema.

Abstract

In this work my purpose is to provide a systemic view of traditional slash-and-burn agriculture, generating a strategy for a transition to no burning processes in agriculture, to contribute to the conservation and sustainable management of the tropical dry forest in the Natural Reserve Victoria in Melgar, Tolima. From the focus of ethnoecology, I developed a qualitative research, using tools such as participant observation in the field. I observed that, despite the environmental impacts caused by burning in the ecosystem, the system of traditional agriculture of slash-and-burn, which is practiced by the small-scale farmer communities, is well adapted to the environmental pulses of seasonal rains and droughts. Within the "biocultural memory" there is a synchronicity with the times and the ecological calendar in such a way that, the key moments of the vegetation's preparation for burning, the sowing of corn seeds and the harvest, are in perfect synchronicity with the weather. As an alternative from transitional agriculture to non-burning, I put into practice a plot by applying biomimetic thinking, emulating the processes of vegetation dynamics, biomass production by pioneer early secondary forests species and the recycling of organic matter that occurs naturally in the ecosystem. In the area without burning, the development of corn and other associated species was normal, closing the productive cycle with good harvest, dense cover of organic matter on the soil and diversity of herbaceous, shrubby species. This essay reveals that it is possible to move to non-burning agriculture.

KEY WORDS: Dry forest, traditional agriculture, slash-and-burn,
Biomimicry, transition to no burning.

Contenido

Agradecimientos.....	2
Resumen.....	3
Abstract.....	4
INTRODUCCIÓN	7
La vida en el centro.....	7
Presencia interrogada	9
Objetivos	9
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos.....	9
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
Antecedentes.....	10
Uso del fuego en la agricultura tradicional de roza, tumba y quema.....	11
Área de estudio: contexto	14
La Reserva Natural Victoria	14
Medio físico.....	15
Geología y suelos	15
Aspectos climáticos.....	15
Medio biótico	17
Ecosistemas de referencia.....	17
Contexto cultural	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	20
Visión sistémica de los saberes agrícolas tradicionales	20
Enfoque etnoecológico.....	21
Teoría del disturbio y dinámica sucesional	26
CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO	30
El sistema tradicional de roza, tumba y quema –rtq-	31
Conocer los sabedores	31
Conocer, observar el sistema.....	31
Modelar el sistema.....	32
El enfoque etnoecológico.....	33

Construcción de la parcela demostrativa de transición a la no quema.....	34
Aplicación del pensamiento biomimético	34
Caracterización de los rastrojos y la flora.....	35
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	37
UN SISTEMA DE AGRICULTURA TRADICIONAL DE ROZA, TUMBA Y QUEMA (RTQ).....	37
De la mano de sabedores y sabedoras.....	37
Calendario de actividades y sincronía con el tiempo.....	38
Pulso de verano o “tiempo bravo”.....	40
Pulso de invierno o estación de lluvias.....	44
Síntesis del modelo de agricultura tradicional de RTQ	54
PARCELA DEMOSTRATIVA DE TRANSICIÓN A LA NO QUEMA	57
Conocer, escuchar sensorialmente, observar.....	57
Diseño bioinspirado	59
Construcción de la parcela demostrativa de cultivo sin quema.....	69
El suelo al finalizar cosecha.....	75
LA FLORA.....	78
Caracterización de rastrojos.....	78
Saberes y usos de la flora	80
CONCLUSIONES.....	87
REFERENCIAS	89

INTRODUCCIÓN

La vida en el centro

Cuando iniciamos este caminar juntos en la Maestría Transdisciplinaria en Sistemas de Vida Sostenible –MTSVS-, y quizás debido a mi formación de Biólogo, el foco del trabajo estaba centrado en las dinámicas de la vegetación, y también por gusto. Luego el enfoque fue evolucionando al mismo tiempo con el avance de la MTSVS, hasta llegar actualmente a reflexionar sobre el verdadero sujeto del problema, la vida en el centro.

Observamos en el campo, de la mano de mis sabedores campesinos, don Arsenio, Moisés, Abelardo y Gloria, el sistema del que yo también hacía parte, era un sistema muy complejo y dinámico, se comportaba con pulsos estacionales y ciclos cortos y largos, que hacían difícil poder abordarlos en este corto trabajo. En este escenario, el ciclo que considero “nuclear” dentro del sistema tradicional de agricultura de roza, tumba y quema es el ***mantenimiento de la vida***, de “lo humano y lo otro que no es humano”.

Los bosques secos del Tolima y en general del valle del Magdalena, están desapareciendo aceleradamente por diversos factores de transformación del paisaje (García *et al.*, 2014). Cada “verano” en la región son quemadas cientos de hectáreas de bosque seco, al mismo tiempo que el país registra un incremento en las estadísticas de los incendios forestales¹. El mayor impacto se relaciona con incendios extensivos en la tala de bosques y sabanas para ganadería (Armenteras *et al.*, 2009; Amaya y Armenteras, 2012) y también los incendios generados por las quemaduras durante la preparación de tierras para cultivos de pancoger mediante el proceso de roza, tumba y quema –RTQ-.

La RTQ se realiza principalmente para establecer cultivos de subsistencia o de pancoger, no es un método de cultivo primitivo o incipiente sino una técnica especializada, que ha evolucionado en respuesta a condiciones específicas, climatológica y de suelos en las tierras bajas tropicales (Vargas *et al.*, 1988).

¹ Recuperado de: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/estadisticas-incendios?>

Constituye parte del acervo cultural de los saberes, conocimientos tradicionales, definidos como *“el conjunto acumulado y dinámico del saber teórico, la experiencia práctica y las representaciones que poseen los pueblos con una larga historia de interacción con su medio natural”* (Machado 2008, p. 26).

El conocimiento ecológico tradicional, Berkes (1999), lo define como *“un cuerpo acumulativo de conocimientos, prácticas y creencias, que evoluciona a través de procesos adaptativos y es comunicado por transmisión cultural durante generaciones, acerca de la relación de los seres vivos, incluidos los seres humanos, de uno con el otro y con su medio ambiente”*.

Este trabajo, surgió en un momento que la comunidad realizaba una quema en la vecindad de la Reserva Natural Victoria para establecer cultivos de “pancoger” o de subsistencia para consumo familiar, como maíz, yuca, plátano, papaya, entre otros.

Este evento me llevó a comprender desde un enfoque sistémico² los procesos involucrados en la agricultura tradicional de RTQ, conocer los diversos actores (sabedores), las dinámicas de la vegetación secundaria asociadas al disturbio por fuego, la importancia de las plantas que constituyen este ecosistema, para diseñar en el corto plazo alternativas de manejo de agricultura tradicional sin quema y transición a la no quema.

Sabemos que el fuego descontrolado puede arrasar rápidamente el bosque dejándolo convertido en cenizas, además de generar enormes impactos ambientales a la atmósfera y pérdida de biodiversidad³. La pregunta de fondo es si ¿Es necesario quemar para cultivar o podemos transitar a la no quema?

Como señala Lupi (2013), *“...el fuego ha sido históricamente usado como una herramienta de manejo muy eficiente y de costos bajos entre los productores*

² Gay, A. “El enfoque sistémico es una manera de abordar y formular problemas con vistas a una mayor eficacia en la acción, que se caracteriza por concebir a todo objeto (material o inmaterial) como un sistema o componente de un sistema, entendiendo por sistema una agrupación de partes entre las que se establece alguna forma de relación que las articule en la unidad que es precisamente el sistema”. Recuperado de: http://www.manuelugarte.org/modulos/biblioteca/g/texto_2_aquiles_gay.pdf

³ Los incendios asociados con el fenómeno de intensa sequía de El Niño han sido catastróficos sobre las selvas. Recuperado de: <https://phys.org/news/2018-10-carbon-emissions-amazonian-forest-worse.html>

agrícolas, ganaderos y forestales de diferentes países del mundo. Constituye una práctica muy simple para eliminar los residuos de cosecha de cultivos agrícolas y así facilitar las posteriores tareas de preparación del terreno”.

El marco del trabajo se desarrolló como investigación cualitativa desde la observación participante y la etnografía, integrada en los métodos de investigación etnoecológica (Toledo y Barrasol, 2008; Toledo y Alarcón-Cháires, 2012; Prado y Murrieta, 2015).

Presencia interrogada

En este trabajo han surgido muchas preguntas de investigación, sin embargo considero que para empezar debemos responder las siguientes:

- ¿Cómo funciona el sistema de agricultura tradicional de roza, tumba y quema?
- ¿Es necesario quemar para cultivar o podemos transitar a la no quema?
- ¿Cuál es la flora asociada a la vegetación secundaria o rastrojos?

Objetivos

Objetivo general.

Aportar una visión sistémica de la agricultura tradicional de roza, tumba y quema, generando una estrategia de transición a la no quema, para contribuir a la conservación y manejo sostenible del bosque seco tropical en la Reserva Natural Victoria.

Objetivos específicos.

1. Conocer la estructura del sistema de agricultura tradicional de roza, tumba y quema.
2. Poner en práctica desde el pensamiento biomimético, una parcela demostrativa de transición a la no quema.
3. Determinar la flora asociada a la vegetación secundaria o rastrojos.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Antecedentes

El problema central de este trabajo es cómo disminuir los impactos ambientales generados por el sistema de agricultura tradicional de roza, tumba y quema (RTQ) en el bosque seco tropical de la Reserva Natural Victoria. Lo que llevó a meterme a fondo a comprender cómo funciona este sistema y cómo podemos generar otras alternativas de transición a la no quema, que sean productivas, sostenibles y aceptadas por la comunidad.

En el entorno de la Reserva Natural Victoria de Melgar-Tolima, existe una tradición campesina que ha guardado en su "memoria biocultural"⁴ las prácticas de un complejo sistema de agricultura itinerante de roza, tumba y quema, con el cual logran los cultivos básicos de pancoger (principalmente maíz, yuca y plátano, entre otros), consolidando un conocimiento tradicional transmitido por generaciones. Para López-García y Guzmán-Casado (2012), el conocimiento tradicional campesino es considerado "*movilizador de procesos de transición agroecológica (...) la recuperación y actualización de este conocimiento es, en el contexto actual de crisis ecológica global, más necesario que nunca*".

El bosque seco tropical en el mundo es uno de los ecosistemas más amenazados. En Colombia el estado de conservación del bosque seco es crítica (Corzo y Delgado, 2012), queda menos del 10% de su cobertura original (Pizano y García, 2014), por esta razón han sido incluidos actualmente en la lista roja de ecosistemas de la UICN⁵.

Entre los principales factores de transformación de estos ecosistemas están la conversión de tierras para ganadería y la expansión de la agricultura (Arango *et al.*, 2003), además de la construcción de vías, embalses y la minería. La

⁴ La Memoria Biocultural: la importancia ecológica de los saberes tradicionales. Toledo y Barrera-Bassols (2008). Disponible en <http://www.agroeco.org/socla/publicaciones.html>

⁵ Recuperado de: https://iucnrl.org/static/media/uploads/references/published-assessments/Brochures/brochure_lre_colombia_v_2.0.pdf

introducción de la ganadería y la expansión de la agricultura en los sistemas productivos, aceleró los procesos de transformación antrópica del paisaje quedando completamente fragmentado (IAvH, 1998).

En el municipio de Melgar, Tolima, este tipo de ecosistema desaparece aceleradamente debido a diferentes presiones por ocupación de la tierra para construcción de condominios y turismo, además por procesos de conversión del bosque seco de las grandes fincas a pastizales para ganadería. Deja pequeños parches de bosque expuestos a los efectos de borde provocando cambios en los procesos ecológicos y de los ecosistemas, lo que socava la calidad del hábitat y la oferta de servicios ecosistémicos (Murcia, 1995; Dantas de Paula *et al.*, 2016).

Uso del fuego en la agricultura tradicional de roza, tumba y quema

Los sistemas tradicionales⁶ de agricultura migratoria de roza y quema, como sistemas de producción campesina, han contribuido en el proceso de pérdida de cobertura del bosque seco y el desarrollo de vegetación secundaria. Desde las primeras ocupaciones humanas hace 14.500 años, los registros arqueológicos muestran evidencias de uso del fuego para sembrar cultivos rotatorios por medio de tala y quema (Maezumi *et al.*, 2018).

Según Sánchez (1981), la roza, tumba y quema se define como un sistema de rotación de campos de cultivo, más que de cultivos, con períodos cortos de cosecha, alternando con períodos de barbecho o rastrojo, generalmente más largos. Como sistema de producción *“es el conjunto de elementos organizados funcional y estructuralmente para generar bienes y servicios al ser humano a partir de los recursos naturales”* (Cordón-Suárez, 2013, p.80).

El uso del fuego en este sistema tradicional de agricultura crea un fuerte disturbio alterando las trayectorias de la vegetación sucesional en el área de roza y

⁶ Según Zamudio (2000), comprende *“saberes, costumbres y creencias (materiales y espirituales), que son transmitidos verbalmente en habilidades y experiencias de generación en generación en el seno de un pueblo o una comunidad; es resultado de una acumulación de prácticas ancestrales y colectivas de las comunidades, son una creación intelectual que ha tenido y tiene lugar por la acumulación de experiencias y prácticas comunes de los miembros de un grupo cultural o pueblo, como respuesta a su entorno y necesidades”*. Según Toledo y Barrera-Bassols (2008), constituye saberes tradicionales de gran valor que se conservan en la memoria biocultural.

quema, de esta manera la sucesión vegetal conduce con el tiempo a diferentes tipos de parches de vegetación secundaria o "rastrojos". En el contexto de la teoría del disturbio⁷ el fuego es un disturbio fuerte que afecta todos los componentes del ecosistema, su estructura y función (Palm *et al.*, 2005; Parkins *et al.*, 2018), además de diversos efectos ambientales en el mosaico del paisaje generando gradientes de microclima, cambios en el carbono, nitrógeno y zonas de transición generados por el área quemada (Jaksic y Fariña, 2015; Armenteras y Vargas, 2016; Schmidt *et al.*, 2017).

Triana (1992, citado por Acevedo-Osorio 2016, p.66), anota que las comunidades indígenas de los bosques secos del sur del Tolima, al parecer, también practicaban la "*horticultura de rotación basada en la roza, tala y quema*", proceso bastante similar adoptado por la comunidad campesina en la Reserva Natural Victoria.

Oliveros (2000, p.127), al estudiar los ciclos productivos de indígenas Coyaimas y Natagaimas, encontró que:

"La agricultura es la actividad principal entre los indígenas, con carácter rotatorio definido por las épocas de lluvias: la primera siembra en febrero y marzo, la recolección se hace entre los meses de junio y julio; la segunda siembra entre agosto y septiembre, la recolección entre diciembre y enero. (...) A principios del verano se tumban los rastrojos y los bosques alrededor de las vegas de los ríos, luego, poco antes del invierno, se quema la vegetación tumbada y se siembra con la primera lluvia; después de tres cosechas se deja crecer el monte y se abre una nueva roza".

En la década de los 80-90, tuvo un gran interés la investigación sobre los efectos del fuego en los ecosistemas y la dinámica de los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren en la agricultura de roza, tumba y quema,

⁷ En el sentido de Sousa (1984), Pickett y White (1985).

compilados en varios documentos del *Symposium "Alternatives to Slash and Burn Agriculture"*, en el *15th World Congress of Soil Science* en México (1994). Sin embargo, son escasos los trabajos en los ecosistemas de bosque seco tropical que permitan conocer con un enfoque sistémico⁸, el funcionamiento de la agricultura de roza, tumba y quema y las decisiones de manejo del sistema.

Es un sistema de amplio uso en otras regiones del mundo tropical, así por ejemplo, en las Filipinas la agricultura migratoria se conoce localmente como "*kaingin*" y representa el uso de la tierra dominante en zonas rurales de tierras altas (Mukul, 2015). En los bosques subtropicales de la India, la agricultura migratoria se practica extensivamente (*shifting cultivation*, "*jhum*") causando pérdida de biodiversidad a gran escala (Paul, Tripathi, Roy Burman et al., 2017).

En la Amazonia colombiana, las familias de colonos y de mestizos emplean un tipo de agricultura migratoria de corte y quema derivada del modelo indígena (Saldarriaga y van der Hammen, 1993), con la gran diferencia que el propósito conduce a pastizales para ganadería y degradación de los suelos. Las comunidades indígenas del Medio Caquetá manejan sistemas agroforestales de "chagras" y emplean para su establecimiento la roza, tumba y quema de la selva para los cultivos transitorios durante los dos o tres primeros años, luego se abandona para formar "rastros" con especies frutales (Vélez y Vélez, 1992).

Según Clara van der Hammen y Rodríguez (2000, p.264),

"la chagra es objeto de una profunda dimensión simbólica que refleja un detallado conocimiento de la composición, estructura y dinámica sucesional del bosque, así como de toda una serie de patrones agronómicos, (...) al copiar de alguna manera la composición y estructura del bosque original, la chagra funciona como un sistema multiestratificado con una alta diversidad de

⁸ "El término "sistema" se entiende como el arreglo o conjunto de componentes, unidos o relacionados de tal manera que forman parte de un todo [...], y el de "producción" como la generación de bienes a través del uso de trabajo, equipos y materiales. Entonces una aproximación al concepto de "sistemas de producción" es el conjunto de elementos organizados funcional y estructuralmente para generar bienes y servicios al ser humano a partir de los recursos naturales" (Cordón-Suárez 2013, p.80).

plantas cultivadas...finalmente después del aprovechamiento de la cosecha se devuelve física y espiritualmente el terreno utilizado al dueño”.

La complejidad sistémica de producción de la “chagra” fue descrita por Clara Van der Hammen (1992), Alonso-Vélez y Vélez *et al.* (1992), C. van der Hammen y Rodríguez (1996). Más recientemente y desde un enfoque etnoecológico (Toledo, 2000), han surgido nuevos trabajos orientados a comprender los complejos y ancestrales agroecosistemas integrados a la selva tropical. En México existe una larga tradición para el establecimiento de la milpa mediante roza, tumba y quema (Lara-Ponce *et al.*, 2012). Actualmente cobra importancia comprender el sistema de agricultura tradicional en el contexto del conocimiento del ciclo del carbono y sus interacciones (Paz *et al.*, 2015). La multifuncionalidad de estos sistemas tradicionales de producción en el sur del Tolima, ha sido descrita por Acevedo-Osorio (2016).

Conviene señalar, sin embargo, que a pesar de los impactos que genera la quema, varios autores lo consideran como un sistema que está bien adaptado culturalmente a las condiciones locales (Vargas *et al.*, 1988; Brush y Perales, 2007; Aguilar-Jiménez, 2011), constituyendo una alternativa para incrementar la productividad, la sostenibilidad y la resiliencia de los sistemas socioecológicos (Altieri y Nicholls, 2013). Como sistema de producción “*es el conjunto de elementos organizados funcional y estructuralmente para generar bienes y servicios al ser humano a partir de los recursos naturales*” (Cordón-Suárez 2013, p.80).

Área de estudio: contexto

La Reserva Natural Victoria

Hace 10 años llegué a este territorio de clima cálido, del municipio de Melgar, Tolima, buscando “reconectarme con la naturaleza” del bosque seco tropical. De común acuerdo con los vecinos colindante del área dedicada a

conservación, aproximadamente 30 hectáreas, la denominamos Reserva Natural Victoria, pertenece a la Red de Reservas de la Sociedad Civil REDNATUR Tolima. La Reserva mira hacia el valle del río Sumapaz en la vertiente occidental de la cordillera Oriental, a 800 m de altitud (Figura 1.1).

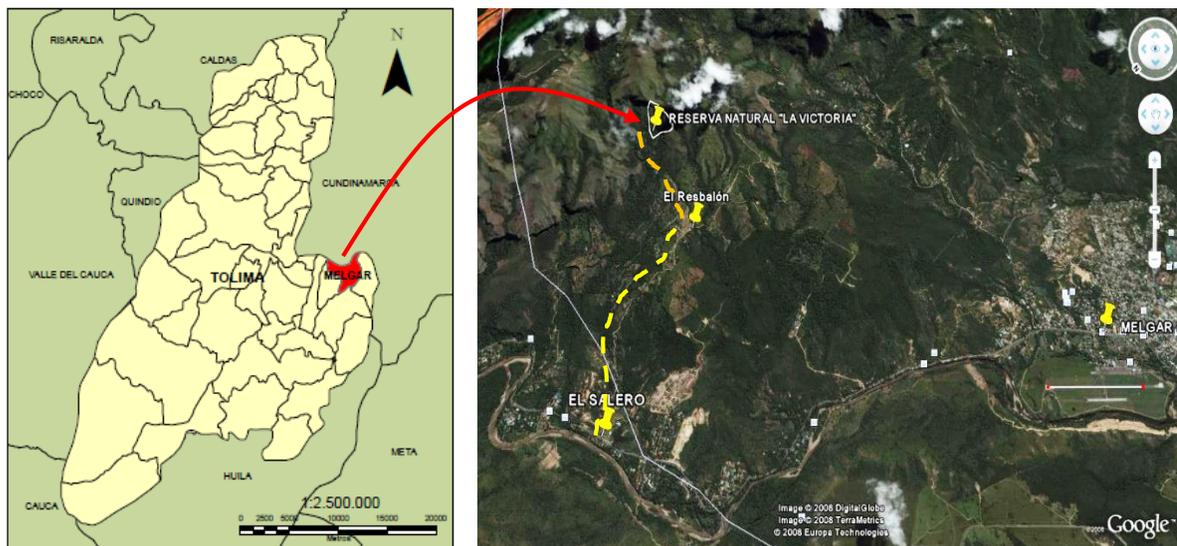


Figura 1.1 Localización del área de trabajo en la Reserva Natural Victoria, Municipio de Melgar, departamento del Tolima. Coordenadas geográficas: 4°14'6.115" N-74°35'11.283"W

Medio físico

Geología y suelos

De acuerdo al material geológico, los suelos son derivados de rocas sedimentarias. Los suelos corresponden a las montañas con vertientes estructurales, desarrolladas a partir de areniscas y arcillas, profundos y bien drenados. Son suelos de poca evolución pedogenética. Presentan diferentes grados de erosión.

Aspectos climáticos.

El comportamiento climático es determinante en las actividades del sistema de agricultura tradicional de roza, tumba y quema. Define los tiempos de la quema, siembra y de cosecha.

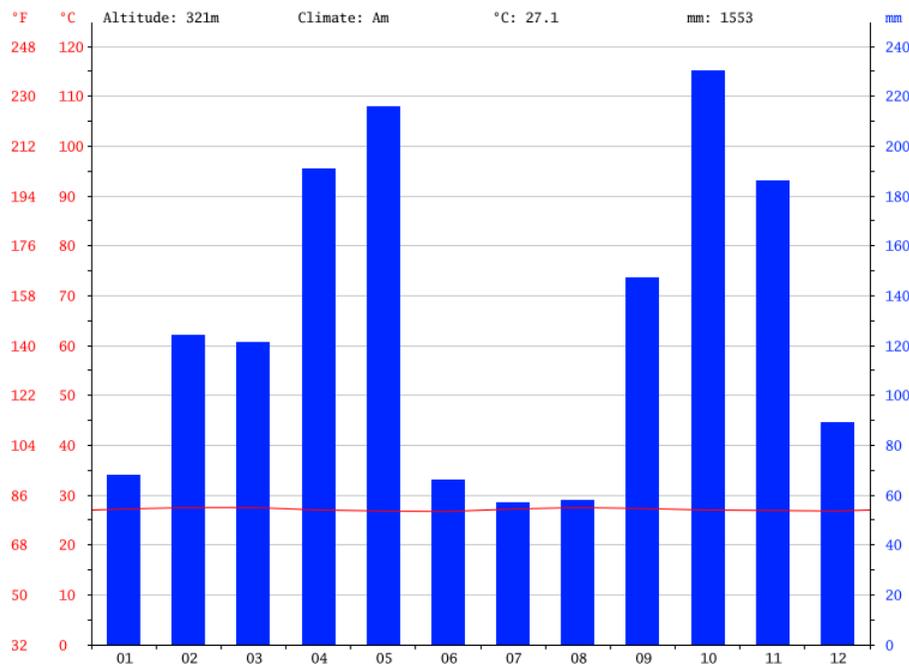


Figura 1.2 Climograma de Melgar-Tolima. Fuente: recuperado de doi:<https://es.climate-data.org/location/50394/>

Según el climograma de la Figura 1.2, el régimen bimodal determina dos estaciones secas o de "verano" que ocurren en los meses de diciembre (90 mm) a enero (68 mm) y el verano más fuerte ocurre en junio (65 mm)-julio (58 mm)-agosto (57 mm). Durante este periodo presenta condiciones muy cercanas al déficit hídrico, característico de bosque seco tropical (bst) (Holdridge, 1987).

La precipitación promedio anual es de 1553 mm. Se presentan dos estaciones lluviosas, mayo con 218 mm y octubre con 230 mm aproximadamente. La temperatura anual promedio es de 27,1 °C. El mes más caluroso del año es febrero con un promedio de 27.5 °C. Junio es el mes más fresco del año con 26.7 °C en promedio.

Medio biótico

Ecosistemas de referencia.

El área de trabajo de acuerdo con el sistema global de clasificación de zonas de vida de Holdridge (1987), corresponde al Bosque seco Premontano (Bs-PM). Un recorrido por área permitió identificar dos grandes tipos de ecosistemas: El bosque seco de laderas escarpadas y las sabanas de montaña (Figura 1.3).

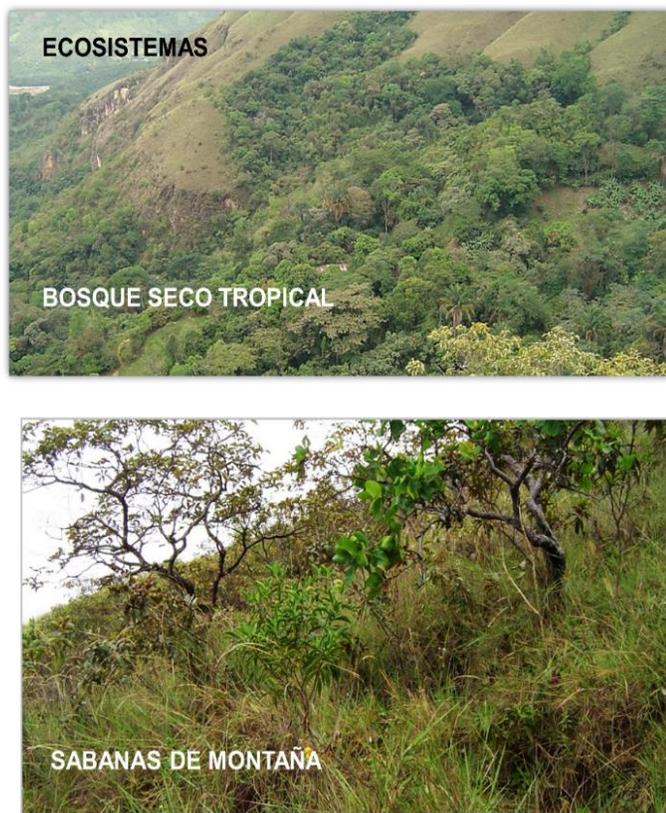


Figura 1.3 Principales tipos de ecosistemas de referencia en la Reserva Natural Victoria de Melgar-Tolima. Bosque seco en laderas y cañadas, y sabanas de montaña en las laderas más escarpadas (Foto: D. Rivera).

Fauna de importancia focal: Tigrillo (*Leopardus pardalis*), Venado zoché (*Mazama americana*), borugo (*Agouti paca*), ñeque (*Dasyprocta punctata*), zorro (*Procyon carnivorus*); iguanas, guacharacas, chorolas, loros, entre otras especies que están en vías de extinción por la degradación de su hábitat.

Especies maderables de interés y fuente semillera: Caracolí (*Anacardium excelsum*), diomate (*Astronium graveolens*), cedro (*Cedrela odorata*), capote (*Machaerium capote*), guadua (*Guadua angustifolia*), entre otras especies.

Contexto cultural

La región de localización de la Reserva hace parte del territorio del sur del Tolima. Algunas evidencias arqueológicas de pictogramas en rocas se presentan dispersas en la vereda. Según la documentación histórica realizada por Acevedo-Osorio,

“el territorio ha sido históricamente ocupado por familias y comunidades indígenas descendientes de los Pijao, con un alto grado de adaptación a las condiciones del ecosistema de bosque seco tropical que caracteriza esta región del valle medio del río Magdalena. Actualmente se encuentran esquemas de producción tanto tradicionales (de campesinos e indígenas) como empresariales, con una enorme diversidad entre estos dos polos: desde agricultores dedicados fundamentalmente a producir para el autoconsumo bajo esquemas tecnológicos tradicionales de bajos insumos y un reducido impacto ambiental, hasta los que están exclusivamente dedicados a la producción para el mercado bajo esquemas tecnológicos de altos insumos adquiridos en el mercado externo, alto uso de agroquímicos y maquinarias que generan impactos negativos al ambiente en diferente escala” (Acevedo Osorio, 2016).

La comunidad campesina localizada en la Reserva Natural Victoria corresponde a pequeños productores que practican la “agricultura familiar”. El instituto Indesco, de la Universidad Cooperativa de Colombia, proponen una definición de agricultura familiar para las particularidades nacionales en los siguientes términos:

"La agricultura familiar es la forma de realizar las actividades agrícolas, pecuarias, silvícolas, acuícolas y pesqueras que dependen fundamentalmente del trabajo familiar de hombres y mujeres. La agricultura familiar en Colombia carece o tiene acceso limitado a la tierra, al capital, a bienes y servicios de la oferta pública y mercados, realiza múltiples estrategias de supervivencia y generación de ingresos, presenta una alta heterogeneidad y existe en forma de subsistencia, transición y consolidación. La agricultura familiar y el territorio coevolucionan, combinan la dimensión económica, ecológica, política, social y cultural. Aporta a la seguridad y soberanía alimentaria, contribuye a la protección de la biodiversidad y provee la mayor cantidad de oportunidades de trabajo rural, desarrolla conocimientos propios del quehacer agrícola y se apoya en fuertes redes familiares y comunitarias. La agricultura familiar es campesina, indígena, afrodescendiente, urbana, periurbana y neo-rural. (Documento CNA AIAF).

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Visión sistémica de los saberes agrícolas tradicionales

Es sorprendente estar parado en medio del cultivo de maíz escuchando al mismo tiempo el zumbido de las abejas y las “teorías” de don Arsenio sobre el clima, la sincronía con el tiempo de verano para la quema del rastrojo, la siembra con las lluvias, los cambios de la luna y la fertilidad del suelo, las plagas del maíz, hasta puede visualizar la cosecha que viene, me deja sorprendido.

Este conocimiento sistémico, pocas veces reconocido, sostiene el sistema de agricultura tradicional⁹, lo alimenta, le proporciona bienestar y seguridad alimentaria. “Un sistema no es una colección de cosas” define Meadows (2009)¹⁰.

Zagoya define este sistema de conocimiento como,

“el conjunto de sistemas de uso de tierra que se han desarrollado de manera local durante muchos años de experiencia empírica y de experimentación campesina; éstos sistemas han surgido a través de siglos de evolución biológica y cultural; y representan experiencias acumuladas de interacción entre el ambiente y agricultores sin acceso a insumos externos, capital o conocimiento científico; y que han sido manejados con recursos locales y con energía humana y animal. (Zagoya, 2012).

Machado (2008) menciona que... “*los conocimientos tradicionales se refieren al acumulado de saberes tanto teóricos como prácticos, unidos a las representaciones que poseen las comunidades de su interacción con la naturaleza*”. Por su parte, Valladares y Olivé (2015), profundizan en las perspectivas epistemológicas del conocimiento tradicional y propone una

⁹ [...] “Cabe aclarar que lo tradicional incluye los valores, las creencias, las costumbres, las diferentes formas de expresión humana, particularmente aquellas que se transmiten por vía oral y están en concordancia con la cultura. Hablar de tradición implica identidad y sentimiento de pertenencia a un contexto socioambiental determinado”. (Alarcón-Châires, 2019, p.79).

¹⁰ Donella H. Meadows. 2009, p.11. Thinking in systems

caracterización del conocimiento tradicional en el contexto crítico de las "Epistemologías del Sur"¹¹

Gómez y González, propone el concepto de saberes agrícolas tradicionales, *"engloba prácticas, técnicas, conocimientos y/o cosmovisiones que responden a problemas que limitan la producción agrícola. Estos saberes, son generados en las comunidades rurales a partir de la observación acuciosa, sistemática y la convivencia con la naturaleza y son transmitidos de generación a generación por la tradición oral"*. (Gómez y González, 2006).

Enfoque etnoecológico

De acuerdo con lo analizado hasta ahora, encontré en la etnoecología¹², el marco teórico con el que me siento cómodo, para abordar el complejo de conocimiento o saberes del campesino (*el corpus*), involucrados en el proceso de aprovechamiento del bosque seco para establecer sistemas agrícolas tradicionales mediante el proceso de roza, tumba y quema (*la praxis*). Este enfoque fue desarrollado en la década de los 90 por Víctor Manuel Toledo (1992), luego de estudiar con detalle la cultura tradicional de la Milpa en comunidades indígenas de México.

Siguiendo a Toledo (1999 citado por Alarcón-Cháires, 2019, p.99),

¹¹ "Las Epistemologías del Sur son el reclamo de nuevas relaciones en los procesos de producción, y en la valorización de conocimientos científicos y no científicos. Para desarrollar las Epistemologías del Sur se tiene que reconocer al menos (Santos, 2011:16): 1. Que la comprensión del mundo es mucho más amplia que la comprensión occidental del mundo, esto es, que la transformación del mundo puede también ocurrir por vías, modos, métodos impensables para la tradición occidental eurocéntrica. 2. Que la diversidad del mundo es infinita, esto es, que existen diferentes modos legítimos de generar, acceder, distribuir, aprovechar los conocimientos. 3. Que esta gran diversidad del mundo, que puede ser y debe ser activada, así como transformada teóricamente y prácticamente de muchas maneras plurales, no puede ser monopolizada por una teoría general. Es decir, que hay que buscar formas plurales de conocimiento que superen los universalismos y los absolutismos". Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-81102015000200003

Es lo que Alarcón-Cháires (2019), denomina "epistemologías otras"

¹² "A través de estudios de etnoecología es posible establecer cómo a través de las costumbres, creencias y conocimientos, los grupos humanos entienden, utilizan y se apropian del territorio en el que viven". Pinilla-Herrera (2004).

"el corpus expresa una síntesis de información de por lo menos cuatro fuentes: a) La experiencia acumulada a lo largo del tiempo histórico y transmitida de generación a generación por un cierto grupo cultural; b) Las experiencias compartidas socialmente por los miembros de una generación contemporánea o cohorte; c) La experiencia compartida en el hogar o el grupo doméstico; y, d) La experiencia personal, particular a cada individuo, acumulada mediante la repetición de los ciclos anuales (naturales y productivos) enriquecida por las variaciones percibidas y las condiciones impredecibles asociadas a ellas", (Figura 2.1).



Figura 2.1 Construcción y transmisión del conocimiento y saber locales (Adaptado de Alarcón-Cháires, 2019, p. 99)¹³. (Fotos: D Rivera)

¹³ Alarcón-Cháires, P. (2019). Epistemologías otras: Conocimientos y saberes locales desde el pensamiento complejo.

Según Agreda-Montenegro (2005, p.76), la etnoecología... "*es una nueva propuesta disciplinar [diría que es transdisciplinar] que trata grupos humanos, no como meros objetos de trabajo, sino como sujetos sociales que tienen una acción intelectual (conocimientos, percepciones y creencias), toman decisiones y ejecutan operaciones prácticas ordenadas para apropiarse de la naturaleza*". En las últimas décadas, a partir de los trabajos pioneros de Toledo (1992, 2001, 2002), se ha ido perfeccionando la propuesta teórica y metodológica que reconoce a la Etnoecología como el campo dedicado al trabajo de las sabidurías tradicionales (Barrera-Bassols, 2008, 2011; Toledo y Alarcón-Cháires, 2012).

La etnoecología se propone conocer en primer lugar,

"Quiénes son los sujetos sociales que lo animan. Cómo se transmite y practica. Cuáles son sus resultados simbólicos y prácticos. Qué nos enseña y cómo la etnoecología revela su complejidad mediante el trabajo del complejo kosmos-corpus-praxis, que sintetiza la teorización, representación y producción del mundo sionatural de los otros". (Toledo y Barrasol, 2009),

De acuerdo con Toledo (1992), en la Etnoecología se tiene en cuenta la sabiduría (saberes), ya sea personal o comunal, como una síntesis histórica y cultural que está en la memoria de los productores [...], el otro aspecto fundamental es la temporalidad o ciclos del sistema productivo y el hábitat en este caso de la familia campesina, transmitiendo saberes de manejo del sistema en su ciclo de vida (Figura 2.2). Ha sido definida como el trabajo interdisciplinar de los sistemas de conocimiento, prácticas, y creencias de los diferentes grupos humanos sobre su ambiente (Reyes-García y Martí Sanz, 2007).

El surgimiento del trabajo del conocimiento ecológico local llevó a la redefinición de la etnoecología como el "*trabajo de las relaciones entre el kosmos (creencias y representaciones simbólicas), el corpus (conocimiento ambiental), y la praxis (los comportamientos que llevan a la apropiación de la naturaleza)*" (Toledo, 1992).

Según Reyes-García y Martí-Sanz (2007, p.47)... "en resumen, la etnoecología ha pasado de focalizarse en el trabajo de los sistemas indígenas de clasificación al trabajo del conocimiento ecológico local, entendido como una forma compleja de adaptación y modificación del hábitat, fruto del proceso de co-evolución entre cultura y naturaleza.

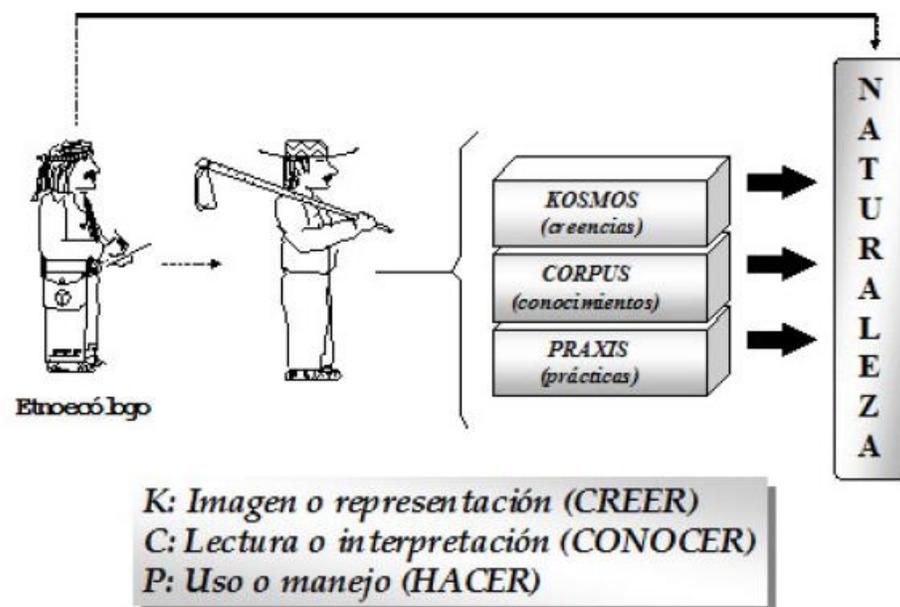


Figura 2.2 La etnoecología como trabajo de la representación, interpretación y manejo de la naturaleza (Fuente: Toledo y Barrera-Bassols. 2009, p.41)¹⁴.

¹⁴ Toledo y Barrera-Bassols. 2009: p.41. A etnoecologia: uma ciência pós-normal que estuda as sabedorias tradicionais. Desenvolvimento e Meio Ambiente, 20: 31-45. Editora UFPR.

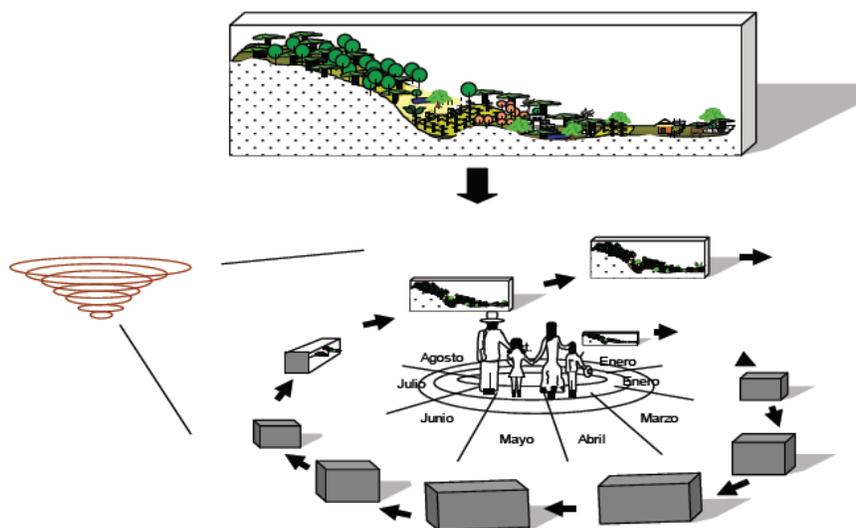


Figura 2.3 Una familia tradicional va dinamizando su complejo k-c-p, por medio del ciclo anual, o escenario giratorio, conforme pasan los años del lugar (Fuente: Toledo y Barrera-Bassols, 2009, p.42).

A la conceptualización del diagrama anterior (Figura 2.3), se enriquece y actualiza con nuevos conceptos de la ecología del paisaje, el mosaico de paisaje,

“... Entonces, bajo la estrategia del uso múltiple, se manipula el paisaje natural favoreciendo y manteniendo dos características: el mosaico de hábitats y la heterogeneidad biológica y genética. Con ello, el espacio se convierte en un complejo mosaico de paisajes gestionados en que campos cultivados, áreas barbechadas, cuerpos de agua y áreas naturales utilizadas o conservadas, son segmentos de todo el sistema de producción. Este mosaico representa el campo sobre el cual los productores, como estrategias del uso múltiple, despliegan el juego de la subsistencia a través de la manipulación de componentes y procesos ecológicos, incluyendo la sucesión forestal, ciclos de vida y movimiento de los materiales del suelo. También, como algunos autores han ya enfatizado, la importancia de los modelos de uso de mosaicos de paisajes de los pueblos indígenas y otras poblaciones de pequeños

propietarios está en el papel que desempeñan en la conservación de la biodiversidad". (Alarcón-Cháires, 2019, p.53-54).

Teoría del disturbio y dinámica sucesional

Si bien, no existen en nuestro medio trabajo detallado sobre el disturbio que causa el fuego asociado a los sistemas roza, tumba y quema en los ecosistemas de bosque seco, es necesario señalar algunos aspectos claves sobre el disturbio causado por el uso del fuego en otros ecosistemas.

El proceso de RTQ produce diferentes tipos de disturbios¹⁵ que impactan el ecosistema de bosque seco tropical. Afecta profundamente los ecosistemas disminuyendo los recursos, la fertilidad del suelo, almacenamiento de carbono y en general afecta los servicios ecosistémicos que presta (Brady, 1996; Palm *et al.*, 2005; Paz *et al.*, 2015; Armenteras, 2016).



Figura 2.4 Efectos del fuego sobre los ecosistemas (Fuente: Lupi, 2013)

A escala regional y global la sumatoria de incendios producidos tiene un impacto considerable en la calidad del aire y el clima (Figura 2.4). Las

¹⁵ Concepto con amplio debate en la década de 1980-1990 a partir de la publicación de Pickett y White (1985): "Un disturbio es cualquier evento relativamente discreto en el tiempo que trastorna la estructura de una población, comunidad o ecosistema y cambia el ambiente físico, la disponibilidad de sustrato o los recursos"

modificaciones que se producen en el balance radiativo, el ciclo hidrológico y la química de la atmósfera influyen a su vez sobre la atmósfera y el clima global (Mielnicki *et al.*, 2012).

El fuego es considerado un disturbio que afecta todos los niveles de organización desde individuos, poblaciones, comunidades, ecosistemas y paisajes (Pickett y White, 1985; Pickett *et al.*, 1989). Vargas (2013, p.40), destaca las siguientes dimensiones a tener en cuenta en el trabajo de los disturbios:

Dimensión espacial y magnitud [...] "la escala espacial se refiere a la extensión del disturbio dada en unidades de área o de volumen. La magnitud, por su parte, se relaciona con la fuerza, intensidad o severidad del disturbio. [...] Dimensión temporal Incluye frecuencia y predictibilidad. Este mismo autor destaca el régimen de disturbio, es decir... "los patrones espacio-temporales, así como la magnitud de un disturbio o de un conjunto de disturbios que ocurren en un sistema biológico".

Bajo diferentes condiciones de disturbio la dinámica de la vegetación sucesional ha sido ampliamente documentada en diversos ecosistemas (Clark y Clark, 1987; Guariguata y Kattan, 2002), sin embargo, con relación a la vegetación secundaria generada por procesos de agricultura de roza y quema en bosque seco tropical son escasas. La mayor parte de los trabajos hacen referencia a la caracterización de la vegetación en estados avanzados de la sucesión (Yepes y Villa, 2010; Esquivel *et al.*, 2016; Restrepo, 2016; Vargas-Figueroa, 2016).

Según observa Clara van der Hammen (1992), en los sistemas de agricultura itinerante de roza y quema en comunidades indígenas, ... *"la zona de cultivo o chagra como modelo espacial corresponde a "un caos organizado", por lo tanto, habría que esperar en las fases iniciales múltiples dinámicas sucesionales o trayectorias de la regeneración natural según el manejo del espacio cultivado".*

Considero apropiado para este trabajo ver la parcela de agricultura de roza, tumba y quema como un parche de disturbio en el paisaje. De acuerdo con la

teoría de la dinámica sucesional de Peters *et al.* (2006), con el tiempo de sucesión secundaria se configuran diferentes patrones de organización espacial de la vegetación y transiciones bióticas en múltiples escalas espaciales, desde la planta individual, las comunidades y el mosaico del paisaje. Patrones similares se esperaría que ocurran como respuesta al disturbio ocasionado por el proceso de roza, tumba y quema, las transiciones bióticas entre los diferentes parches de rastrojo son claves para el manejo futuro de nuevas áreas para quema y fertilización del suelo (Figura 2.5)...

"los parches dentro de los estados finales son muy agregados y están bien conectados. El límite consiste en parches de ambos estados finales que varían en tamaño, tipo, configuración espacial y grado de conectividad. El marco es aplicable en un rango de escalas espaciales, por ejemplo: (a) plantas individuales donde el límite consiste en parches de raíces o hojas de cada planta, (b) conjuntos de plantas donde el límite consiste en parches de plantas individuales de una especie que interactúan con las plantas de una especie diferente de un parche adyacente, (c) asociaciones o grupos de ensamblajes de plantas donde cada ensamblaje dominado por uno la especie es un parche, y el límite consiste en estos grupos de plantas que interactúan, y (d) el paisaje que consiste en un mosaico de límites y estados finales en todas las escalas más pequeñas. En esta escala amplia, los límites a menudo aparecen como bordes".

Así, el fuego es un perturbador de las relaciones entre las plantas y el espacio que ocupan a nivel de sus raíces y su hojas afectando la disponibilidad de materia orgánica y la biota edáfica, los micro-organismos que movilizan los nutrientes. Según Ghilarov (1979, citado por Chamorro y García, 1993, p. 755),

"La productividad del ecosistema depende no sólo del abastecimiento total de elementos minerales en el suelo, sino también de la rata de circulación de la materia orgánica, es decir de la degradación, mineralización y asimilación de los compuestos que pasan del perfil orgánico al suelo, como resultado de la intervención

de procesos biológicos, bioquímicos y físicos. Cuando se presentan cambios, generalmente inducidos por el hombre, se altera en primera instancia la tasa de circulación de la materia orgánica por eliminación del perfil orgánico, lo cual a su vez incide notoriamente sobre la estructura y funcionamiento de la comunidad animal del suelo”, y así mismo de la circulación de nutrientes. Este aspecto es la clave para mantener la fertilidad, como veremos más adelante.

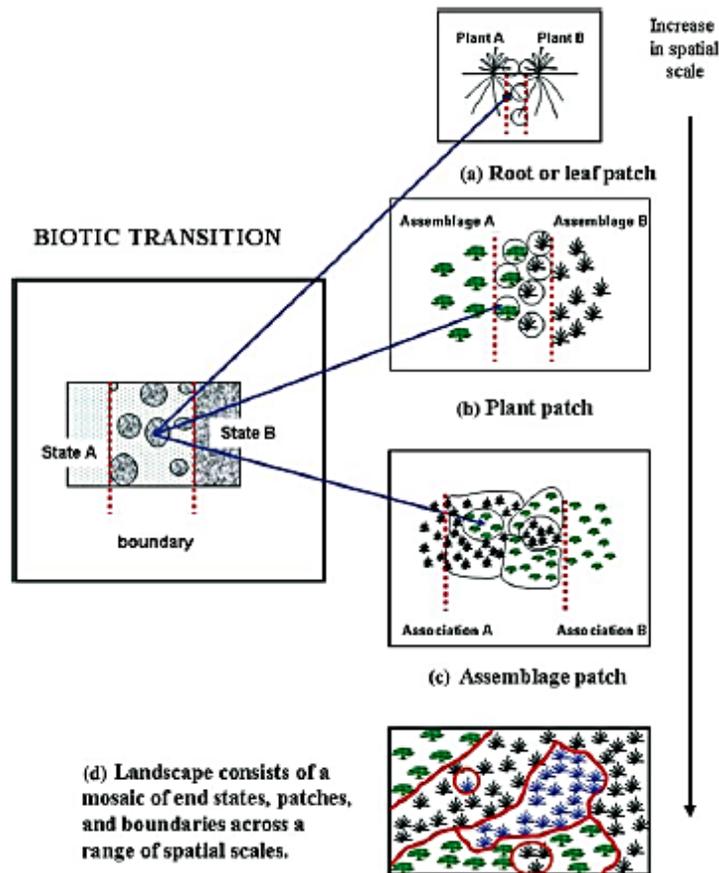


Figura 2.5 Esquema de las transiciones bióticas a múltiples escalas espaciales. Una transición biótica consiste en dos estados finales (A, B) con un límite entre ellos. (Fuente: Peters *et al.*, 2006. Pg. 22).

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO

Acostumbrado como biólogo a métodos científicos derivados de las ciencias naturales, decidí abordar en mi trabajo de grado un enfoque enriquecedor desde un nuevo paradigma interpretativo de la Maestría Transdisciplinaria de Sistemas de Vida Sostenible, su naturaleza holística-inductiva¹⁶, corresponde a una investigación cualitativa de carácter interpretativo (Gómez *et al.*, 2010).

Creció como investigación cualitativa, empleando herramientas como observación participante en campo (OP) y entrevistas no estructuradas (Acevedo Osorio, 2016).

Jociles-Rubio, considera la observación participante,

"como una técnica de producción de datos consistente en que el etnógrafo observe las prácticas o "el hacer" que los agentes sociales despliegan en los "escenarios naturales" en que acontecen, en las situaciones ordinarias en que no son objeto de atención o de reflexión por parte de estos mismos agentes [...] a la vez que participa en el desarrollo de esas prácticas de diferentes maneras y en distintos grados [...] que van desde intervenir activamente en su ejecución hasta simplemente estar presentes en esos escenarios [...] Así, por observar se entiende la producción (y el registro sistemático en el diario de campo) de datos sobre las prácticas sociales mientras acontecen, "utilizando para ello los propios sentidos del etnógrafo", esto es, sin mediación de terceros ni de instrumentos mediadores que no sean su propio cuerpo y las categorías cognitivas desde las cuales se relaciona con el mundo,

¹⁶ [...] "Este paradigma tiene sus antecedentes históricos en la fenomenología, el interaccionismo simbólico interpretativo, la etnografía, la antropología, etc. Sus impulsores surgen de la escuela alemana y se considera a Husserl su fundador. Entre sus autores más representativos están: Dilthey, Baden, Berger, Shutz, Mead, Blumer, Lukman, etc." (Ricoy-Lorenzo, 2006, p.17).

en este caso, para "recortarlo" a modo de datos sobre él" (Jociles-Rubio, 2018, p.125-126).

Según McMillan–Schumacher (2005, p.19), el enfoque cualitativo tiene por objetivo,

"la comprensión de los fenómenos sociales desde la perspectiva de los participantes" [...] "En este enfoque se hace presente la subjetividad en el análisis e interpretación de los datos, ya que el investigador se involucra haciendo parte del proceso. Desde la subjetividad (del investigador) se pretende concebir una percepción, argumento y lenguaje propio desde la interpretación de la información recolectada y analizada en el proceso investigativo realizado".

A continuación describo la metodología empleada para cada objetivo específico.

El sistema tradicional de roza, tumba y quema –rtq–

Conocer los sabedores

El primer paso que di fue conocer la gente, los actores y sabedores que me acompañarían en este viaje de conocimiento. Mediante charlas y entrevista no estructurada, me acerqué un poco a sus historias de vida para comprender las complejas relaciones que tejen con el sistema de agricultura tradicional de roza, tumba y quema

Conocer, observar el sistema

En segundo lugar, el siguiente paso fue establecer cuáles eran los componentes del sistema de agricultura tradicional en el cual quería profundizar, partiendo de una visión holística¹⁷ del mismo, pues tendría poco tiempo y recursos

¹⁷ "Una idea cara al pensamiento sistémico es el reconocimiento de que el todo es mayor que la suma de las partes, una idea que en realidad se remonta a Aristóteles. Esta idea se expresa inmediatamente como una

limitados para abordar un sistema tan complejo¹⁸. Se logró mediante observación participante y recorridos de las parcelas en sus diferentes estados de sucesión vegetal, participando además en algunas jornadas de siembra, deshierbe o cosecha.

Como bien señala Christian Wahl¹⁹ (2016) en su publicación "*Designing Regenerative Cultures*", era necesario definir "*¿Cuál es el sistema en cuestión y cómo estamos definiendo qué pertenece al sistema y qué no?*" y estaba claro, pues quería concentrarme en lo que ocurre en torno a la parcela de roza, tumba y quema durante el ciclo productivo de cultivo de un año.

Modelar el sistema

Finalmente, una vez conocido el sistema, al menos parcialmente, sus componentes y relaciones, fue necesario construir a manera de síntesis preliminar, un modelo sistémico de relaciones causa efecto, adecuando la metodología desarrollada por Garzón y Gutiérrez (2013)... "*en el cual la relación entre cada variable existente, se expresa a través de vínculos de causalidad positiva o negativa, con efectos a escalas y niveles diferenciales*".

Desde este foco observamos el sistema de agricultura tradicional de RTQ como un todo. "*Una forma de definir la palabra "sistema" es un conjunto de elementos interconectados que juntos forman un patrón coherente al que podemos referirnos como un "todo", y el cual no se puede deducir de la unión de sus partes...*

visión holística (holón) que no reduce el todo a una sumatoria de agregados. En el marco del estudio de los sistemas complejos hay dos rasgos claros que marcan una diferencia fuerte con respecto a la idea del holismo sistémico. De un lado, es el reconocimiento de que los sistemas complejos son de complejidad creciente, una idea que implica tanto evolución como sorpresa y emergencia". Maldonado y Gómez (2011, p34), [...] "El mundo de las ciencias de la complejidad se ocupa de las transiciones orden/desorden; es decir, ¿por qué el orden se rompe? Y también: ¿cómo es posible que a partir del desorden sea posible el/otro orden?, p. 48.

¹⁸ Complexity results from the inter-relationship, inter-action and inter-connectivity of elements within a system and between a system and its environment. Serena Chan, (2001).

¹⁹ Daniel Christian Wahl es el autor de *Designing Regenerative Cultures* (2016)

Wahl agrega además que, tal sistema exhibe propiedades emergentes de las interacciones (...) y destaca otras preguntas que me orientaron mucho en el marco teórico para una identificación sistémica²⁰:...

"¿Cuál es el contexto más amplio en que opera el sistema en cuestión?, ¿Cuáles son los agentes clave cuyas interacciones y relaciones definen la estructura del sistema e impulsan el comportamiento del sistema?, ¿Cómo se configura nuestra perspectiva del sistema en cuestión según nuestra visión del mundo y nuestro sistema de valores?, ¿Cuáles son las 'propiedades emergentes' clave del sistema que no podrían haberse predicho simplemente mirando las 'partes' individuales del sistema?, y finalmente ¿Cómo afecta nuestra participación en el sistema y nuestra forma de describir lo que estamos observando?"

El enfoque etnoecológico

La observación participante y la etnografía se integraron en los métodos de investigación etnoecológica (Toledo y Barrasol, 2008; Prado y Murrieta, 2015). Esta metodología *"explora las formas en que diferentes grupos humanos perciben y/o representan los sistemas ecológicos a través de un conjunto de conocimientos, creencias y prácticas"* (Toledo, 1999). Agreda-Montenegro²¹, destaca esta ruta metodológica complementada con la etnografía²².

"En la etnografía "la investigación se funda en la existencia de variedad de patrones culturales, ya sea dentro de una misma sociedad o entre sociedades diferentes y en su relevancia para entender procesos sociales [...] se renuncia a la búsqueda de leyes universales en favor de descripciones detalladas de la experiencia concreta de la vida, dentro de una cultura particular y de las reglas o patrones sociales que la constituyen". En los trabajos etnográficos

²⁰ <https://theecologist.org/2018/aug/14/six-key-questions-whole-systems-thinking-set-out-daniel-christian-wahl>

²¹ Del libro de Esperanza Agreda Montenegro. 2005. Métodos de investigación etnoecológica en minorías étnicas. Revista Tiempos Nuevos No. 12. Institución Universitaria CESMAG. P. 76.

²² Cita tomada de pg 21. Creswell (1998) empieza la descripción de la etnografía de la siguiente manera: Una etnografía es una descripción e interpretación de un grupo social, cultural o un sistema.

*"cada grupo étnico es estudiado idealmente como un conjunto, cubriendo el campo entero de los fenómenos sociales con: variables económicas, estructura social, manejo ecológico, organización política, cultura y actividades intelectuales (conocimientos, ideologías y representaciones")*²³

Construcción de la parcela demostrativa de transición a la no quema

Aplicación del pensamiento biomimético

En la construcción de la parcela demostrativa de cultivo SIN QUEMA, la pregunta central en el pensamiento biomimético es ¿Qué hace la naturaleza, el bosque seco en nuestro caso, para mantener la fertilidad del suelo?

De acuerdo con la metodología del "*Pensamiento biomimético*", en este trabajo se realizó un diseño bioinspirado aplicando el primer nivel de la biomímesis "la imitación de la forma natural"²⁴. Con este fin se aplicaron los diagramas siguiendo los "*Lentes de diseño de la biomímesis*"^{25, 26} (Figura 3.1).

Conviene señalar, sin embargo, que para poner en práctica una parcela demostrativa de agricultura tradicional sin quema, dependía de la marcha de las condiciones climáticas locales, además me encontraba contra el tiempo para realizar la siembra, casi un mes tarde.

Con el apoyo de don Arsenio y Abelardo, campesinos de la comunidad local, preparamos la parcela demostrativa de transición a la no quema. Primero seleccionamos un terreno cercano de rastrojo maduro y con características topográficas similares a la parcela de RTQ en cuanto a vegetación, pendiente, exposición al sol y tipo de suelos.

²³ Steward, J. 1985. Teoría y práctica del estudio de áreas. Washington: Unión Panamericana. Oficina de Ciencias Sociales. Departamento de Asuntos Culturales. P. 86

²⁴ Janine M. Benyus, Biomimicry.net | AskNature.org

²⁵ <https://biomimicry.net/the-buzz/resources/biomimicry-designlens/>

²⁶ B3.8 aumentado por Melina Angel BPro.

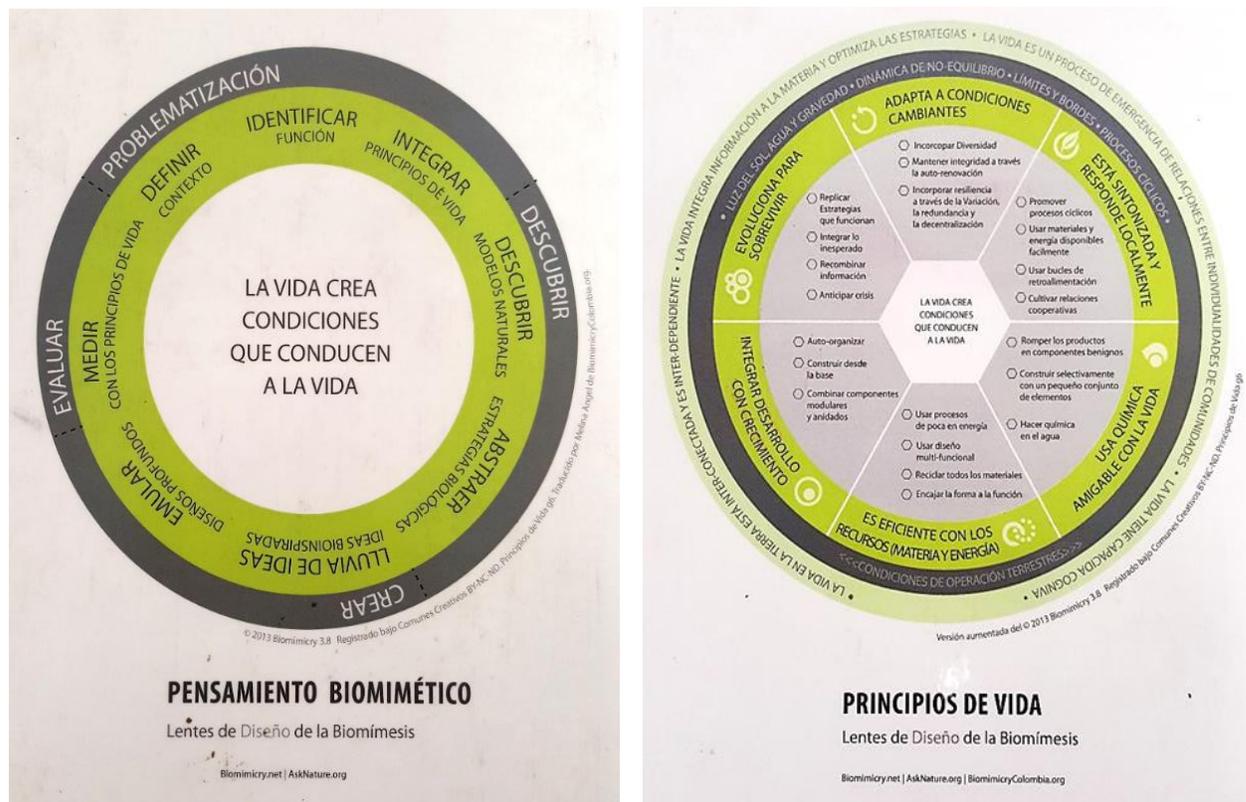


Figura 3.1 Diagramas para aplicar la metodología de lentes de diseño de la biomimesis (2013 Biomimicry 3.8, B3.8 aumentado por Melina Ángel BPro).

Caracterización de los rastrojos y la flora

El conocimiento de la flora es importante para comprender las dinámicas sucesionales de los rastrojos. En cada tipo de rastrojo, en su periferia y dentro de la parcela cultivada, colectamos las plantas más comunes.

Con un grupo de estudiantes de biología del área de sistemática de la Universidad La Salle, realizamos varias jornadas para colección botánica con el fin de iniciar un catálogo ilustrado de la flora de la Reserva. Luego en la casa de don Arsenio, "con tinto en mano", conversábamos sobre usos y nombres comunes de las plantas.

La identificación de los nombres científicos y clasificación taxonómica se realizó con la ayuda del sitio Web (*Trópicos-home*) y el sistema virtual del Catálogo de colecciones botánicas de la Universidad Nacional²⁷.

²⁷ <http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/search/plants/>

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

UN SISTEMA DE AGRICULTURA TRADICIONAL DE ROZA, TUMBA Y QUEMA (RTQ)

De la mano de sabedores y sabedoras

El primer paso fue conocer la gente, los sabedores locales (Figura 4.1). La comunidad campesina que maneja el sistema de agricultura tradicional de RTQ se compone de tres familias que habitan el lugar desde los tiempos de los abuelos, hace más de 50 años. Tienen relaciones de parentesco y compadrazgo.

Don Arsenio, con una pequeña finca de una hectárea, es un sabedor profundo del sistema de agricultura tradicional, conocedor de las plantas medicinales y la fauna, dedicado exclusivamente a las actividades agrícolas y el mantenimiento de la parcela de roza, tumba y quema, la cuida en asocio con su hermano Elías, quien no vive en el lugar pero viene desde otra vereda vecina a “sembrar comida”.



Don Arsenio y doña Gloria



Don Abelardo



Don Moisés

Figura 4.1 Sabedores y sabedoras locales (Fotos: D Rivera)

Don Abelardo es un gran trabajador, se dedica a “jornaliar” en otras fincas, “en lo que salga” dice, conoce bastante de árboles maderables, es un experto constructor, le gusta cultivar pero no tiene tierra propia.

Don Moisés –Moi-, se ha dedicado a la administración de otras fincas, hasta convertirse en un técnico experto en mantenimiento de piscinas, ocasionalmente lo visita Miguel, su hermano de Bogotá, a veces ayuda en la tumba de monte. A Moi le queda poco tiempo para lo que más le gusta de su espíritu de ganadero, el “manejo de las vaquitas” y los pequeños potreros en su finca de 24 hectáreas. Del conjunto de fincas de la Reserva esta constituye la de mayor área en conservación de bosque seco. Finalmente todos se asocian para cultivar y compartir la cosecha de la parcela de RTQ en tierra de Moisés.

Calendario de actividades y sincronía con el tiempo

Para fines de este trabajo, el tiempo de observación de las actividades en campo inició en noviembre 12 de 2017²⁸ y terminaron en febrero 25 de 2019.

A partir de la observación participante, diseñé un calendario agro-ecológico que representa una síntesis de las principales actividades observadas en campo para el año en 2018. Mediante una representación visual²⁹ con imágenes reales, mes a mes, de las principales actividades productivas de agricultura tradicional en la parcela de RTQ y otros eventos ecológicos y fenológicos del entorno (Figura 4.2, Anexo 1).

De esta manera, quiero aproximarme a la “*lectura del tiempo*” que hace don Arsenio para el manejo de sus cultivos de subsistencia o pancojer.

A continuación describiré brevemente los principales eventos observados:

²⁸ Se realizó la primera visita de campo de estudiantes de la Maestría Transdisciplinaria en Sistemas de Vida Sostenible a la Reserva Natural Victoria de Melgar Tolima. Noviembre 12 de 2017.

²⁹ ...“Las imágenes introducen, hasta cierto punto, material con el que muchos lectores pueden no estar familiarizados (visualmente) y su intención es mayoritariamente ilustrativa, como una “entrada” visual a un argumento explicado en el texto, más que como “datos” para ser analizados” (Banks, M. 2008. Los datos visuales en investigación cualitativa).

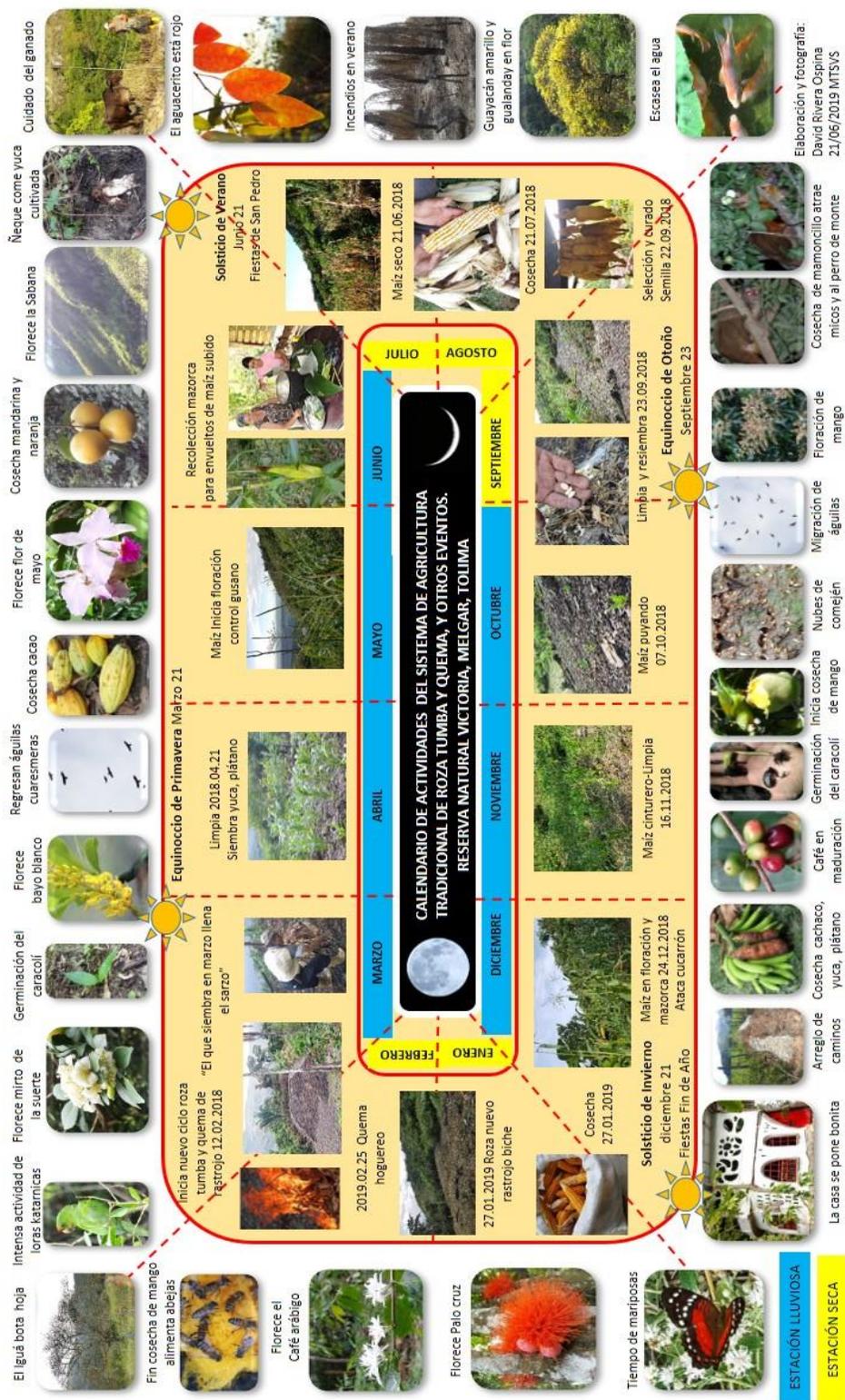


Figura 4.2 Calendario de las principales actividades agrícolas tradicionales en la parcela de RTQ durante el año 2018 y otros aspectos ecológicos, fenológicos y productivos en su entorno (Fotografía y elaboración propia).

Pulso de verano o “tiempo bravo”

En el calendario de actividades (Figura 4.2), las fases del proceso de RTQ pasan necesariamente por la observación del tiempo, los pulsos estacionales. Durante el año ocurren dos grandes pulsos estacionales de verano y dos pulsos de lluvias o estación de invierno. Sin duda el más fuerte es el denominado “verano” de mitad de año o tiempo bravo.



Figura 4.3 Don Arsenio durante la siembra de maíz amarillo al inicio de la estación de lluvias (Fotos: D Rivera).

Enero y febrero son tiempo seco, aunque menos intenso que el de mitad de año en julio y agosto, arranca con el solsticio de verano el 21 de junio y a veces se prolonga la sequía hasta septiembre.

El verano es el momento clave de preparación de la roza para que el sol seque bien la vegetación tumbada y “queme parejo” como dice don Arsenio. Sabemos por diferentes medios de comunicación, que los tiempos han cambiado y que el cambio climático llegó para quedarse³⁰.

Me pregunto entonces, ¿Cómo hace don Arsenio para cultivar su tierra en perfecta sincronía con el tiempo?, *sigo los cambios de luna y el almanaque Bristol*, me dijo.

³⁰ <https://www.andesco.org.co/2019/01/16/el-cambio-climatico-llego-para-quedarse/>

Don Arsenio³¹, en una jornada de siembra (Figura 4.3), hablándome de sus tradicionales cabañuelas, me sorprendió con su sabiduría³²: ... *"El que siembra en febrero es muy aventurero, y el que siembra en marzo llena el sarzo"*.

El significado de este dicho popular en la memoria de don Arsenio, da una lectura perfecta del comportamiento climático anual sincronizado con las actividades agrícolas locales.

Es un sistema pulsante³³. Refleja la sincronía con los dos pulsos climáticos secos y dos pulsos de lluvias que ocurren en la región. En los pulsos de verano o temporada seca, se aprovecha para preparar las nuevas parcelas de cultivo mediante la práctica tradicional de RTQ.

Las principales actividades durante el pulso de verano o estación seca son las siguientes:

Roza y tumba. Cuenta don Arsenio que, *"fue una gran quema, en esa fecha (20 de octubre de 2013) el rastrojo estaba bien maduro, hizo buen verano para secar todo lo tumbado"*.

No es la primera vez que se quema este bosque, las cicatrices por fuego en la base de algunos árboles de diomate (*Astronium graveolens*) y la palma real (*Attalea butyracea*) de 20 m de altura, remanentes del bosque maduro, evidencian quemadas en años anteriores. En la Figura 4.4 (círculo amarillo), se aprecia en un viejo árbol de diomate el daño causado por la quema realizada varios años atrás, lo que actualmente le causó la muerte. Mientras los árboles muertos permanecen en pie son importantes para la nidación de ciertas aves como los loros y carpinteros, también son ocupados por abejas nativas de meliponinos (Meliponini). Al caer, son aprovechados para leña. Estos árboles permanecen en pie porque son

³¹ Charla videograbada con el consentimiento de don Arsenio en el campo de cultivo, [11 Noviembre de 2017](#).

³² "...El sabio se basa en la experiencia directa y concreta, en creencias presentes en el colectivo social y es robustecida por testimonios y aplicada personal y directamente" (Alarcón-Cháires, 2019, p. 71).

³³ "En los ecosistemas de las zonas secas muchos procesos físicos y biológicos ocurren en pulsos y muchas respuestas son de tipo 'gatillo' (desencadenadoras de procesos). Un estímulo de tipo 'gatillo' (la lluvia) desencadena un pulso de producción. Gran parte de la producción se pierde por consumo y muerte, el resto se convierte en reserva. El compartimiento de reserva sufre pérdidas durante el período adverso, aunque éstas ocurran lentamente" Matteucci y Colma (1997). Agricultura sostenible y ecosistemas áridos y semiáridos de Venezuela.

maderas muy finas, de diámetros superiores a 30 cm y requiere mucho esfuerzo para tumbarlos con el hacha.



Figura 4.4 Quema que originó la parcela de estudio de RTQ el 20 de octubre de 2013; de izquierda a derecha: a) Árboles y palmas del bosque maduro de 25 a 30 m de altura, b) Troncos de árboles tumbados dispersos y amontonados en la parcela, c) Aspecto en el paisaje de la columna de humo generada por la quema, d) Desarrollo de la quema (Fotos: D. Rivera).

Siguiendo con la narrativa de don Arsenio, primero se hizo la roza con machete y se cortaron con hacha los árboles de mediano diámetro, los grandes árboles se dejaron en pie para que el fuego los quemara en la base del tallo, mueren y luego caen con el viento.

Arbolitos delgados y arbustos son rozados o cortados con machete y la ayuda de un garabato para recoger las ramas, dirigiendo su caída hacia el centro del área intervenida. En esta fase, se anticipa la entrada del verano con el fin de lograr un buen secado para la quema del material vegetal cortado, hojas y tallos (Figura 4.4).

Línea cortafuegos. Previo a la quema, se prepara una línea cortafuegos o zona de borde, de aproximadamente un metro de ancho entre el área rozada para quemar y la vegetación sin cortar, con el fin de evitar que el fuego se extienda al área vecina. Posteriormente esta franja también es sembrada.



Figura 4.5 Iniciando la quema: a) Línea cortafuegos de 1 m de ancho, b) Estopa de palma, herramienta improvisada para iniciar la quema, c) Iniciación y control del fuego en diferentes punto. (Fotos: D Rivera)

Para que no se pase el fuego por las pajas o pastos, se realiza un corte rasante de la vegetación con azadón, dejando el suelo casi desnudo y se retira hacia el centro de la parcela todo tipo de material vegetal seco denominado “chiquero” (Figura4.5).

Quema. Todo lo rozado y tumbado, por lo menos con casi un mes de anticipación, ya está seco esperando el fuego, los troncos gruesos aún están “sarazos”, les falta secado. La quema ocurre cuando se aproxima la primera estación de lluvias, para finales de marzo, o principios de octubre en la segunda estación lluviosa.

La quema se inicia temprano en la mañana, buscando que la vegetación aún esté húmeda con el rocío mañanero. Con la ayuda de una “estopa”, base seca de una hoja de palma, se busca que el fuego iniciado en el borde se extienda y “camine” hacia el centro del área talada con el material vegetal disperso y seco. Cuando es rastrojo biche, se quema completamente en corto tiempo dejando la parcela lista para la siembra, también adicionan para quema superficial algunos residuos de las cañas de maíz de la cosecha anterior (Figura 4.6).



Figura 4.6 Quema de rastrojo biche de dos pequeños sectores para fertilizar con las cenizas (12.02.2018), el área antigua se resiembra. En primer plano se observan bloques rocosos de areniscas, sobre los cuales se depositaron las cañas del maíz de la cosecha anterior (Foto: D. Rivera).

Pulso de invierno o estación de lluvias

“A veces las primeras lluvias son engañosas”, dice don Arsenio. Y así ha ocurrido, *“se siembra a destiempo el maíz y luego se acebolla”*, es necesario resembrar. El problema surge cuando no se ha conservado suficiente semilla para reponer la que se perdió por mal tiempo. Entonces corre el “voz a voz” para encontrar quién tiene semilla buena, no comercial, esto es cada vez más difícil debido a que las semillas tradicionales se están perdiendo. *“ya se ha perdido la semilla de maíz Yucatán, el pira y el negrito”* termina la conversa don Arsenio.

Preparación de la semilla. Uno de los momentos más críticos en el cultivo, es contar con buena semilla local de diferentes variedades de maíz, yuca y plátano, constituyen la base de la seguridad alimentaria.

La semilla de maíz proviene de las mejores mazorcas de la cosecha anterior. Para prepararlas se cuelgan del amero seco, unas cuantas hojas vueltas hacia arriba y se amarran a una vara del techo, cerca al fogón de leña para que el humo prevenga el daño por plagas y ratones. Se mantienen a suficiente distancia para que el calor del fogón no les haga daño, así duran sanas hasta la cosecha siguiente o más tiempo (Figura 4.7).

Se prefiere el maíz amarillo porque consideran que es mejor para las gallinas. El maíz blanco se siembra en otras parcelas para que no se cruce y es preferido para consumo humano.

“Preparar la semilla de yuca es más delicado” dice Moisés, quien conserva algunas variedades como la injerta, chirosa y romelia, “hay que escoger bien los palos de yuca del tallo principal y sacar las estacas (20 cm largo) con suficientes brotes”, considera que la variedad injerta es la mejor. Se cosecha a partir de los 8 meses (*ochomesuna*) y luego de la cosecha de maíz se resiembra nuevamente. Para conservar la semilla de yuca a largo plazo los tallos principales se recogen y se siembran en grupo en posición vertical.



Figura 4.7 Preparación de semilla para la siembra. Moi preparando las estacas de semilla de yuca. Semilla de maíz seco colgado del techo y envuelto en su amero natural o cáscara, protegida por el humo de la estufa de leña (Derecha). (Foto: D. Rivera).

El tercer cultivo en importancia para la comunidad es el plátano, la semilla de cachaco, plátano y banano son los colinos. Se escoge los rebrotes hijos de matas cercanas, gruesos y de buen tamaño, aproximadamente 50 cm de altura. Se

siembran de manera irregular en pequeños parches dispersos, en especial los sitios de pendiente suave y suelos más húmedos y profundos. Se cosecha a partir de los nueve meses.

También se siembra papaya, las semillas han permanecido secas en ceniza para hacerlas germinar más rápido. Otros individuos de papaya aparecen en el tiempo, resultado de la regeneración natural a partir del banco de semillas del suelo y llegan a crecer hasta 8 m. Empieza a producir a los 7 meses.

Otras especies que ocasionalmente se siembran en pequeñas cantidades son la ahuyama, el frijol todoaño, guandúl, tomate, ají, gulupa, caña de azúcar, guanábana, generalmente sembrados en pequeños nichos entre las grandes rocas.

Trazado de sectores. Una vez "limpio" el terreno después de la quema, se trazan sobre el suelo pequeñas señales divisorias con elementos comunes como piedras, palos o ramas (Figura 4.8). Indica las partes que le corresponde a cada uno de los miembros de la "socia" que intervino en la "preparada" de la roza y así mismo la responsabilidad del mantenimiento y beneficio de la cosecha.



Figura 4.8 a) Identificación de señales para delimitar sectores en el mantenimiento y cosecha. En este caso una línea de piedras y una vara con una lata son suficiente señal (línea amarilla). b) El sector izquierdo de Elías refleja un deshierbe más intenso, a la derecha Arsenio ha dejado crecer las hierbas finalizando la cosecha. (Fotos: D Rivera)

Siembra. Como se indicó anteriormente, la siembra está sincronizada con la llegada de las lluvias. Durante el año se pueden realizar dos momentos de siembras de maíz. El primero ocurre con las lluvias de finales de marzo y la segunda siembra se da con el inicio de las lluvias de septiembre.

Primero se siembra el maíz (Figura 4.9). Se utiliza una herramienta de barretón o chuzo con punta plana metálica. Sigue un patrón de siembra al tres bolillo con distancia de un paso (aproximadamente 50 a 70 cm) entre plantas y se depositan en el hoyo tres semillas por punto, adecuándose a las irregularidades del terreno y la pendiente. Los palitos de yuca se siembran dispersos a interdistancias de 3 m aproximadamente. Los colinos de plátano tienen una siembra irregular en el terreno, en pequeñas depresiones no pedregosas con el mejor suelo y humedad, un poco aislados para que no haga competencia al maíz por luz.

Deshierbes. Como esta parcela de TRQ lleva varios años de uso (Aproximadamente 5 años), tiene un buen control de hierbas colonizadoras denominadas malezas.



Figura 4.9 Proceso de siembra luego de la quema, las cenizas oscurecen la superficie del suelo. El suelo desnudo ha quedado expuesto a la erosión por lluvias y escorrentía superficial. (Fotos: D Rivera)

Es decir, debido a la actividad cultural continua ha eliminado buena parte de la diversidad de herbáceas naturales, a cambio predominan otras malezas introducidas como el cadillo (*Achyranthes sp*), santasofía (*Commelina sp*).

Generalmente se realizan 2 a 3 deshierbes de mantenimiento con azadón. El primero a los 25 días de la siembra aproximadamente y el segundo a mitad del ciclo, a los dos meses, un poco antes de florecer. Se usa machete y azadón para eliminar las hierbas y hacer el aporque de tierra “*para que las matas no las tumben el viento*” dice don Arsenio. Cuando la pendiente de la ladera es muy fuerte se usa el “guachapeo” con machete, para evitar la erosión dice don Abelardo.

Luego se realizan visitas para observar que los animales del monte como las aves, pequeños mamíferos, insectos, no causen daños. Ocasionalmente se cortan algunos bejucos invasores como la uñegato (*Smilax sp*), bejuco colorado (*Paullinia sp*) y ramas de arbustos que desde el borde se proyectan al área cultivada o trepan a las plantas de maíz (Figura 4.10).



Figura 4.10 Observación participativa activa en compañía de don Arsenio durante el deshierbe con azadón y recogida del “*chiqueró*” (Foto: D. Rivera).

Control de plagas. En el área de RTQ observé más plantas de maíz afectadas por plagas y pequeños mamíferos, así como también, algunas plantas con síntomas en las hojas posiblemente debido a deficiencias nutricionales.

En el primer ciclo de siembra a partir de marzo, cuatro meses más tarde las mazorcas están madurando y listas para la cosecha en agosto. Momento más crítico para el control de plagas.

En este periodo atrae muchos herbívoros. Algunas especies de aves buscan directamente el grano en la mazorca tierna. En insectos “dañinos” está el gusano cogollero (lepidóptero) y el cucarrón, una especie de coleóptero que destruye la mazorca, la hormiga arriera, entre otros. Si el ataque de plagas de insectos es fuerte aplican insecticidas como *Lorsban*³⁴ en polvo.

Algunos pequeños roedores como el ñeque (*Dasyprocta fuliginosa*), derriba las plantas de maíz para consumir la mazorca y excava las plantas de yuca destruyéndolas para comer el tubérculo. Cuando esto ocurre se presenta caza de retaliación, la cual consiste en “guaitar” o esperar los animales en la parcela para cazarlos.

“El gusano cogollero es de lo peor” dice don Arsenio.



Figura 4.11 Don Arsenio muestra una técnica manual para controlar el gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*) sin necesidad de químicos (Foto: D. Rivera).

Según el Manual técnico del cultivo de maíz bajo buenas prácticas agrícolas (2015)³⁵, “el “gusano cogollero del maíz” actúa como tierrero, trozador, gusano ejercito, cogollero (que es su hábito más característico en gramíneas), bellotero o perforador de frutos y como masticador del follaje”. Don Arsenio al mismo tiempo

³⁴ Insecticida organofosforado altamente tóxico. Incluso para los humanos.

³⁵ Manual técnico del cultivo del maíz bajo buenas prácticas agrícolas (2015). Gobernación de Antioquia. Secretaría de Agricultura y desarrollo rural.

me cuenta el remedio que le enseñó su papá, apretando entre los dedos el cogollo del maíz para estripar el gusano (Figura 4.11). También usa ceniza disuelta en agua.

La hormiga cucuncha (*Camponotus sp*), le gusta cuidar los pulgones (*Raphalosipum maidis*), chupadores de sabia que afectan el cogollo. Indica el Manual de cultivo mencionado que “*poblaciones altas de este insecto pueden causar danos especialmente en la epoca de la polinizacion, ya que actuan como transmisores de virus*”.



Figura 4.12 Hormiga cucuncha (*Camponotus sp*), cuidando los pulgones en el cogollo del maíz. (Fotos: D Rivera)

Entre otras especies consideradas como animales dañinos están: Algunas aves como el mochilero (*Psarocolius decumanus*), el carriquí pechiblanco (*Cyanocorax affinis*) y los tordos (*Quiscalus lugubris*), causan daños directos a las mazorcas o con el peso doblan las plantas. Pequeños mamíferos roedores como el ñeque (*Dasyprocta fuliginosa*), son atraídos al maizal y devoran los tubérculos de yuca. También derriban los tallos de maíz para consumir las mazorcas (Figura 4.13).



Figura 4.13. Efecto de los "animales dañinos" en el cultivo de maíz. Daño causado en la mazorca por aves y el cucarrón. En la yuca un roedor como el ñeque (*Dasyprocta fuliginosa*), desentierra la planta para consumir el tubérculo. (Fotos: D Rivera)

Otros aspectos que observé en el desarrollo del maíz de la parcela de TRQ muestra posibles deficiencias en nutrientes, achaparramiento, amarillamiento o clorosis foliar (Figura 14.14).



Figura 4.14 Clorosis y achaparramiento del maíz en la parcela de TRQ, posible indicador de deficiencia de nutrientes. (Fotos: D Rivera)

En ambas parcelas se observó la presencia y baja afectación por carbón común del maíz (*Ustilago maydis*). Según el manual mencionado de cultivo de maíz, esta enfermedad “tiene una incidencia muy baja; es endémico en todas las zonas donde se cultiva maíz. El hongo desarrolla agallas de tamaño variable y de color verde a grisáceo. El interior de estas agallas es de color oscuro por la presencia de una masa de esporas que constituyen la fuente de diseminación del patógeno”

En ambas parcelas, con quema y sin quema, también pude observar diversos insectos benéficos como controladores biológicos de los insectos plaga, como por ejemplo las vaquitas (*Cycloneda sanguinea* y *Coleomegilla maculata* (Coleoptera, Coccinellidae), sus larvas son poderosos depredadores de huevos y larvas de otros insectos.



Figura 4.15 Insectos controles biológicos naturales vaquitas o mariquitas (*Cycloneda sanguinea*, Coleoptera, Coccinellidae) predadores de huevos y larvas. (Fotos: D Rivera)

Cosecha. El ciclo de cultivo finaliza con la cosecha de maíz, los tallos o cañas del maíz se recogen y amontonan sobre alguna piedra sin ningún orden específico, o se dejan tirados en el suelo, a veces se quema en el siguiente ciclo de cultivo (Figura 4.16).

Luego de cosechar el maíz, entra la estación seca, y la parcela se ve bastante despejada lo que favorece el crecimiento de yuca y plátano. Sin embargo el intenso verano parece detener el desarrollo de más cobertura de herbáceas, el suelo se mantiene desnudo expuesto a la fuerte radiación solar y evaporación.



Figura 4.16 Productos obtenidos en la cosecha de la parcela de roza, tumba y quema: Maíz, yuca, plátano, entre otros. (Fotos: D Rivera)

Cada uno de los que participaron en el trabajo tiene delimitado su pequeño sector para cuidar y cosechar. El maíz cosechado se destina principalmente para el consumo familiar y alimento de las gallinas. En tiempo de cosecha, a los 3 meses, se aprovechan las primeras mazorcas. Varias familias se reúnen aportando los ingredientes para hacer envueltos de mazorca en hojas de bijao (*Calathea bijao*).

Buena parte de la producción de maíz es para consumo de las gallinas, cuando no alcanza se compra en Melgar maíz amarillo comercial. La yuca tiene una cosecha escalonada en el tiempo a partir del octavo mes y el plátano a partir del noveno mes, ocasionalmente se vende por encargo a los vecinos de la vereda.

Síntesis del modelo de agricultura tradicional de RTQ

Hasta aquí hemos logrado conocer en detalle las principales actividades agroecológicas en el sistema tradicional de RTQ, ahora contamos con los elementos necesarios para aproximarnos a una síntesis ecológica.

Como resultado, construimos un modelo para comprender el funcionamiento del sistema (Meadows, 2009, p. 17-34). Solé (2009 Citado por Alarcón-Chaires, 2019, p. 21) menciona que,

“todo sistema complejo posee elementos que, en una forma u otra, intercambian información entre sí a través de algún medio. Este flujo de información es generado por los elementos constituyentes y a su vez cambia el estado de los últimos, en un círculo lógico que no podemos romper.”

La Figura 4.17, muestra la organización de los componentes del sistema de agricultura tradicional de TRQ, así como las posibles relaciones de dependencia e interdependencia entre las mismas.

Componentes del sistema. En primer lugar se deben reconocer los componentes mayores, o sea aquellos que permiten definir el comportamiento general del área, estos son el clima, el relieve, la historia ambiental de formación del territorio (Pérez-Preciado y van der Hammen, 1983, p.277-278). Este mismo autor, destaca los componentes menores, o sea *“aquellas cuyas variaciones están regidas por las relaciones entre los componentes mayores y por las relaciones internas entre los mismos componentes menores que dependen del estado de los demás componentes”*.

En este modelo de análisis sistémico, se destacan los principales impulsores de transformación sobre la estructura y funcionamiento del ecosistema que genera el proceso de RTQ, y los flujos de relaciones de causalidad positiva (flechas color azul) y negativa (flechas color rojo) (adaptado de Garzón y Gutiérrez, 2013), *“Los diagramas causales permiten observar los ciclos que retroalimentan la dinámica del sistema”*

Un primer nivel de relaciones explicativas, muestra que el sistema de RTQ como un todo, es un sistema pulsante estacional, según sea la estación de lluvias o la estación seca o de "verano". Los tiempos definen las actividades de los campesinos y también las interacciones de otros organismos, polinizadores, herbívoros, "plagas", entre otros.

Durante la estación de verano, luego de la cosecha de maíz cesa casi toda actividad en la parcela cultivada. La dinámica predominante se siente como de "quietud", latencia. Las chicharras (Cicadidae) cantan de manera estridente. Al caminar dentro del bosque se escucha crujir la abundante hojarasca seca acumulada sobre el suelo de algunas especies caducifolias como la ceiba, los guayacanes y diomates, esperando las lluvias para reciclar los nutrientes.

En la estación lluviosa predomina la abundancia de recursos, se llenan los frutos que finalmente alimentan a la familia trabajadora y a la fauna silvestre. La estación lluviosa se convierte en un frenesí, en especial cuando florece el maíz y hay mazorca tierna. Es como un gatillo que dispara muchos procesos de la vegetación, la fauna y el suelo. Tiene la capacidad de despertar toda la actividad biológica del suelo y de las plantas.

El sistema de RTQ está funcionalmente articulado a otros subsistemas naturales y urbanos lejanos (Bogotá, Ibagué, Melgar), algunos propietarios de las fincas viven o tienen familiares en las ciudades vecinas. Sin embargo, a pesar de no estar permanentemente en la finca, generan decisiones transformadoras sobre la tenencia de la tierra.

En un segundo nivel o de relaciones específicas, indudablemente la quema es el factor detonante de grandes cambios en el sistema. Incide directamente sobre el suelo y su biota edáfica, características físico-químicas, la biodiversidad, las dinámicas de la vegetación y su composición florística, además de otros aspectos de funciones ecosistémicas fuera del alcance de este trabajo y que será necesario investigar a futuro.

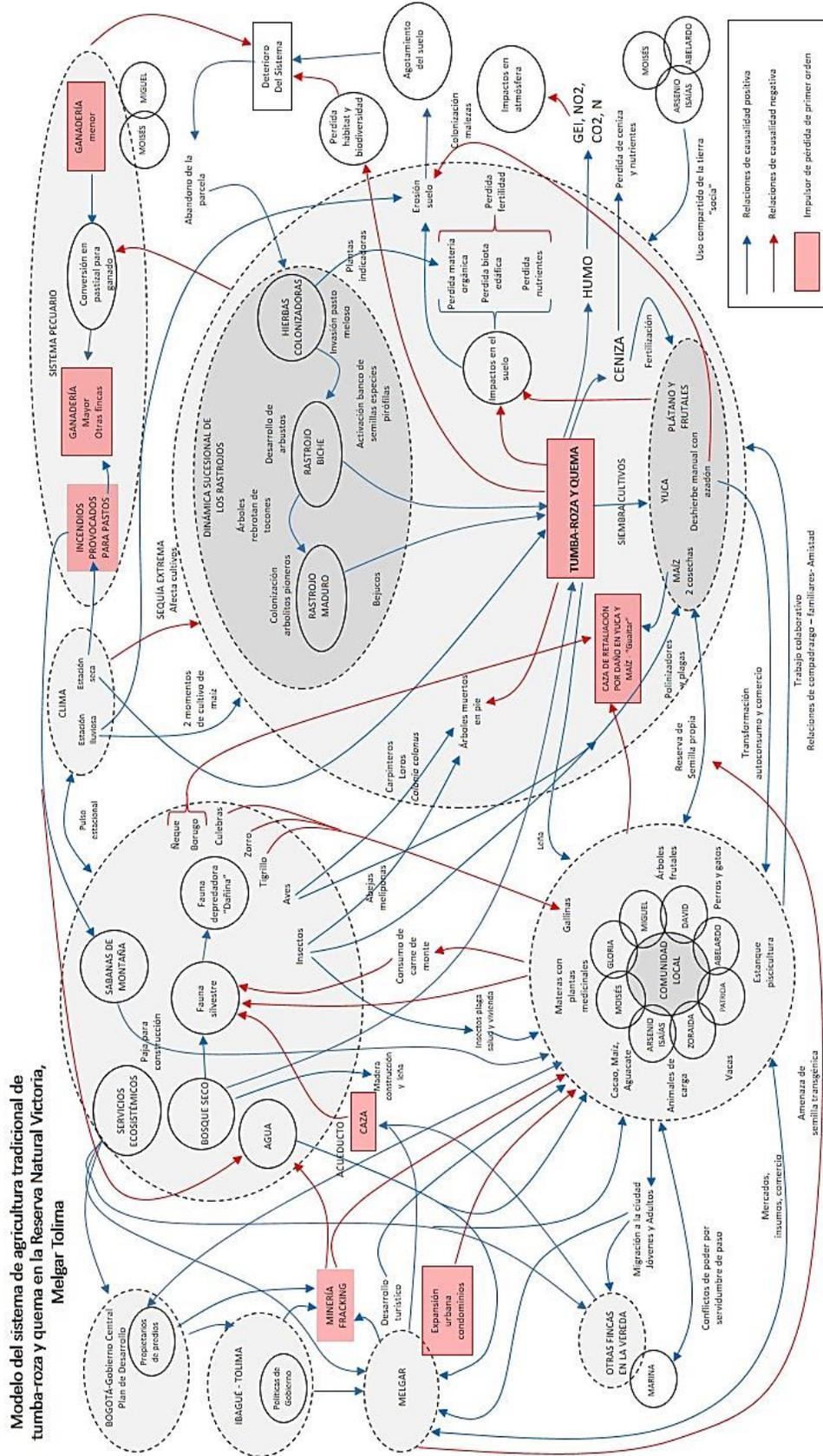


Figura 4.17 Modelo del sistema de agricultura tradicional de roza, tumba y quema

PARCELA DEMOSTRATIVA DE TRANSICIÓN A LA NO QUEMA

Para la Maestría Transdisciplinaria en Sistemas de Vida Sostenible de la Universidad Externado, *“lo transicional es una perspectiva, un lugar desde donde nombrar y contribuir a los cambios de sentido y dirección que requiere el actuar humano”*³⁶

Hemos aprendido desde la biomímesis, que la naturaleza nos ofrece generosamente un universo de soluciones a todos los niveles de organización biológica, lleva millones de años perfeccionándolos, desde lo molecular hasta el paisaje. Estos diseños de la naturaleza los podemos aplicar para solucionar los problemas actuales de un hábitat cada vez más humanizado y deteriorado³⁷. Señala Benyus (2012, p. 13), que la biomímesis “inicia una era basada no en lo que podemos extraer del mundo natural, sino en lo que éste puede enseñarnos”.

Con esta idea en mente y como un aporte a la comunidad, me propuse hacer una parcela donde pudiera demostrar que se puede cultivar la tierra SIN QUEMA.

Conocer, escuchar sensorialmente, observar

Para enfocarme desde la biomímesis en el diseño de un sistema de agricultura de transición a la no quema, el primer paso consistió en *“abrirme a la percepción”*, practicando el “escuchar sensorialmente”³⁸ (Cristina Consuegra, notas de clase)³⁹. Según Villoro (1989), *“sólo viendo, sintiendo o escuchando se puede conocer algo o alguien, aunque no se reduce a ellos como meros datos en sí sino a objetos o a personas que pueden presentarse en muchas imágenes perceptivas”*.

³⁶ Conferencia del 23 de octubre 2018. Naturaleza y sociedad en contextos de Transiciones Socioecológicas en Colombia. Recuperado de: <https://www.uexternado.edu.co/ciencias-sociales-y-humanas/naturaleza-y-sociedad-en-contextos-de-transiciones-socioecologicas-en-colombia-2/>

³⁷ Janine M. Benyus. Biomímesis. 2012. Tusquets Editores. 376 p.

³⁸ Cristina Consuegra (notas de clase, Universidad Externado de Colombia, MTSVS 2019).

³⁹ “Sobre el origen y construcción del conocimiento, Parménides señala que es primero sensorial y después racional (*nihil est in intellectu quod prius non fuerit in sensu*: “no hay nada en el intelecto que no haya estado antes en los sentidos”); los sofistas señalaban que el conocimiento sensible es simplemente el conocimiento, y la verdad o falsedad no pueden ser absolutas. Es decir, la percepción y sensación del mundo sería el fundamento del conocimiento (Alarcón-Cháires, 2017, p.59. Epistemologías otras)

El resultado fue experimentar sensorialmente el entorno (Figura 4.18). Estuve sentado temprano en la mañana al lado de un gran árbol sobreviviente de quemas antiguas, relajado, sin ninguna pretensión de clasificar nada con mi mente de biólogo.

Así fue posible escuchar y observar una enorme diversidad de aves de todo tipo. Aves visitantes en el área cultivada y los rastrojos aledaños, aproximadamente 25 a 30 especies. Unas del dosel de los árboles remanentes, otras del sotobosque y estratos bajos, otras sobre el suelo. Algunas de estas aves actúan como control biológico al consumir insectos dañinos de los cultivos.



Figura 4.18 Percepción sensorial del entorno en el área de agricultura tradicional de tumba roza y quema. (Dibujo y Fotos de aves: D Rivera)

Aprovechan diferentes niveles tróficos: insectívoras, frugívoras, nectarívoras, semilleras, carroñeras, rapaces, entre otras. ¿Cómo relaciono este ejercicio de observación participante con el diseño de la parcela de transición a la no quema? Luego surge otra pregunta ¿Por qué un área tan disturbada por el sistema de agricultura tradicional atrae tanta diversidad de aves?, posiblemente se relaciona con la heterogeneidad ambiental y la oferta de recursos generados en el área

intervenida. Pueden surgir muchas preguntas más que no alcanzo a responder aquí. Este ejercicio me llevó a poner en contexto los lentes de diseño de la biomímesis. La propuesta obedece a un diseño bio-inspirado como se indica a continuación.

Diseño bioinspirado

CONTEXTUALIZAR

La naturaleza ha desarrollado en los bosques tropicales diversas estrategias para mantener circulando los nutrientes y almacenarlos en diferentes compartimentos (De Las Salas, 1987). Un compartimento que asegura la disponibilidad de nutrientes, es la acumulación y descomposición de la materia orgánica en el suelo y esta se relaciona directamente con su fertilidad. Este es el aspecto clave que nos interesa aquí, para imitar en la parcela demostrativa de cultivo sin necesidad de quemar.

Entonces, la clave está en el aporte permanente de materia orgánica. El siguiente problema es ¿De dónde obtenemos la materia orgánica necesaria para “abonar” la parcela demostrativa sin quema?.

Aquí nuevamente la naturaleza nos ofreció la solución. En la estructura vertical del estrato arbustivo y herbáceo encontramos especies pioneras de rápido crecimiento, con la capacidad de aportar abundante materia orgánica, entre estas tenemos la pringamoza y ortigo (*Urera caracasana* y *U. baccifera*), cordoncillos (*Piper* spp), entre otras, que se regeneran rápidamente después del disturbio sin quema.

De acuerdo con el *Land Institute* en Kansas⁴⁰, Instituto de Permacultura de Tierras⁴¹, Puso a prueba diseños bioinspirados en cultivos de cereales en latitudes templadas, muestra buenos resultados mejorando la diversidad de praderas y su supervivencia,

⁴⁰ <https://landinstitute.org/our-work/perennial-crops/>

⁴¹ <https://asknature.org/idea/the-land-institute-permaculture/>

"Esta estrategia aprovecha los beneficios encontrados en los sistemas naturales, como la resistencia a la mayoría de las perturbaciones, la autorregulación, la acumulación de "capital ecológico", los suelos estables, el secuestro de carbono, el ciclo de nutrientes, la producción de alimentos y la biodiversidad. [...] La agricultura no puede ser sostenible a menos que el suelo esté alimentado y protegido contra pérdidas o daños"⁴²

Identificar Funciones:

Almacenar materia orgánica en la vegetación sucesional y en a superficie del suelo (Figura 4.20): Incorporar al suelo abundante materia orgánica resultado del manejo de la dinámica sucesional de la vegetación y las especies pioneras como la pringamoza y ortigo.

Integrar Principios de Vida:

Integra todos los principios de vida (Figura 4.22).

DESCUBRIR

Descubrir modelos naturales:

Observaciones sobre los flujos de la materia orgánica en el bosque seco, redes de interacciones y la dinámica sucesional del bosque en el área de trabajo.

En la Figura 4.19, observamos el mantillo orgánico que cubre la superficie del suelo del bosque seco en la parcela sin quema. Hojas secas y ramas delgadas en superficie, seguida de una delgada capa de hojas en descomposición (1 cm espesor), y en contacto con el suelo mineral hojas muy descompuestas y fragmentadas seguidas de raíces finas.

⁴² <http://www.landinstitute.org/>



Figura 4.19 Estructura del mantillo orgánico natural sobre la superficie del suelo del bosque seco secundario donde se estableció la parcela sin quema.

En el diseño bioinspirado de la parcela sin quema, tuvimos especial cuidado en la disposición del material talado como fuente inicial de materia orgánica y la selección de calles sin siembra para favorecer el crecimiento de especies pioneras encargadas a futuro de mantener el aporte de materia orgánica a partir de la.

Abstraer estrategias biológicas:

Es aparentemente sencillo lo que hace la naturaleza (Figura 4.20): Como estrategia acumula toneladas de materia orgánica en la superficie del suelo articulada a una compleja red de organismos encargados de descomponerlo (vías detriticas del ecosistema) y reciclarlo en el sistema, lo que mantiene la biomasa y exuberancia de los bosques o selvas tropicales. Según Bendeck-Lugo (1993, p. 565),

"La materia orgánica de cualquier suelo pero en especial la de los suelos de alta evolución, se le considera la clave de la fertilidad, puesto que además de suministrar a las plantas la mayoría de los elementos nutrientes, merced a su mineralización, contribuye de manera decisiva a aumentar la

capacidad de intercambio de cationes y a mejorar sus propiedades físicas tales como estabilidad estructural, aireación y retención de humedad”.

CREAR

Ideas bioinspiradas:

- Establecer una parcela de transición a la no quema.
- Cultivar calles con especies pioneras de rápido crecimiento y alta capacidad de regeneración para cosechar constantemente materia orgánica.
- Cultivar microorganismos promotores de actividad microbiológica para inocular y potenciar la actividad microbiológica del suelo.

Emular:

- Formar mantillo orgánico: Disponer la entrada de materia orgánica al sistema agroforestal en el área de cultivo sin quema y favorecer la formación del mantillo orgánico (*Almacenamiento en la capa arable o superficial del suelo*).
- Cosechar materia orgánica: Promover el desarrollo y cosecha periódica de la biomasa de especies herbáceas y arbustivas pioneras (*Almacenamiento en la vegetación*) en calles intercaladas con los cultivos (Figura 4.20).

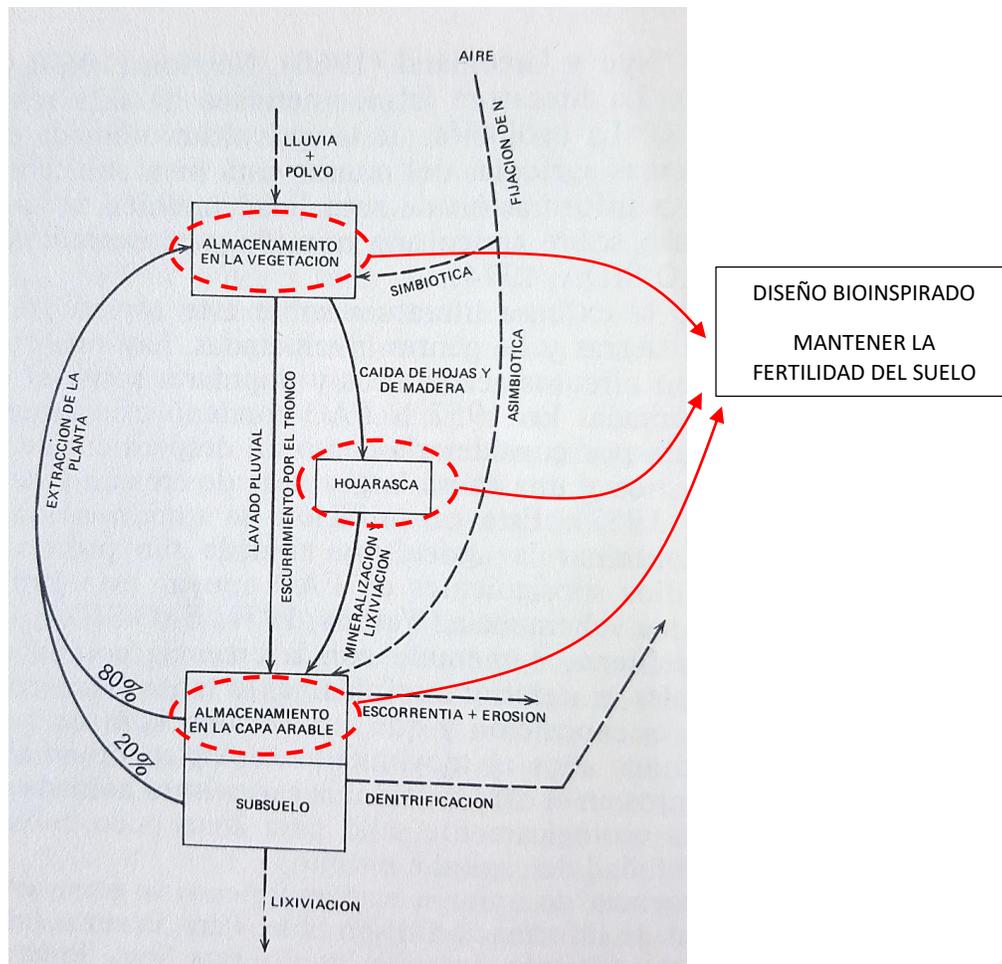


Figura 4.20 Estrategias para emular en el diseño bioinspirado de la parcela de transición a la no quema. En círculos rojos los compartimentos a emular en el funcionamiento del diseño de la parcela (fuente del dibujo: Adaptado de G. De Las Salas, 1987)

De acuerdo con Chamorro y García (1993, p. 765), concluyeron que,

"la fauna del suelo es la responsable de los procesos de descomposición orgánica, a partir del material vegetal muerto, y de la incorporación de detritus al perfil orgánico, para luego continuar con el proceso de reducción de los componentes orgánicos por parte de los organismos descomponedores".

EVALUAR

Medir con los principios de vida:

El diseño de la parcela demostrativa de transición a la no quema cumple con los siguientes principios de vida (Figura 4.22):

- ✓ Evoluciona para sobrevivir
 - Replicar estrategias que funcionan: Incorpora nutrientes almacenados en la materia orgánica.
 - Integrar lo inesperado: La disponibilidad de materia orgánica responde a la ecofisiología y fenología de las especies y el comportamiento del bosque en su conjunto.
 - Recombinar información: Las especies están intercomunicadas a través de redes complejas.
- ✓ Se adapta a condiciones cambiantes
 - Incorporar Diversidad: Incluye diversas especies pioneras.
 - Mantener integridad a través de la autorenovación: Las calles de regeneración natural mantienen la integridad y dinámica sucesional.
 - Incorporar resiliencia a través de la variación y redundancia: Florísticamente mantiene la redundancia.
- ✓ Está sintonizado y responde localmente
 - Promover procesos cíclicos: Promueve el ciclo de nutrientes.
 - Usar materiales y energía disponibles fácilmente: Usa los materiales y energía disponibles en el bosque natural.
 - Usar bucles de retroalimentación: Actúa según los ciclos estacionales como sistema pulsante.
 - Cultiva relaciones cooperativas: Se dan según las relaciones con las redes de organismos existentes en el lugar.
- ✓ Usa química amigable con la vida

- Romper los productos en componentes benignos: Ocurre según actividad de la biota edáfica.
 - Construir selectivamente con un pequeño conjunto de elementos: La cosecha de biomasa generadora de materia orgánica se produce por un pequeño grupo de especies pioneras de rápido crecimiento.
 - Hacer química en el agua: Usa el agua como medio fundamental para los procesos de transformación de la materia orgánica y mantenimiento de la fertilidad.
- ✓ Es eficiente con los recursos (Materia y Energía)
- Usar procesos de poca energía: Al usar material verde producido por las plantas, sin entrada (abonos) o subsidio de insumos agroquímicos.
 - Usar diseño multifuncional: Se disponen las especies emulando estratos herbáceo y arbustivo, según la estructura vertical del bosque.
 - Encajar la forma a la función: La materia orgánica se dispone formando un mantillo delgado como ocurre en el bosque natural, para lograr una descomposición rápida y liberación de nutrientes. Promueve un metabolismo circular.
- ✓ Integrar desarrollo con crecimiento:
- Auto-organizar: El sistema al no tener disturbio por fuego, conserva su biota y continúa sus procesos naturales de auto-organización.
 - Construir desde la base: El disturbio generado en la construcción de la parcela genera diversas trayectorias sucesionales.
 - Combinar componentes modulares y anidados: En el tiempo la parcela puede integrar otros elementos productivos como

palmas y especies frutales como nuevos módulos ensamblados en la estructura vertical conformando un sistema agroforestal.

Según Riechmann,

“en la reconstrucción de los sistemas de producción imitando la “producción natural” de la biosfera se halla, a mí entender, la clave para sortear la crisis ecológica: los insostenibles metabolismos lineales han de transformarse en metabolismos circulares. “Los sistemas naturales tienen 3.500 millones de años de experiencia en la creación de sistemas de reciclaje eficientes y flexibles” .Jorge Riechmann ⁴³

⁴³ Jorge Riechmann. Un concepto esclarecedor, potente y persuasivo para pensar la sustentabilidad. Biomímesis. Publicado en la revista El Ecologista. Recuperado de: <http://istas.net/descargas/ecologista.pdf>



Figura 4.21 Aplicación del pensamiento biomimético de los lentes de diseño de la biomimesis para el establecimiento de un sistema de agricultura de transición a la no quema (2013 Biomimicry 3.8, B3.8 aumentado por Melina Ángel BPro).



Figura 4.22 Lentes de Diseño de la Biomímesis. Aplicación de los Principios de Vida al diseño de un sistema de agricultura de transición a la no quema. (2013 Biomimicry 3.8, B3.8 aumentado por Melina Ángel BPro).

Construcción de la parcela demostrativa de cultivo sin quema

A partir del conocimiento tradicional, una forma de presencia consciente y activa es construyendo una parcela demostrativa de agricultura SIN QUEMA, en la que pueda demostrar a la comunidad que los ciclos regenerativos del bosque (manejo de la dinámica sucesional, rastrojos, mantenimiento de biodiversidad) son garantía de sostenibilidad y resiliencia⁴⁴.

A partir de los lentes de diseño de la biomímesis, se generó un diseño alternativo para emular un sistema de agricultura de transición a la no quema.

En el establecimiento de la parcela se realizaron siguientes actividades:

Roza y Tumba sin quemar

En sincronía con el tiempo climático según la tradición, el 18 y 19 de octubre de 2018 en la segunda estación de lluvias, se inició la preparación de una parcela demostrativa SIN QUEMA.

Aproximadamente a 300 m de distancia de la parcela de RTQ, hicimos un gran claro en un rastrojo maduro, de casi 10 años, dominado por yarumos (*Cecropia cf. latiloba*) y guamos (*Inga cf. nobilis*), imitando un gran claro del bosque de aproximadamente 40 m de largo por 20 m de ancho, suficientemente grande para satisfacer los requerimientos de luz del maíz, con pendiente moderada, aproximadamente 15%, buenos suelos y bien drenado (Figura 26).

Don Abelardo y su hijo Arturo, habitantes locales, se encargaron de la roza y tumba. A diferencia del modelo tradicional con quema, en esta parcela demostrativa no se quemó. El material vegetal leñoso tumbado se dispuso horizontalmente en calles separados 3 a 5 m aproximadamente para control de erosión. Las ramas finas también se picaron con machete en el mismo lugar.

⁴⁴ "No hay duda que la humanidad necesita un nuevo paradigma de desarrollo agrícola, uno que promueva formas de agricultura más biodiversas, resilientes y socialmente justas. La base de estos nuevos sistemas agrarios son los estilos de agricultura indígena-campesina desarrollados por la mayoría de los 1.5 billones de pequeños agricultores que manejan unas 350 millones de pequeñas fincas y que producen en 30 % de la tierra arable, no menos del 50% de los alimentos para consumo doméstico" (Altieri y Nicholls, 2012, p.65). en el mundo.



Figura 4.27 Proceso para establecer una parcela demostrativa de agricultura de transición a la no quema (18 y 19 de octubre de 2018). (Fotos: D Rivera)

Siembra

Tres días más tarde, 23 y 24 de octubre, don Arsenio realizó la siembra de maíz tradicional blanco, variedad "Yucatán", frijol todoaño y ahuyama. Para darle ventaja al desarrollo del maíz, 20 días más tarde se complementó la siembra con semilla de sacha inchi o maní amazónico (*Plukenetia volubilis*), una especie oleaginosa de ciclo más largo. Durante la siembra se observó parte de la hojarasca cortada aún verdosa, formando un sustrato rico en materia orgánica superficial con diferentes grados de descomposición y diversidad de artropofauna activa en superficie (Figura 4.28).

El maíz está "puyando"

Ocho días luego de la siembra, el maíz emerge del suelo, "está puyando" dice don Arsenio. Como no se quemó, la superficie del suelo conserva un mantillo

de aproximadamente 1 cm de espesor. Abundante hojarasca con ramas delgadas en diferentes grados de descomposición, algunas hojas secas aún se pueden identificar. Bajo esta frágil capa orgánica, se presenta una trama viva de raíces delgadas de 1 mm hasta 1 cm de diámetro (Figura 28).



Figura 4.28 Siembra de maíz, frijol y Sacha-Inchi sobre un suelo sin quemar, con abundante materia orgánica y hojarasca en superficie. Presencia de anfibio camuflado en hojarasca (17.11.2018). (Fotos: D Rivera)



Figura 4.29 Emergencia del maíz "está puyando" y aspecto del mantillo orgánico superficial conservado a su alrededor (28/10/2018). (Fotos: D Rivera)

El maíz "rodillero"

A los 25 días, el maíz en la parcela de no quema está llegando casi a la altura de las rodillas, es cuando está "rodillero" dice don Arsenio. Crece vigoroso en asocio con la ahuyama y el frijol, sin ataques de plagas. La hojarasca superficial

aún se conserva protegiendo el suelo, contribuye a la conservación de la humedad y promueve la actividad de la biota edáfica (Figura 4.29).

Todas las plantas leñosas y herbáceas cortadas, muestran rebrotes de crecimiento rápido y abundante. Algunas especies de bejucos como la uvilla de monte (*Vites cf. tiliifolia*), el bejuco colorado (*Paullinia alata* y *Serjania communis*) crecen de forma invasiva (16/11/2018). En los cúmulos de ramas y tallos leñosos transversales para control de erosión, la madera está seca y presenta poca o ninguna descomposición.



Figura 4.30. El maíz en estado "rodillero" y regeneración natural de especies herbáceas al lado de un cúmulo de hojas de palma, ramas y tallos de la roza aún sin descomponer con su reserva de nutrientes. (Fotos: D Rivera)

Proliferan muchas especies de rápido crecimiento como las Aráceas (*Caladium sp*) y papayuelos de monte o tapaculo (*Vasconcellea sp*), tomate de árbol silvestre (*Solanum cf. circinatum*), las pringamozas (*Urera baccifera*, *U. caracasana*), entre otras. En este estado de desarrollo se realizó el primer deshierbe con machete "Guachapeo".

El maíz inicia floración

A los 50 días aproximadamente, el maíz alcanza una altura de 1.50 a 2 m y 12 a 13 hojas. Se presenta el inicio de emergencia de espiga y engrosamiento de entrenudos con mazorca. En unas pocas plantas (5%) hay ataque de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y otras presentan una ligera herbivoría en hojas.

La ahuyama floreció y el Sacha-Inchi tiene plántulas de 15 a 20 cm de altura, con buen vigor y sin ataque de insectos. La cobertura de hojarasca del suelo se conserva en buen estado. La regeneración natural a partir del banco de semillas del suelo generó abundantes plántulas de diversidad de hierbas y arbustos, forman un estrato herbáceo denso de 50 a 60 cm de altura. Por esta razón, se realizó un segundo deshierbe y acolchado sobre el suelo con la biomasa obtenida (Figura 4.31).



Figura 4.31 Estado de la parcela de no quema a los 50 días de desarrollo. El maíz y la ahuyama inicia floración, plántulas de Sacha Inchi presentan 15 a 20 cm de altura. Se conserva el mantillo con buena cobertura sobre el suelo (22.12.2018) (Fotos: D Rivera)

Cosecha

Enero de 2019 fue un mes relativamente seco y coincidió con el crecimiento de mazorca, hubo necesidad de realizar un riego con manguera. En febrero 22 de 2019 el ciclo completó 112 días a partir de la siembra. Al final se realizó la cosecha

del maíz. Al mismo tiempo la ahuyama esparcida por el área maduró fruto y el Sacha-Inchi alcanzó 1.50 a 2 m de altura (Figura 4.32).

El suelo se ve totalmente cubierto, la cobertura herbácea y arbustiva alcanzó gran desarrollo y densidad (90% por m²), algunos arbustos como la pringamosa y los papayuelos de monte alcanzaron hasta 3 m de altura, lo que significa una buena biomasa disponible para enriquecer el suelo en un nuevo ciclo de cultivo sin quema. El mantillo de hojarasca se conservó con buena cobertura protectora del suelo.



Figura 4.32. Final del ciclo de agricultura SIN QUEMA al cabo de 112 días. a) Mazorca de maíz blanco de un buen tamaño y características del grano. b) Aspecto final del maizal con mazorcas secas. c) Buena regeneración natural y alta cobertura. d) Sacha Inchi asociado al cultivo con buen desarrollo en altura. e) Cosecha de ahuyama variedad mandarina. (Fotos: D Rivera)

Finalmente, se logró una buena cosecha en la parcela demostrativa de transición a la no quema. En este sentido, concuerda con lo observado por otros autores (Vargas *et al.*, 1988; Machado, 2008; Altieri y Nicholls, 2013). No es un método de cultivo primitivo o incipiente sino una técnica especializada, que ha evolucionado en respuesta a condiciones específicas, climatológica y de suelos en las tierras bajas tropicales. Constituye parte del acervo cultural de los saberes y conocimientos tradicionales.

Cabe señalar, sin embargo, que ya se percibe preocupación por los cambios en los pulsos estacionales, porque “el clima ya no es como antes” dice don Arsenio. La observación aguda y permanente de estos cambios de la naturaleza “señales”, por pequeños que sean, le permitirán hacer ajustes graduales y así disminuir los impactos en su sistema de vida y su economía. Parece ser, como hipótesis, en armonía con el diseño biomimético, que la observación de la naturaleza puede dejar saber cómo adaptar los ciclos (Véase calendario agroecológico) a los nuevos patrones climáticos.

El suelo al finalizar cosecha

Al final del ciclo de cosecha del maíz, se realizó un muestreo comparativo de suelos superficial en la parcela de RTQ y sin quema, 15 cm de profundidad, y el mismo día se trasladaron las muestras para análisis físico-químico general (Caracterización Q-01 en el laboratorio de suelos del IGAC en Bogotá (Figura 4.33)).

El resultado del análisis físico-químico de suelos se presenta en el Cuadro 1.

En general, de acuerdo con el análisis del IGAC, refleja que son suelos francos (margas), bastantes equilibrados y adecuados para cultivos. Posiblemente a futuro es necesario incluir análisis de micronutrientes que son más sensibles a los disturbios generados por el uso de la tierra y también seleccionar indicadores a nivel de artropofauna edáfica.

La diferencia en las muestras está en que el suelo de la parcela de no quema corresponde a un suelo Franco Arcilloso y en la parcela con quema es

Franco Arenoso. Posiblemente la evolución hacia un suelo Franco Arenoso esté relacionada con el tiempo de uso intensivo respecto al suelo de no quema.

Otro aspecto a destacar es la alta concentración de fósforo disponible en la parcela quemada. A pesar de este análisis general y superficial, se requiere a futuro criterios más finos a nivel de micro-elementos y actividad biológica, que podrían indicar grandes diferencias entre el suelo sometido al efecto de la quema.



Parcela 1. No quema



Parcela 2. Quema

Figura 4.33. Muestras de suelo para el análisis físico-químico general en el Laboratorio de Suelos del IGA. (Fotos: D Rivera)

Cuadro 1. Resultados de análisis físico-químico de suelos. Reserva natural Victoria, Melgar, Tolima

CARATERIZACIÓN		NO QUEMA	QUEMA	APRECIACIÓN
GRANULOMETRÍA	ARENA %	54.9	40.4	
	LIMO %	30.2	21.4	
	ARCILLA %	14.9	38.2	
CLASE TEXTURAL		F A Franco Arcilloso	F Ar Franco Arenoso	
pH		6.44	6.04	MEDIANAMENTE ÁCIDO
CARBONO TOTAL %		3.82	3.60	ALTO >2.3
FÓSFORO DISPONIBLE mg/Kg		42.81	137.18	ALTO >40
COMPLEJO DE CAMBIO cmol(+)/Kg	CIC	15,86	22,54	MEDIO 10-20
	Ca	13.410	16.360	
	Ca/Mg	7	5	RELACIÓN IDEAL 2-4
	Ca/K	17.416	23.042	RELACIÓN IDEAL 6
	Mg	1.840	3.440	
	Mg/K	2.390	4.845	RELACIÓN IDEAL 3
	K	0,77	0,71	ALTO >40
	(Ca+Mg)/K	19.805	27.887	RELACIÓN IDEAL 10
	Na	0.050	0.070	
	BASES TOTALES	16.070	20.580	
SATURACIÓN DE BASES %		SATURADO	91.32	ALTO >50

LA FLORA

Caracterización de rastrojos

En el entorno de la parcela cultivada y en compañía de don Arsenio, identificamos dos tipos de rastrojos o vegetación secundaria de diferente edad sucesional: Rastrojos biches y rastrojos maduros (Figura 5.1 y 5.2).

El rastrojo biche corresponde a una vegetación arbustiva, densa, de 3 a 5 m de altura, estrato herbáceo de 50 cm de altura, 60% de cobertura. Estrato arbustivo de 80% de cobertura, arbustos con tallos delgados 1 a 3 cm de diámetro. El suelo presenta escasa hojarasca y hay evidencia de troncos quemados.



Figura 5.1 Identificación de la flora en diversos tipos de rastrojo "biche", con estrato arbustivo y herbáceo denso, tallos delgados. (Fotos: D Rivera)

El rastrojo maduro tiene la fisonomía de un bosque bien conservado y alcanza altura de 10 a 15 m, dosel cerrado con 80% de cobertura. Algunos árboles secundarios como el guamo (*Inga sp*), yarumo (*Cecropia sp*) y diomate (*Astronium*

graveolens), alcanzan tallos con 30 a 40 cm de diámetro, la palma real (*Attalea butiracea*). Presenta bejucos hoja de balazo (*Monstera adansonii*), bejuco colorado (*Paullinia alata*) y bejuco canastico (*Aristolochia ringens*) bien desarrollados que llegan al dosel. El sotobosque es denso con abundancia de arbolitos de ortigo y pringamosa (urticáceas), que crecen hasta 5 m de altura y 40% de cobertura. El estrato herbáceo alcanza 1 a 2 m de altura con la presencia de hierbas altas de platanillo, caña agria, bijao, entre otras especies, 50% de cobertura.



Figura 5.2 Rastrojo maduro donde se estableció la parcela de no quema. Domina el dosel yarumos, guamos y diomate. En el estrato arbustivo domina los ortigos y pringamosa, cordoncillos (Fotos: D Rivera).

En la fisonomía y composición de las diferentes fases sucesionales del rastrojo hay una flora muy diversa, su inventario detallado no está en el alcance de este trabajo.

Estudios recientes de dinámica sucesional en otras regiones del bosque seco tropical en el Caribe colombiano (Olascuaga-Vargas *et al.* 2016), revelan que, [...] "*primero predominan las hierbas y arbustos (pioneras de corta vida), seguidas de árboles, arbustos y lianas (pioneras de larga vida) y culmina con árboles y arbustos (tolerantes a la sombra) que corresponden al inicio de la comunidad climática*".

La flora de estos hábitats inicialmente se consolida con herbáceas diversas (*Commelina sp*, *Desmodium spp*, *Rhynchospora nervosa*), entre otras especies. Luego llegan los arbustos pioneros formando un estrato arbustivo de 3 m de alto (*Baccharis spp*, *Piper spp*, *Triumfetta sp*, *Varronia sp.*) y varios bejucos colonizadores (*Ipomoea sp*, *Aristolochia sp*).

Saberes y usos de la flora

Las plantas de la flora actual en la Reserva Natural Victoria, es el resultado tanto de la historia natural de evolución del bosque seco en la región, así como también de la historia de ocupación y disturbio antrópico.

La comunidad campesina tiene un profundo conocimiento de las especies y la dinámica sucesional de la vegetación luego del disturbio ocasionado por el proceso de roza, tumba y quema, incorporándolo al conocimiento tradicional actual de uso de la tierra. Según Zagoya (2012), comprende,

“saberes, costumbres y creencias (materiales y espirituales), que son transmitidos verbalmente en habilidades y experiencias de generación en generación en el seno de un pueblo o una comunidad; es resultado de una acumulación de prácticas ancestrales y colectivas de las comunidades, son una creación intelectual que ha tenido y tiene lugar por la acumulación de experiencias y prácticas comunes de los miembros de un grupo cultural o pueblo, como respuesta a su entorno y necesidades”.

El auge del establecimiento de cafetales y plataneras intensificó la deforestación en esta vertiente de la cordillera, así llegaron también nuevas especies útiles⁴⁵ de la flora introducida que hacen parte de los campos de agricultura tradicional de roza, tumba y quema. El uso de plantas constituye

⁴⁵ El botánico Enrique Pérez Arbeláez, 1978, fue pionero en destacar el conocimiento y uso con la publicación de su libro “Plantas útiles de Colombia”.

saberes tradicionales de gran valor que se conservan en la memoria biocultural (Toledo y Barrera-Bassols 2008).

Cuenta don Arsenio⁴⁶ que,

"Esto empezó 1920-1930 que empezaron a descubrir la montaña virgen que había acá, que mi abuelito la compró y luego empezaron a descubrir esa montaña y a derribar y traían hacheros que duraban hasta medio día dos haceros tumbando un solo palo... y ya empezaron a sembrar primero soya luego tabaco, ya después que empezaron a poner frijol, platanera y entonces vieron que en de pronto en sombrío le servía pal café y pal cacao. Empezaron a sembrar cacao, sembrar café y de ahí vino la siembra de la platanera de esta calidad de plátano [señala con orgullo el gran racimo cosechado], esto más o menos, una mata de plátano de este plátano tiene más o menos 50 años, poniéndole y así como bajito [...sonríe]"

Conocer la flora de la mano de los sabedores y sabedoras de la Reserva fue un aprendizaje e intercambio de saberes importante en mi vida personal y profesional. Los escenarios de colecta fueron variados: Los caminos, las parcelas de cultivo, las huertas de la casa, los remanentes de bosque seco y las sabanas de montaña constituyeron el escenario biodiverso y agrodiverso (Figura 5.3).

⁴⁶ Videgrabación



Figura 5.3 Reconocimiento de la flora en la parcela de agricultura tradicional de roza, tumba y quema, rastrojos y otras áreas aledañas (Fotos: D Rivera)

La flora para don Arsenio está en todas partes, “*hasta en la cocina*”, me dice sonriendo y me habla de la hoja de bijao (*Calathea lutea*), sin la cual doña Gloria y Mary no pueden hacer los deliciosos envueltos de maíz subido (Figura 5.4).

Los pajonales de las sabanas de montaña dominados por pastos de los géneros *Trachypogon* y *Andropogon*, constituyen la principal fuente de pajas de uso en construcción para mezclar con el barro y hacer pañetes en muros de bahareque (Figura 5.5).

Una hierba gigante como la guadua (*Guadua angustifolia*), presta muchos servicios a la comunidad, es importante como hábitat para la fauna silvestre y como cobertura de protección en la zona del acueducto se dice que “llama el agua” (Figura 5.6).



Un monte bien conservado
tiene abundante hoja de bijao



La hoja de bijao proporciona buena
envoltura, aroma, sabor y
protección contra microorganismos



Con los envueltos de maíz subido
celebramos la cosecha de cada año



Las plántulas de
biao crecen en
pequeños claros
del bosque



Figura 5.4 Preparación tradicional de los envueltos de maíz subido. La envoltura de las hojas de bijao (*Calathea lutea*) le dan el sabor y aroma característico. (Fotos: D Rivera)



Figura 5.5. Uso de la flora del pajonal de las Sabanas de montaña (Fotos: D Rivera)



Figura 5.6 Uso de la guadua en la construcción de la casa (*Guadua angustifolia*). Constituye el soporte estructural para las paredes de bahareque (Foto: D. Rivera)

En el bosque seco de la Reserva hay poca diversidad de palmas, sin embargo una de las más representativas e icónicas es la palma real o palma de vino, palma de cuesco (*Attalea butyracea*). Es una especie importante para alimentar la fauna silvestre. En lo cultural, Doña Gloria tiene la tradición de preparación de chicha de cuesco de los frutos de la palma. Don Abelardo es un experto sabedor de los usos de la hoja de palma para hacer techos (Figura 5.7).



Figura 5.7. Usos de la palma real o palma de vino (*Attalea butyracea*). (Foto: D. Rivera)

Finalizando este trabajo, tuve la oportunidad de continuar el conocimiento de la flora de la Reserva Natural Victoria con la participación y apoyo de un grupo de 6 estudiantes de la Universidad La Salle (Figura 38). Como ejercicio del curso de sistemática vegetal, contribuyeron en la colección botánica y elaboración de la primera "Guía de campo de plantas con flores" (Cárdenas, Jara, Quimbayo et al., 2019)⁴⁷. (Véase Anexo 3).



Figura 5.8. Preparación de la guía de campo (Fuente: Cárdenas, Jara, Quimbayo *et al.*, 2019). (Véase Anexo 1).

Este trabajo hizo el registro de 81 especies, representadas en 38 familias, siendo Fabaceae la más dominante con 9 especies, seguida de Melastomataceae (6), Asteraceae (5), y con cuatro especies Apocynaceae, Euphorbiaceae y Malvaceae. En total se registraron 69 géneros en donde Aristolochiaceae, *Croton* y *Mandevilla* fueron los que presentaron una mayor riqueza con 3 especies (Cárdenas, Jara, Quimbayo *et al.*, 2019).

⁴⁷ Cardenas-P., F., Jara-B., A., Quimbayo-G. R., Rueda-M., Y. Suarez-A., A., Villanueva-O. K. (2019). Estudio florístico del bosque seco tropical en la Reserva Natural Victoria, Melgar-Tolima. Informe de campo. Estudiante de Biología de La Universidad de La Salle. 31 pp.

CONCLUSIONES

A partir de las observaciones realizadas en este trabajo, las conclusiones son las siguientes:

1. Pude observar durante un largo año, que el sistema de agricultura tradicional de RTQ de subsistencia a pequeña escala, a pesar de los impactos ambientales que causa en el ecosistema (afecta la atmósfera, suelos, biodiversidad), está bien adaptado a las condiciones ambientales de pulsos estacionales locales de lluvias y verano.

2. Está en la "memoria biocultural" de la comunidad una sincronía con los tiempos y el calendario de actividades agrícolas, de tal manera que los momentos claves de la preparada del rastrojo para la quema, la siembra de semillas de maíz y la cosecha, están en perfecta sincronía con los tiempos actuales.

3. Puse en práctica una alternativa de agricultura de transición a la no quema, aplicando el pensamiento biomimético mediante los lentes de diseño de la biomímesis. Se sustenta en los principios de vida de la biomímesis. Es un diseño bioinspirado, emulando los procesos de dinámica de la vegetación, producción de biomasa por especies pioneras del rastrojo y el reciclaje de la materia orgánica que ocurren de manera natural en el ecosistema.

4. En la parcela demostrativa de transición a la no quema, el desarrollo del maíz fue normal cerrando el ciclo productivo con buena cosecha, se conservó el mantillo de materia orgánica sobre el suelo con buena actividad de edafofauna observada en superficie. Diversidad de especies herbáceas, arbustivas y rebrotes de los tallos cortados en la roza.

5. La dinámica de la vegetación observada en la parcela sin quema presenta una regeneración natural vigorosa, diversa y produce suficiente biomasa vegetal aportando los nutrientes necesarios para soportar un nuevo ciclo de cultivo. Este ensayo revela que se puede transitar a la agricultura de no quema. Representa un modelo de transición agroecológica a la NO QUEMA para el los bosque seco del país y otros ecosistemas.

REFERENCIAS

- Aboim, M. C. R., Coutinho, H. L.C., Peixoto, R. S. y Rosado, A. S. (2008). Soil bacterial community structure and soil quality in a slash-and-burn cultivation system in Southeastern Brazil. *Applied Soil Ecology*, 38(2), 100-108
- Acevedo-Osorio, Á. (2016). La multifuncionalidad de los sistemas tradicionales de producción de agricultores familiares en el Sur del Tolima. En: Á. Acevedo-Osorio y J. Martínez-Collazos (comps.). *La agricultura familiar en Colombia. Trabajos de caso desde la multifuncionalidad y su aporte a la paz* (pp. 185-210). Bogotá: Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia - Corporación Universitaria Minuto de Dios - Agrosolidaria. doi: <http://dx.doi.org/10.16925/9789587600476>
- Aguilar-Jiménez, C. E., Tolón-Becerra, A. y Lastra-Bravo, X. (2011). Evaluación integrada de la sostenibilidad ambiental, económica y social del cultivo de maíz en Chiapas, México. *Rev. FCA UNCUYO*. 43(1), 155-174.
- Alarcón-Cháires, P. (2019). Epistemologías otras: Conocimientos y saberes locales desde el pensamiento complejo. Tsíntani, AC/ /IIES, UNAM. México.
- Almazán-Nuñez, R. C., Arizmendi, M., Eguiarte, L., y Corcuera, P. (2012). Changes in composition, diversity and structure of woody plants in successional stages of tropical dry forest in southwest Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 1096-1109.
- Altieri, M. A. y Merrick, L. C. (1987). In situ conservation of Crop Genetic Resources through Maintenance of Traditional Farming Systems. *Economic Botany*, 41(1), 86-96.
- Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. (2012). Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecología* 7 (2), 65-83

- Altieri, M. A. y Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología* 8 (1), 7-20.
- Amaya, V. D. y Armenteras, D. (2012). Incidencia de incendios sobre la vegetación de Cundinamarca y Bogotá D. C. (Colombia), entre 2001 y 2010. *Acta biol. Colomb.* [on line]. 17 (1), 143-158.
- Armenteras, D., González, T. M., Retana, J. y Espelta, J. M. (eds). (2016). Degradación de bosques en Latinoamérica: Síntesis conceptual, metodologías de evaluación y casos de trabajo nacionales. Publicado por IBERO-REDD+
- Armenteras, D., Gonzalez-Alonso F. y Franco-Aguilera, C. (2009). Distribución geográfica y temporal de incendios en Colombia utilizando datos de anomalías térmicas. *Caldasia*. 31(2), 303-318.
- Banks, M. (2008). Los datos visuales en investigación cualitativa. Ediciones Morata. Madrid.
- Barrera-Bassols, N. y Toledo, V. M. (2005). Ethnoecology of the Yucatec Maya: Symbolism, Knowledge and Management of Natural Resources. *Journal of Latin American Geography Ethnoecology*, 4(1), 9-41.
- Benyus, J. M. (2012). Biomímesis. Innovación inspirada por la naturaleza. Tusquets Editores.
- Berenguer, E., Malhi, Y., Brando, P., Cardoso, N. C. A. y Ferreira, J. (2018). Tree growth and stem carbon accumulation in human-modified Amazonian forests following drought and fire. *Philosophical Transactions Royal Society B*. doi: [10.1098/rstb.2017.0308](https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0308)
- Berkes, F. (1999). Sacred Ecology. Traditional Ecological Knowledge and Resource Management. Taylor & Francis, Philadelphia and London.
- Berkes, F., Colding, J. y Folke, C. (2000). Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications*. 10, 1251-1262.
- Brady, N. C. (1996). Alternatives to slash-and-burn: a global imperative. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 58, 3-11.

- Brush, S. B. y Perales, H. R. (2007). A maize landscape: Ethnicity and agrobiodiversity in Chiapas Mexico. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 1(21), 211-221.
- Cerri, C. (2010). La importancia de la metodología etnográfica para la investigación antropológica. El caso de las relaciones de valores en un espacio asociativo juvenil. *Periferia* Número 13, diciembre 2010 www.periferia.name.
- Cárdenas-P., F., Jara-B., A., Quimbayo-G. R., Rueda-M., Y., Suarez-A. y Villanueva-O., K. (2019). Estudio florístico del bosque seco tropical en la Reserva Natural Victoria, Melgar-Tolima. Informe de campo. Estudiantes de Biología de La Universidad de La Salle. 31 pp.
- Clark, D. A. y Clark, B. C. (1987). Análisis de la regeneración de árboles del dosel en bosque húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. *Rev. Biol. Trop.*, 35 (Supl. 1), 41-54.
- Cordón-Suárez, E. (2013). Sistema productivo de la comunidad indígena Miskitu de Tasbarraya, Raan. *Ciencia e Interculturalidad*. 13, Año 6, No. 2.
- Corzo, G. y Delgado, J. (2012). Escenarios Geográficos para la Restauración del Bosque seco en Colombia. Informe final de consultoría. Universidad ICESI – Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Dantas de Paula, M., Groeneveld, J. y Huth, A. (2016). The extent of edge effects in fragmented landscapes: Insights from satellite measurements of tree cover. *Ecological Indicators* 69, 196-204. Doi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X1630192>
- De las Salas, G. (1987). Suelos y ecosistemas forestales, con énfasis en América Tropical. Servicio Editorial IICA. San José, Costa Rica.
- Dirzo, R., Young, H. S., Mooney, H. A., y Ceballos, G. (2001). *Seasonally Dry Tropical Forest: Ecology and conservation*. Washington: Island Press, Publisher.

- Esquivel, H. E., Tinoco, F., y Torres, A. J. (2016). La sucesión vegetal en los lodos fluviovolcánicos de Armero-Tolima, Colombia, 30 años después de la erupción del volcán Arenas del Nevado del Ruiz. *Caldasia*, 38(1), 101–116.
- García, H., G. Corzo, P. Isaac, y Etter, A. (2014). Distribución y estado actual de los remanentes del bioma de bosque seco tropical en Colombia: Insumos para su conservación. En: *El bosque seco tropical en Colombia*. Vol. 90, C. Pizano y H. García (eds.), Bogotá, D.C: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos, Alexander von Humboldt. p. 228-251.
- Garzón, N. V. y Gutiérrez, J. C. (2013). Deterioro de humedales en el Magdalena Medio: Un llamado para su conservación. Fundación Alma – Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Gentry, A. H. (1982). Patterns of Neotropical plant diversity. *Evolutionary Biology*, 15, 1-84.
- Gómez, M. A., Deslauriers, J. P. y Alzate, M. V. (2010). *Cómo hacer tesis de maestría y doctorado*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Gómez-Espinoza, J. A., Gómez-González, G. (2006). Saberes tradicionales agrícolas indígenas y campesinos: rescate, sistematización e incorporación a la IEAS Ra Ximhai, 2(1), 97-126.
- Guariguata, M. R. y Kattan, G. H. (eds.). (2002). *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Eulac-GTZ, Costa Rica.
- Guzmán, G. I, González, M. y Sevilla, G. (2000). *Introducción a la Agroecología como Desarrollo Rural Sostenible*. Madrid: Mundi Prensa.
- Hartter, J., Lucas, C., Gaughan, A. y Lizama, L. (2008). Detecting tropical dry forest succession in a shifting cultivation mosaic of the Yucatán Peninsula, Mexico. *Applied Geography*, 28, 134-149.
- Herriman, N. (2017). Management of biodiversity: Creating conceptual space for indigenous conservation. *Journal of Ecological Anthropology* 19(1), 42-52. Available at: <http://scholarcommons.usf.edu/jea/vol19/iss1/6>

- Holdridge, L. R. (1978). *Ecología basada en zonas de vida*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Iberoamericana. Puebla, México.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt -IAvH-. (1998). *El Bosque seco Tropical (Bs-T) en Colombia*. En M. Chavez y N. A. (eds.). *Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad de Colombia*, Bogotá, D.C: Ministerio del Medio Ambiente-Naciones Unidas.
- Jaksic1, F. M. y Fariña, J. M. (2015). Incendios, sucesión y restauración ecológica en contexto. *Anales Instituto Patagonia (Chile)*. 43(1), 23-34.
- Jociles-Rubio, M. I. (2018). La observación participante en el trabajo etnográfico de las prácticas sociales. *Revista Colombiana de Antropología* 54 (1), 121-150
- Kalacska, M., Sánchez-Azofeifa, G. A., Calvo-Alvarado, J. C., Quesada, M., Rivard, B. y Hanzan, D. H. (2004). Species composition, similarity and diversity in three successional stages of a seasonally dry tropical forest. *Forest Ecology and Management*, 200, 227–247.
- Lara-Ponce, E., Caso-Barrera, L. y Aliphath-Fernández, M. (2012). El sistema milpa roza, tumba y quema de los Maya Itzá de San Andrés y San José, Petén Guatemala. *Ra Ximhai*, 8(2), 71-92. Universidad Autónoma Indígena de México
- Lloret, F. y Vilà, M. (2003). Diversity patterns of plant functional types in relation to fire regime and previous land use in Mediterranean woodlands. *Journal of Vegetation Science* 14(3), 387-398.
- López-García, D. y Guzmán-Casado, G. I. (2012). “Sí la tierra tiene sazón...” el conocimiento tradicional campesino como movilizador de procesos de transición agroecológica. *Agroecología* 7(2), 7-20.
- Lupi, A. M. (2011). Efecto del fuego sobre las propiedades del suelo. Doi: <https://inta.gob.ar/noticias/donde-hubo-fuego%E2%80%A6-%C2%BFsolo-cenizas-quedan>

- Lupi, A. M. (2013). El fuego: Una herramienta de manejo o un arma contra el suelo. doi: <https://inta.gob.ar/documentos/el-fuego-una-herramienta-de-manejo-o-un-arma-contr-el-suelo>
- Machado, Y. (2008). Los saberes tradicionales / populares. Un acercamiento desde el interaccionismo simbólico. En Miranda, C. E. (ed.), Gestión del conocimiento tradicional. Experiencias desde la Red Gestcon. Bogotá: Gente Nueva Editorial, pp. 25-36.
- Maezumi, S. Y., Alves, D., Robinson, M., de Souza, J. G., Levis, C., Barnett, R. L., Almeida de Oliveira, E., Urrego, D., Schaan, D. y Iriarte, J. (2018). The legacy of 4,500 years of polyculture agroforestry in the eastern Amazon. *Nat. Plants* 4:540–547.
- Marin, K., A. Coon, y Fraser, D. J. (2017). Traditional ecological knowledge reveals the extent of sympatric lake trout diversity and habitat preferences. *Ecology and Society* 22(2):20. <https://doi.org/10.5751/ES-09345-220220>
- Matteucci, S. D. y Colma, A. (1997). Agricultura sostenible y ecosistemas áridos y semiáridos de Venezuela. *Interciencia* 22(3), 123- 130. doi: <http://www.interciencia.org.ve>
- McMillan, J. H. y Schumacher, S. (2005). Investigación Educativa. Una introducción conceptual Madrid: Pearson Addison Wesley (5th Edición). Recuperado de <https://revistas.uam.es/tarbiya/article/viewFile/7222/7583>
- McMillan, J. y Schumacher, S. (2005). Investigación educativa. 5ta edición. Pearson Educación S.A. Madrid. España.
- Meadows, D. H. (2009). Thinking in systems. First published by Earthscan in the UK.
- Mielnicki, D.M., Canziani, P.O. y Drummond, J. (2012). Incendios locales, impactos regionales. Programa de trabajos de los procesos atmosféricos en el cambio global / Pontificia Universidad Católica Argentina, Conicet; Argentina.
- Monje Álvarez, C. A. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica. Universidad Surcolombiana. Recuperado de <https://carmonje.wikispaces.com/file/view/Monje+Carlos+Arturo+->

+Gu%C3%ADa+did%C3%A1ctica+Metodolog%C3%ADa+de+la+investigaci%C3%B3n.pdf

- Montenegro, E. A. (2005). Métodos de investigación etnoecológica en minorías étnicas. *Revista Tiempos Nuevos* No. 12. Institución Universitaria CESMAG.
- Morán, E. (1993). *La Ecología humana de los pueblos de la Amazonia*. México: FCE.
- Mukul, S. A. (2015). *Shifting cultivation in the upland secondary forests of the Philippines: Biodiversity and carbon stock assessment, and ecosystem services trade-offs in land-use decisions*. The University of Queensland. School of Agriculture and Food Sciences.
- Murcia, C. (1995). Edge Effects in Fragmented Forests: Implications for Conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 10(2), 58-62.
- Ocampo-Fletes, I. y Escobedo-Castillo, J. F. (2006). Conocimiento tradicional y estrategias campesinas para el manejo y conservación del agua de riego. *Ra Ximhai* [en línea] Disponible en:
<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46120203>>ISSN 1665-0441
- Olascuaga-Vargas, D., Mercado-Gómez, J. y Sanchez-Montaña, L. R. (2016). Análisis de la vegetación sucesional en un fragmento de bosque seco tropical en Toluviejo-Sucre (Colombia). *Colombia Forestal* 19(1), 23-40. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.
- Oliveros, D. (2000). Coyaimas y Natagaimas. En: *Geografía Humana de Colombia. Región Andina Central*, tomo iv. Instituto Colombiano de Cultura Hispánica. Recuperado de:
<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/geografia/geohum2/coyaima3.htm>;
- Palm, C. A., Vosti, S. A., Sanchez, P. A. y Ericksen, P. J. (eds.). (2005). *Slash-and-burn agriculture: the search for alternatives*. Columbia University Press, New York Chichester, West Sussex.
- Paz, F., Wong, J. y Torres, R. (eds.). (2015). *Estado actual del conocimiento del ciclo del carbono y sus interacciones en México: Síntesis a 2015*. Serie

- Síntesis Nacionales. Programa Mexicano del Carbono en colaboración con el Centro del Cambio Global y la Sustentabilidad en el Sureste, A.C y el Centro Internacional de Vinculación y Enseñanza de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Texcoco, Estado de México, México.
- Peñaranda-Correa, F. (2004). Consideraciones epistemológicas de una opción hermenéutica para la etnografía. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*. 2(2), 16 p.
- Pérez-Arbeláez, E. 1978. Plantas útiles de Colombia. Litografía Arco.
- Peters Debra, P. C., Gosz, J. R., Pockman, W. T., Small, E. E., Parmenter, R. R., Collins, S. L. y Muldavin, E. (2006). Integrating patch and boundary dynamics to understand and predict biotic transitions at multiple scales. *Landscape Ecology*, 21, 19–33.
- Pickett, S. y White, P. (eds.). (1985). *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. Academic Press Inc., San Diego, California.
- Pickett, S., J. Kolasa, J. Armesto y Collins, S. (1989). The concept of ecological disturbance and its expression at various hierarchical levels. *OIKOS*, 54: 129 – 136.
- Pinilla-Herrera, M. C. (2004). Uso del paisaje en el sector sur del Parque Natural Nacional Amacayacu (Amazonas - Colombia). *Cuadernos de Desarrollo Rural* (53), 133-156.
- Pizano, C., García, H. (eds.). (2014). *El bosque seco tropical en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C. Colombia.
- Prado, H. M. y Murrieta, R. S. S. (2015). Ethnoecology in perspective: the origins, interfaces and current trends of a growing field. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo 18(4), 133-154.
- Rangel-Ch, O. y Velásquez, A. (1997). Métodos de trabajo de la vegetación. En: O. Rangel, P. D. Lowy y M. Aguilar (eds.). *Colombia diversidad biótica II. Tipos de vegetación en Colombia* (pp. 59-82). Bogotá: Editorial Guadalupe Ltda.

- Remmers, G. y Ucán, E. (1996). La roza-tumba-quema Maya: un sistema agroecológico tradicional frente al cambio tecnológico. *Etnoecológica*, III (4-5), 97-109.
- Restrepo, A. J. F. (2016). Caracterización vegetal del Bosque Altoandino en diferentes estados sucesionales de la Reserva Biológica "Encenillo", Guasca, Cundinamarca. Tesis, Pontificia Universidad Javeriana Facultad De Estudios Ambientales y Rurales Carrera de Ecología, Bogotá D.C. Recuperado de: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/19536/RestrepoAbadiaJuanFelipe2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reyes-García, V. y Martí Sanz, N. (2007). Etnoecología: punto de encuentro entre naturaleza y cultura. *Ecosistemas*. 2007/3. doi: http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=501&Id_Categoria=1&tipo=portada)
- Ricoy-Lorenzo, C. (2006). Contribución sobre los paradigmas de investigación Educação. *Revista do Centro de Educação*, 31(1), 11-22. Universidade Federal de Santa María Santa María, RS, Brasil.
- Saldarriaga, J. M. y van der Hammen, T. (eds.). (1993). Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del occidente del departamento del Caquetá Capítulos I-II-III. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Sánchez, P. A. (1981). Suelos del trópico: Características y manejo. San José. Costa Rica IICA. Serie de libros y materiales educativos No. 48.
- Sanmartín-Sierra, D. R., Angarita-Hernández, D. F. y Mercado-Gómez, J. D. (2016). Estructura y composición florística del bosque seco tropical de Sanguaré-Sucre (Colombia). *Ciencia en Desarrollo*, 7(2), 43-56.
- Shiva, V. (1995). El Milagro de los problemas (Dossier). In: revista de la FAO sobre agricultura y desarrollo. CERES No.154. Balance de la revolución verde: nuevas necesidades, nuevas estrategias, pp. 13- 19.
- Silva, C.V.J., Aragao, L.E., Barlow, J. *et al.* (2018). Drought-induced Amazonian wildfires instigate a decadal-scale disruption of forest carbon dynamics. *Philosophical Transactions Royal Society B*. doi: [10.1098/rstb.2018.0043](https://doi.org/10.1098/rstb.2018.0043)

- Steward, J. (1985). Teoría y práctica del estudio de áreas. Washington: Unión Panamericana. Oficina de Ciencias Sociales. Departamento de Asuntos Culturales.
- Toledo, V. M. (1990). La perspectiva etnoecológica: cinco reflexiones acerca de las ciencias campesinas sobre la naturaleza con especial referencia a México.
- Toledo, V. M. (1992). ¿What is ethnoecology? origins, scope and implications of a rising discipline. En: *Etnoecología: Centro de Ecología*. UNAM. México. 1(1), 8.
- Toledo, V. M. (1993). La racionalidad ecológica de la producción campesina. In: E. Sevilla & M González de Molina (eds): *Campesinado e historia*, Ediciones La Piqueta.
- Toledo, V. M. (1996). Saberes indígenas y modernización en América Latina: historia de una ignominia tropical. *Etnoecológica* 2(4-5), 135-147.
- Toledo, V. M. (2000). "El modelo mesoamericano: Construyendo con la naturaleza y la cultura". En: *La Paz en Chiapas. Ecología, luchas indígenas y modernidad alternativa*. Ed. Quinto Sol.
- Toledo, V. M. (2002). Ethnoecology: a conceptual framework for study of indigenous knowledge of nature. In: J.R. Stepp et al. (Eds), *Etnobiology biocultural diversity*. International Society of Ethnobiology, Georgia, USA: 511-522.
- Toledo, V. M. (2013). El paradigma biocultural: crisis ecológica, modernidad y culturas tradicionales. *Sociedad y Ambiente*. 1(1), 50-60.
- Toledo, V. M. y Barrera-Bassols, N. (2009). A etnoecologia: uma ciência pós-normal que estuda as sabedorias tradicionais. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 20: 31-45. Editora UFPR.
- Toledo, V. M. y P. Alarcón-Cháires. (2012). La Etnoecología hoy: Panorama, avances, desafíos. *Etnoecológica* 9(1), 1-16.
- Toledo, V. M., P. (sf). Alarcón-Cháires, Barrera-Bassols, N. (ed.). *Etnoecología Mesoamericana*. Antología de publicaciones 1980-2018.

- Toledo, V.M. y N. Barrera-Bassols (2008). La Memoria Biocultural: la importancia ecológica de los saberes tradicionales. Barcelona: Icaria Editorial. Disponible en <http://www.agroeco.org/socla/publicaciones.html>
- Triana-Moreno, L. A., Rodríguez, N. C. y García, J. 2006. Dinámica del sistema agroforestal de chagras como eje de la producción indígena en el Trapecio Amazónico (Colombia). *Agronomía Colombiana* 24(1), 158-169.
- Tripathi, P. S., A. K., Roy Burman, R., Panggam, M., Ray, S.K., Kalita, N., Vanlalduati, R., y Singh, A.K. (2017). Jhum cultivation and its consequences on forest and environment in Eastern Himalayan tract of India: a participatory assessment. *Range Mgmt. & Agroforestry*, 38 (1),121-126.
- Valladares, L. y León, O. (2015) ¿Qué son los conocimientos tradicionales? Apuntes epistemológicos para la interculturalidad. *Cultura y representaciones sociales*, 10(19), 61-101. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-81102015000200003&lng=es&tlng=es.
- Van der Hammen, M. C. & Rodríguez, C. A. (1996). Sembrar para nietos y bisnietos. Manejo de la sucesión forestal por los indígenas Yukuna- Matapí de la Amazonia colombiana. *Cespedesia* 21, 257-270.
- Van der Hammen, M. C. (1992). El manejo del mundo; naturaleza y sociedad entre los Yukuna de la Amazonia Colombiana. Bogotá. Tercer Mundo Editores.
- Vargas Figueroa, J. A., González Colorado, Á. M., Barona Cortés, E. y Bolívar García, W. (2016). Composición y estructura vegetal de fragmentos de bosque seco tropical y de dos zonas con actividad antrópica en La Dorada y Victoria, Caldas. *Revista de Ciencias*, 20(spe),13-60. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-19352016000300002&lng=en&tlng=es.
- Vargas, J. I. (2011). La entrevista en la investigación cualitativa: Nuevas tendencias y retos. *Revista CAES Vol.3I, No. 1*. Centro de Investigación y Docencia en Educación. Universidad Nacional, Costa Rica. pp. 119-139.

- Vargas, R. O. (2013). Disturbios en los páramos. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/260438569_Disturbios_en_los_pamos_andinos
- Vargas, R. O., Rivera, O. D. & Mendoza, V. M. (1988). Sistemas de producción campesina y manejo de los ecosistemas en las riberas del río Güejar, Reserva Natural Integral La Macarena (Departamento del Meta, Colombia). Cuadernos de Agroindustria y Economía Rural. 22, 77-112.
- Vélez, O. G. A. y Vélez, G. A. J. (1992). Sistema agroforestal de "Chagras" utilizado por las comunidades indígenas del Medio Caquetá (Amazonia colombiana). Colombia Amazónica, 6(1), 101-134.
- Villoro, L. (1989). Creer, Saber, Conocer. Siglo XXI Editores. Recuperado de:
<https://epistemeciencia.files.wordpress.com/2013/01/creer-saber-conocer-villoro-lectura.pdf>
- Withey, K. Berenguer, E., Palmeira, A., et al. (2018). Quantifying immediate carbon emissions from El-Niño mediated wildfires in humid tropical forests. Philosophical Transactions Royal Society B. [doi: 10.1098/rstb.2017.0312](https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0312)
- Yepes, A. P. y Villa, J. A. (2010). Sucesión vegetal luego de un proceso de restauración ecológica en un fragmento de bosque seco tropical (La Pintada, Antioquia). Revista Lasallista de Investigación, 7(2), 24-34.
- Zagoya, J. J. M. (2012). Sistema tradicional utilizado en la producción de maíz en la Sierra Nevada de Puebla, México. doi: <http://xn--caribea-9za.eumed.net/wp-content/uploads/cosmovision.pdf>

