



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

**TUBERCULOS ANDINOS EN
AGROECOSISTEMAS TRADICIONALES DE TRES MUNICIPIOS
DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
Un análisis de su conservación *in situ*, desde las dimensiones
ecosistémica y cultural de la agroecología.**

Neidy Lorena Clavijo Ponce

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agrarias
Bogotá, Colombia
2019

**TUBERCULOS ANDINOS EN
AGROECOSISTEMAS TRADICIONALES DE TRES MUNICIPIOS
DEL DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
Un análisis de su conservación *in situ*, desde las dimensiones
ecosistémica y cultural de la agroecología.**

Neidy Lorena Clavijo Ponce

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

Doctora en Agroecología

Director:

Doctor Tomás Enrique León Sicard

Línea de Investigación:

Agricultura y Medioambiente

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Agrarias

Bogotá Colombia

2019

A:

Blanca Elena Peralta Velasco y

Rosa Irene Juca Garzón.

Origen y raíz de este todo.

Agradecimientos

A las familias agricultoras de Ventaquemada, Turmequé y Tibasosa, quienes compartieron conmigo sus conocimientos, su sabiduría y sus memorias. Gracias por la calidez de sus palabras y la sinceridad de sus miradas. Gracias por recibirme siempre de brazos abiertos, con la esperanza firme de un mejor futuro para todos.

A la Universidad Nacional de Colombia, en particular a la Facultad de Ciencias Agrarias, por brindarme la oportunidad de adelantar mis estudios de doctorado en el campo del conocimiento que ha marcado mi vida profesional: la agroecología.

Al profesor Tomás León Sicard, por sus acertadas y sustanciosas reflexiones, por su amabilidad y franqueza, por su sabiduría compartida y su legado.

A los profesores Gaspar Morcote y Alvaro Acevedo, su conocimiento y experiencia siempre serán motivo de inspiración.

A la Pontificia Universidad Javeriana, por facilitarme las condiciones laborales y económicas para desarrollar mis estudios doctorales. En ella, a la Facultad de Estudios Ambientales y Rurales en cabeza de la Decana, María Adelaida Farah y al Director de Departamento de Desarrollo Rural y Regional, César Ortiz.

A Angela Mendieta, Lina Lozano, Pierina Lucco, Hellen Sánchez, Laura Cubillos y Mario Jaramillo, un equipo de estudiantes de excelencia académica que de una u otra manera y en distintos momentos, apoyaron el desarrollo de esta investigación. Un especial agradecimiento a Erika Salazar por su valiosa ayuda en el levantamiento de información cartográfica y climática.

A mi padre, Hugo Marcelo Clavijo, por su compañía eterna y su memoria viva en cada momento de mi existencia.

A mi madre Camila Ponce, por el amor inconmensurable y la ternura plena que traspasan fronteras.

A mi esposo, Manuel Pérez por el abrazo profundo, el consejo oportuno y el saber compartido.

A mis hermanos Edison, Paola y Darío, por siempre estar y por siempre amar.

A mis amigas queridas Yady Zea, Yadid Ordoñez y Jeimmy Mora, gracias por extender sus alas y volar siempre conmigo.

A Joel Uribe, gracias por su amistad y el ejemplo de trabajo, compromiso y vocación agroecológica.

A Lucas, compañero, testigo y fiel amigo.

Resumen

Se analizaron las características ecosistémicas y culturales de 17 agroecosistemas tradicionales, que cultivan tubérculos andinos, hoy catalogados como especies subutilizadas: *Oxalis tuberosa*, M; *Ullucus tuberosus*, C y *Tropaelum tuberosum* R&P, en los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa en el Departamento de Boyacá. En el marco de la agroecología como ciencia de la complejidad, y a partir de un enfoque de investigación transdisciplinar que ocupó herramientas cuantitativas y cualitativas, el estudio determinó que los tres tubérculos andinos y su respectiva variabilidad intraespecífica, constituyen componentes protagónicos de agroecosistemas que, a pesar de estar inmersos en una matriz principal de paisaje donde predominan pastos y monocultivos, ubicados en suelos propensos a erosión y baja fertilidad y en el marco de un clima que ha variado en las últimas décadas, aún conservan éstas especies. Estos agroecosistemas de tipo microfundio, se caracterizan por ser agrodiversos, cuyas prácticas de manejo los ubican dentro de un modelo productivo que tiende a la agroecología. En ellos, aunque en medio de entornos ecosistémicos y sociales, que a lo largo del tiempo les han sido adversos, el conocimiento de los agricultores traducido en usos, valoraciones y creencias en torno a las tres especies andinas, han incidido por años en las prácticas y tecnologías asociadas a su manejo, la prevalencia de los procesos de intercambio monetario y no monetario, así como los procesos de organización local que han motivado, no solo su conservación, sino también el rediseño de sus sistemas productivos. En este sentido, se estima que los tubérculos andinos, más allá de un recurso fitogenético *per se*, son elementos indivisibles de un sistema complejo en el cual, si bien coexisten e inciden las características del paisaje, así como la configuración de los agroecosistemas a los cuáles pertenecen, los elementos culturales hasta ahora escasamente visibilizados, corresponden sin duda a los factores determinantes para su conservación *in situ*.

Palabras clave: Tubérculos andinos; agroecosistemas tradicionales; conservación *in situ*

Abstract

This study analyzed the ecosystemic and cultural characteristics of seventeen traditional agro ecosystems, which cultivate Andean tubers, now cataloged as underutilized species: *Oxalis tuberosa*, M; *Ullucus tuberosus*, C and *Tropaelum tuberosum* R & P, in the municipalities of Turmequé, Ventaquemada and Tibasosa in the Department of Boyacá. Within the framework of agro ecology as a science of complexity, and based on a interdisciplinary research approach that occupied quantitative and qualitative tools, the study determined that the three Andean tubers and their respective intraspecific variability are the main components of agro ecosystems that, despite of being immersed in a main matrix of landscape where grasses and monocultures predominate, located in soil prone to erosion and low fertility and in the framework of a climate that has varied in the last decades, they still conserve these species. These *microfundio*-type agro ecosystems are characterized by being agro-diverse with stratified designs, whose management practices place them within a productive model that tends towards agro ecology. In them, although in the midst of ecosystem and social environments, which over time have been adverse, farmers' knowledge translated into uses, valuations and beliefs around the three Andean species have affected the practices for years. and technologies associated with its management, the prevalence of monetary and non-monetary exchange processes, as well as the processes of local organization that have motivated, not only its conservation, but also the redesign of its productive systems. In this sense, it is estimated that the Andean tubers, beyond a phylogenetic resource *per se*, are indivisible elements of a complex system in which, although the characteristics of the landscape coexist and influence, as well as the configuration of the agro ecosystems to which they belong, the cultural elements so far scarcely visible, correspond without doubt to the determining factors for their conservation *in situ*.

Keywords: Andean tubers; agrobiodiversity, agroecology, traditional agroecosystems; conservation *in situ*.

Contenido

| | |
|---|-----------|
| 1. Planteamiento del problema..... | 5 |
| 1.1 Antecedentes | 5 |
| 1.1.1 Importancia de los tubérculos andinos | 15 |
| 1.1.2 Factores que afectan su conservación y uso. | 18 |
| 1.2 Tendencias temáticas en la investigación de <i>O. tuberosa</i> ; <i>T. tuberosum</i> y <i>U. tuberosus</i> | 21 |
| 1.3 Planteamiento del problema | 27 |
| 1.4 Objetivos de investigación..... | 33 |
| 2. Marco teórico y conceptual | 35 |
| 2.1 Marco teórico. Teoría de la complejidad..... | 35 |
| 2.2 Marco conceptual..... | 39 |
| 2.2.1 Agroecología | 40 |
| a) Dimensión ecosistémica. | 40 |
| b) Dimensión cultural. | 42 |
| 2.2.2 Agroecosistema..... | 44 |
| 2.2.3 Agroecosistemas tradicionales | 47 |
| 2.2.4 Agrobiodiversidad | 49 |
| 2.2.5 Conservación <i>in situ</i> | 52 |
| 3. Metodología de la investigación..... | 55 |
| 3.1 Descripción de la zona de estudio..... | 55 |
| 3.1.1 Municipio de Ventaquemada..... | 56 |
| 3.1.2 Municipio de Turmequé | 57 |
| 3.1.3 Municipio de Tibasosa | 59 |
| 3.2 Metodología | 61 |
| 3.2.1 Selección de agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos..... | 62 |
| 3.2.2 Herramientas de investigación..... | 64 |
| 4. Resultados y discusión | 81 |
| 4.1 Características ecosistémicas del paisaje donde se cultivan tubérculos andinos, en los municipios de Turmequé, Tibasosa y Ventaquemada en Boyacá..... | 81 |
| 4.1.1 Suelos, morfología y clima..... | 81 |
| 4.1.2 Tipos de cobertura vegetal, usos del suelo y conectividad con la estructura ecológica principal (CEEP)..... | 101 |
| 4.2 Los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos en Tibasosa, Turmequé y Ventaquemada..... | 125 |
| 4.2.1 Componentes de los agroecosistemas tradicionales | 129 |
| 4.2.2 Autoconsumo en los agroecosistemas tradicionales de Tibasosa, Turmequé y Ventaquemada..... | 143 |

| | |
|---|------------|
| 4.2.3 Prácticas de manejo en agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos | 150 |
| 4.3 Los tubérculos andinos en los agroecosistemas de Tibasosa, Turmequé y Ventaquemada | 164 |
| 4.4 Elementos culturales asociados al cultivo de tubérculos andinos en agroecosistemas tradicionales de los municipios de Tibasosa, Turmequé y Ventaquemada. | 173 |
| 4.4.1 Prácticas y tecnologías relacionadas con los tubérculos andinos. | 175 |
| 4.4.2 Usos, creencias y valoraciones asociadas a los tubérculos andinos. | 183 |
| 4.4.3 Procesos de intercambio monetario y no monetario del cubio, la ibia y la ruba en Tibasosa, Turmequé y Ventaquemada. | 191 |
| 4.4.4 Los procesos de organización local en torno a los agroecosistemas tradicionales y los tubérculos andinos. | 201 |
| 5. Conclusiones y recomendaciones | 214 |
| 5.1 Conclusiones | 214 |
| 5.1.1 Sobre las condiciones del paisaje circundante a los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos | 214 |
| 5.1.2 Respecto a las características de los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos | 217 |
| 5.1.3 Sobre la presencia de los tubérculos andinos en agroecosistemas tradicionales de Tibasosa, Turmequé y Ventaquemada | 219 |
| 5.1.4 Referente a los elementos culturales coligados a <i>O. tuberosum</i> ; <i>T. tuberosus</i> y <i>U. tuberosum</i> | 220 |
| 5.2 Recomendaciones | 224 |

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1-1 <i>Oxalis tuberosa</i> Molina (Ibia) | 7 |
| Figura 1-2 <i>Ullucus tuberosus</i> Caldas (Ruba) | 8 |
| Figura 1-3 <i>Tropaelum tuberosum</i> Ruíz&Pavón (Cubio) | 9 |
| Figura 3-1. Ubicación de la zona de estudio. | 55 |
| Figura 3-2. Ubicación de agroecosistemas priorizados en el municipio de Ventaquemada. | 56 |
| Figura 3-3. Ubicación de agroecosistemas priorizados en el municipio de Turmequé. .. | 58 |
| Figura 3-4. Ubicación de agroecosistemas priorizados en el municipio de Tibasosa. | 60 |
| Figura 3-5. Taller de socialización con agricultores de Turmequé y Ventaquemada. Mayo, 2016. | 63 |
| Figura 3-6. Mapa elaborado por la familia y fotografía tomada con dron de la Finca Victoria en el Municipio de Ventaquemada. | 70 |
| Figura 3-7. El Menú diario. Finca El Pastalito, Ventaquemada. | 71 |
| Figura 3-8. Taller de identificación de morfotipos de tubérculos andinos en Turmequé. 73 | |
| Figura 3-9. Talleres participativos para determinar los actores presentes en las zonas de cultivo de tubérculos andinos y su incidencia en su conservación in situ. | 79 |
| Figura 4-1. Mapa de suelos del municipio de Ventaquemada con la ubicación de los agroecosistemas bajo estudio. | 84 |
| Figura 4-2. Mapa de suelos del municipio de Turmequé, con la ubicación de los agroecosistemas bajo estudio. | 86 |
| Figura 4-3. Mapa de suelos del municipio de Tibasosa con la ubicación de los agroecosistemas bajo estudio. | 88 |
| Figura 4-4. Cartografía social de uso del suelo en el municipio de Tibasosa, elaborado por familias agricultoras participantes en la zona. | 91 |
| Figura 4-5. Mapa climático del Departamento de Boyacá, en rojo se señalan los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa. | 92 |
| Figura 4-6. Mapas de Temperatura promedio anual para el Departamento de Boyacá para los años 1985, 2000 y 2013, se resalta en rojo los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa. | 93 |
| Figura 4-7. Mapas de Precipitación total anual para el Departamento de Boyacá para los años 1985, 2000 y 2013, se resalta en rojo los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa. | 94 |
| Figura 4-8. Climograma del municipio de Turmequé con valores actuales de temperatura (°C) y precipitación (mm). | 96 |

| | |
|--|-----|
| Figura 4-9. Climograma del municipio de Ventaquemada con valores actuales de temperatura (°C) y precipitación (mm). | 98 |
| Figura 4-10. Climograma del municipio de Tibasosa con valores actuales de temperatura (°C) y precipitación (mm). | 99 |
| Figura 4-11. Calendario estacional planificación de cultivos elaborado por agricultores del municipio de Ventaquemada. | 100 |
| Figura 4-12. Mapa de transición de coberturas y uso del suelo en el municipio de Ventaquemada 1985-2016. | 105 |
| Figura 4-13. Finca Los Pinos. | 109 |
| Figura 4-14. Finca Victoria | 109 |
| Figura 4-15. Mapa de transición de coberturas y uso del suelo en el municipio de Turmequé, 1985-2016. | 110 |
| Figura 4-16. Finca El Boquerón. | 114 |
| Figura 4-17. Finca Buenavista. | 114 |
| Figura 4-18. Mapa de transición de coberturas y usos del suelo en el municipio de Tibasosa. | 115 |
| Figura 4-19. Finca El Salitre. | 119 |
| Figura 4-20. Finca Canaguay. | 119 |
| Figura 4-21. Vista panorámica de la ubicación de la Finca el Guamo en Turmequé (bordada de rojo), respecto a la matriz principal agropecuaria que predomina en el paisaje. | 121 |
| Figura 4-22. Relación entre la biodiversidad planificada, la biodiversidad asociada y circundante, en un agroecosistema. | 122 |
| Figura 4-23. Casa de Doña Mercedes Sanabria, finca La Tomita, Tibasosa. | 129 |
| Figura 4-24. Huerta de Doña Hermencia Rubiano, finca Buenavista, Turmequé. | 129 |
| Figura 4-25. Mapa de la finca La Tomita en Tibasosa. | 130 |
| Figura 4-26. Número de especies registradas en los agroecosistemas de cada municipio. | 133 |
| Figura 4-27. Número de agroecosistemas con especies menores y mayores en los tres municipios. | 134 |
| Figura 4-28. Relicto de bosque nativo dentro de los límites de la finca Los Pinos en Ventaquemada. | 136 |
| Figura 4-29. Esquema de coberturas y presencia árboles y arbustos en la finca La Tomita, municipio de Tibasosa. | 140 |
| Figura 4-30. Esquema de coberturas y presencia de árboles y arbustos en finca Los Guadales, municipio de Turmequé. | 141 |
| Figura 4-31. Esquema de coberturas y presencia de árboles y arbustos en finca Victoria, municipio de Turmequé. | 142 |
| Figura 4-32. Número de especies cultivadas según su uso en los agroecosistemas de cada municipio. | 144 |
| Figura 4-33. Tiempo en años del proceso de transición hacia la agroecología de los agroecosistemas que cultivan tubérculos andinos en los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa. | 152 |

| | |
|--|-----|
| Figura 4-34. Esquema de la finca el Boquerón, año 1980. Elaborado por Don Saúl Muñoz, municipio de Turmequé. | 155 |
| Figura 4-35. Esquema de la finca el Boquerón, año 2016. Elaborado por Don Saúl Muñoz, municipio de Turmequé. | 157 |
| Figura 4-36. Sitio de cultivo de <i>Oxalis tuberosa</i> M; <i>Tropaelum tuberosum</i> R&P y <i>Ullucus tuberosus</i> C en de los agroecosistemas bajo estudio. | 165 |
| Figura 4-37. Cultivo de cubios (<i>Tropaelum tuberosum</i> R&P) entre plantas medicinales y hortalizas. Finca La Tomita, municipio de Tibasosa, Boyacá. 2017. | 174 |
| Figura 4-38. Cubios en policultivo con papa nativa, cucurbitáceas, avena, maíz y habas. Finca El Pastalito, Ventaquemada, 2016. | 178 |
| Figura 4-39. Cosecha de cubios morados en Finca Victoria, Ventaquemada. | 181 |
| Figura 4-40. Familia de Don Marco Aurelio Farfán. Finca El Pastalito. Ventaquemada. | 183 |
| Figura 4-41. Cocido boyacense preparado con tubérculos andinos. | 186 |
| Figura 4-42. Semillas de cubios de distintos colores de finca El Pastalito, Ventaquemada. | 193 |
| Figura 4-43. Rubas y cubios empacados para la venta en plaza de mercado Turmequé. | 195 |
| Figura 4-44. Agricultores de las fincas El Pastalito y Victoria, participando en el mercado agroecológico de la Fundación Universitaria Juan de Castellanos. Tunja, junio 2017. ... | 198 |
| Figura 4-45. Relaciones interinstitucionales en el municipio de Tibasosa con los agricultores que cultivan tubérculos andinos. | 205 |
| Figura 4-46. Relaciones interinstitucionales en el municipio de Turmequé con los agricultores que cultivan tubérculos andinos. | 208 |
| Figura 4-47. Relaciones interinstitucionales en el municipio de Ventaquemada con los agricultores que cultivan tubérculos andinos. | 211 |
| Figura 4-48. Luz Marina Peralta de finca Victoria en venta de tubérculos andinos en mercado agroecológico Tierra Viva-Bogotá. | 212 |
| Figura 5-1. Temas a considerarse en procesos de conservación in situ de tubérculos andinos, desde las tres dimensiones de la agroecología. | 226 |

Lista de tablas

| | |
|---|-----|
| Tabla 1-1 Nombres comunes de tubérculos andinos en cuatro países andinos..... | 7 |
| Tabla 1-2 Composición química de materiales promisorios de siete especies de raíces y tubérculos del Ecuador, pertenecientes al Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)..... | 16 |
| Tabla 1-3. Composición nutricional en 100 gr de cubio, ruba e iba según variedades para cada tubérculo en Colombia..... | 17 |
| Tabla 1-4. Trabajos de grado sobre innovaciones gastronómicas y nutrición de tubérculos andinos en Colombia, Perú y Ecuador. | 23 |
| Tabla 3-1. Agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos y que participaron de manera voluntaria en el presente estudio. | 64 |
| Tabla 3-2. Escala numérica que determina la conectividad del agroecosistema con la Estructura Ecológica del Paisaje (CEEP). | 68 |
| Tabla 3-3. Categorías de análisis, variables y herramientas para obtener información correspondiente a la dimensión ecosistémica de los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos en los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa. | 74 |
| Tabla 3-4. Participantes y fechas de talleres para identificar actores y relaciones institucionales en torno a los agroecosistemas tradicionales que conservan tubérculos andinos en los tres municipios. | 77 |
| Tabla 3-5. Símbolos y descriptores de los vínculos entre los actores de cada municipio. | 78 |
| Tabla 3-6. Categorías de análisis, variables y herramientas para obtener información correspondiente a la dimensión cultural. | 80 |
| Tabla 4-1. Clasificación de suelos; pH y tipo de fertilidad en las veredas donde se encuentran ubicados los agroecosistemas tradicionales priorizados, que cultivan tubérculos andinos. | 83 |
| Tabla 4-2. Promedios de precipitación total (PT) y temperatura promedio (TS) de los buffers seleccionados para los tres municipios en las tres ventanas de tiempo analizadas. | 95 |
| Tabla 4-3. Leyenda coberturas del suelo en el municipio Ventaquemada..... | 106 |
| Tabla 4-4. Agroecosistemas priorizados en Ventaquemada y su grado de conectividad con fragmentos de bosque en el área de influencia de la finca. | 108 |
| Tabla 4-5. Leyenda coberturas del suelo. Municipio Turmequé. | 111 |
| Tabla 4-6. Agroecosistemas priorizados en Turmequé y su grado de conectividad con fragmentos de bosque en el área de influencia de la finca. | 113 |
| Tabla 4-7. Leyenda de coberturas del suelo. Municipio de Tibasosa. | 116 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 4-8. Agroecosistemas priorizados en Tibasosa y su grado de conectividad con fragmentos de bosque en el área de influencia de la finca. | 118 |
| Tabla 4-9. Grado de Conectividad con la Estructura Ecológica Principal (CEEP) de los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos, con base en categoría establecida por León et al., (2018). | 120 |
| Tabla 4-10. Distribución de las actividades que realizan hombres y mujeres en los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos en Turmequé; Tibasosa y Ventaquemada. | 127 |
| Tabla 4-11. Especies cultivadas en los 17 agroecosistemas tradicionales de Turmequé; Ventaquemada y Tibasosa que cultivan tubérculos andinos. | 131 |
| Tabla 4-12. Especies encontradas en los relictos de bosque nativo en las seis fincas que los reportan. | 137 |
| Tabla 4-13. Menú diario promedio de las familias agricultoras que conservan tubérculos andinos en los municipios de Tibasosa, Turmequé y Ventaquemada. | 146 |
| Tabla 4-14. Prácticas de manejo de los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos en los municipios de Tibasosa, Turmequé y Ventaquemada. | 159 |
| Tabla 4-15. Estrategias de los agroecosistemas tradicionales frente a la variabilidad climática registrada en los tres municipios. | 161 |
| Tabla 4-16. Presencia de los tubérculos andinos en agroecosistemas tradicionales durante los últimos 70 años. Información ilustrada por décadas, hasta el presente. | 166 |
| Tabla 4-17. Morfotipos de Ibia (<i>Oxalis tuberosa</i> , M) encontrados en agroecosistemas tradicionales de los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa. | 168 |
| Tabla 4-18. Morfotipos de cubios (<i>Tropaelum tuberosum</i> R&P), encontrados en los agroecosistemas tradicionales de los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa. | 169 |
| Tabla 4-19. Morfotipos de rubas (<i>Ullucus tuberosus</i> , C), encontrados en agroecosistemas tradicionales de los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa. | 171 |
| Tabla 4-20. Prácticas y tecnologías en el cultivo y manejo de tubérculos andinos en agroecosistemas tradicionales de los municipios de Turmequé; Tibasosa y Ventaquemada. | 177 |
| Tabla 4-21. Propiedades medicinales adjudicadas a los tres tubérculos andinos, por las familias agricultoras de los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa. | 187 |

Introducción

En los Andes, desde la época prehispánica hasta el presente, la necesidad de asegurar la producción de cultivos para el consumo ha incentivado la conservación de especies y variedades adaptadas a la multiplicidad de ecosistemas, las mismas que se producen y reproducen de manera continua y dinámica a través del tiempo (Villarroel *et al* 2001). Algunos de estos cultivos, como es el caso de la papa y el maíz, han adquirido importancia mundial. No obstante, hay otras especies que son poco conocidas y suelen satisfacer demandas regionales y en muchos casos locales. Varias de éstas especies andinas, han sido calificadas como marginadas e infrautilizadas (FAO, 1992; 2015; 2017), debido a su escasa participación en los mercados monetarios urbanos, hasta actualmente engrosar la lista de los denominados NUS (Neglected and Underutilized Crop Species) (Paludosi et al., 2013; Zimmerer, 2014).

Entre los NUS para los Andes, se registran algunas raíces, cucurbitáceas, cereales, frutas, leguminosas, condimentos y tubérculos (CONDESAN, 2013). De estas últimas se destacan tres en particular cuyo cultivo y consumo, se encuentra asociado principalmente a agroecosistemas de tipo tradicional: el cubio (*Tropaelum tuberosum* Ruiz & Pavón); la ruba (*Ullucus tuberosus* Caldas) y la ibia (*Oxalis tuberosa*, Molina). Tubérculos que si bien, otrora constituyeron la base de la alimentación indígena y campesina, hoy en día han sido relegados al olvido (Patiño, 1965; Espinosa et al., 1997; Pradilla, 2017).

Frente a este panorama, durante los últimos 30 años, importantes investigaciones de base disciplinar se han llevado a cabo en aras de otorgar a estas especies un valor agregado que finalmente las vuelva competitivas y así evitar su sentenciada pérdida. Sin embargo, tales iniciativas, aunque invaluable en tanto su aporte científico y tecnológico, no parecen suficientes, pues la connotación de subutilización y olvido para éstos tubérculos aún continúa vigente. En este escenario y en plena concordancia con lo planteado en los Informes y Planes de Acción para la Conservación de los Recursos

Fitogenéticos (FAO, 1996; 2010) sobre la necesidad de incluir en los procesos de conservación el conocimiento de las familias campesinas, así como la preocupación por el escaso monitoreo y estudio de los sistemas productivos que conservan NUS, remarcado en los recientes informes sobre el Estado de la Biodiversidad para la Agricultura (FAO, 2019; IPBES, 2019), surge el cuestionamiento sobre continuar considerando en los procesos de conservación de los tubérculos andinos, únicamente al recurso fitogenético como tal, y tratar de incrementar su productividad en pro de su inserción a mercados convencionales como único medio para su conservación.

Por esta razón, en el marco del Programa de Doctorado en Agroecología, la presente investigación propuso llevar a cabo un estudio que parte del reconocimiento de la condición de complejidad que tienen éstas especies vegetales andinas hoy marginadas, al formar parte de agroecosistemas tradicionales cuyos contextos ecosistémicos y culturales si bien se presume han sido determinantes para su cultivo a lo largo de la historia, aún han sido parcialmente explorados.

Para ello, el estudio sugiere un planteamiento epistemológico y metodológico que trascienda el enfoque disciplinar con el que se ha abordado por cerca de tres décadas la problemática de conservación y marginalidad de los tres tubérculos andinos, hacia otro de tipo transdisciplinar, orientado desde la ciencia agroecológica como una apuesta por visibilizar aquellos factores ecológicos y culturales que, se han materializado en estas especies. De tal manera que, conocer las características de los agroecosistemas donde aún se cultivan el cubio, la ibia y la ruba, las particularidades del paisaje al que éstos pertenecen; el conocimiento local de las comunidades que aún los siembran, representado en prácticas de manejo, consumo, usos y valoraciones; además de otras formas tradicionales de intercambio, fueron considerados como pilares de ésta investigación.

Con base en lo anterior, se llevó a cabo un estudio de caso en diecisiete agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos, ubicados en tres municipios de los Andes colombianos, en el departamento de Boyacá: Tibasosa, Ventaquemada y Turmequé a fin de cumplir con el objetivo de analizar sus características ecosistémicas y culturales, como un aporte a la comprensión de la conservación *in situ* de estas especies, a partir de un enfoque agroecológico. Lo anterior se argumenta en el presente documento a través de cinco (5) capítulos.

El primero de ellos (1), presenta la problematización del objeto de estudio, partiendo de una revisión sobre los antecedentes históricos de domesticación y cultivo de *O. tuberosa*; *T. tuberosum* y *U. tuberosum*, así como de los factores que hoy inciden en su marginación y la importancia que éstos cultivos revierten para las comunidades locales en los Andes. Posteriormente se da cuenta de las tendencias temáticas de investigación en torno a estas especies, llevadas a cabo en los últimos veintisiete años desde los principales centros de investigación y universidades de Ecuador, Perú, Bolivia y Colombia. Lo anterior, otorga un marco de contexto para argumentar el problema de investigación, la pregunta general y sus preguntas secundarias, que sirven de sustento para el diseño de los objetivos de investigación.

El capítulo dos (2), da cuenta del marco teórico y conceptual que fundamenta ésta investigación a partir de las orientaciones dadas desde la teoría de la complejidad, cuyo método de trabajo propende por un enfoque transdisciplinar que también es descrito. El marco conceptual, en plena concordancia con la orientación dada por el marco teórico, acoge para su sustento cinco conceptos centrales que orientan las categorías de análisis de éste estudio: el de agroecología como ciencia de la complejidad y cuyas dimensiones ecosistémica y cultural resultan determinantes para el abordaje de ésta investigación; el de agroecosistema como objeto de estudio de esta ciencia, el concepto de agrobiodiversidad como parte sustancial de éstos últimos y el de conservación *in situ*. Posteriormente, en el capítulo tres (3), se describen las características de la zona de estudio, se precisa el enfoque, y las herramientas de investigación, en relación con las categorías de análisis y las variables seleccionadas para cada objetivo específico.

En este orden de ideas, el capítulo cuatro (4), describe los resultados obtenidos para cada objetivo específico, de acuerdo con sus respectivas categorías de análisis en el marco de las dimensiones ecosistémica y cultural de la agroecología. Así en su orden se discuten los resultados obtenidos respecto a las condiciones del paisaje circundante a los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos dentro de las cuales se detallan el suelo, el clima y el grado de conectividad del paisaje con los agroecosistemas tradicionales. Igualmente, se presenta la caracterización de éstos agroecosistemas, incluyendo la identificación y descripción de sus componentes o subsistemas y las prácticas de manejo asociadas a los mismos, para luego centrar la atención en los tubérculos andinos como parte sustancial y describir tanto su importancia en los predios estudiados, como la identificación de su diversidad intra específica, manifestada a través

de morfotipos para cada especie. Finalmente, pero no menos importante, se detallan los elementos culturales coligados a los tres tubérculos andinos en los agroecosistemas tradicionales a través de la identificación de las prácticas de manejo, usos, creencias y valoraciones asociados a ellos como una expresión del conocimiento de las familias campesinas, los procesos de intercambio monetario y no monetario de su cosecha, así como los distintos procesos de organización local que se han gestado en torno a estas especies.

El documento cierra con el capítulo cinco (5) que presenta las conclusiones del estudio, ordenadas según los requerimientos de las preguntas secundarias de investigación, para finalmente y con base en ellas, dar respuesta a la pregunta general y explicar, cuáles son las principales características ecosistémicas y culturales que determinan la conservación de *O. tuberosa*; *T. tuberosum* y *U. tuberosus* en agroecosistemas tradicionales. Lo anterior se complementa con recomendaciones que la autora comparte desde el enfoque agroecológico como una contribución a futuros estudios en torno a los tres tubérculos andinos.

1. Planteamiento del problema

1.1 Antecedentes

La transición del estado de recolectores y cazadores a la agricultura y luego su intensificación, vino de la mano con la capacidad de las comunidades humanas de asentarse por períodos más prolongados en ciertos lugares con la posibilidad de organizar sistemáticamente la caza, además del aumento gradual de la población, que conllevó formas de hábitat y organización social más densas (Harris, 1985; Prins, 2005). En efecto, con el advenimiento de las primeras domesticaciones de especies vegetales y animales en la región andina, los sitios habitables se diversificaron cada vez más (Murra, 1975; Klauer, 2000 y Benzing, 2001).

De acuerdo con Sauer (1959), las primeras plantas cultivadas en los Andes fueron de reproducción vegetal, tubérculos y raíces. Esto obedece, según el autor, a que las partes subterráneas de plantas silvestres colectadas en caminatas y expediciones de caza, volvían a brotar sin mayor esfuerzo, al igual que los pedazos vegetales dejados en botaderos domésticos, fomentando así las observaciones y las prácticas necesarias para la transición de la recolección al cultivo. Posteriormente se dio paso a su domesticación, al adaptarlas a distintos pisos altitudinales y seleccionar entre ellas, las de mayor preferencia.

Esta tesis, según Engel (1987), se sostiene dado que en esa época los pobladores andinos aún subsistían de la caza y la pesca, por cuanto el alto aporte de carbohidratos que les proporcionaban estas plantas, era entonces importante y suficiente. Más tarde, la agricultura se intensificó y se convirtió en la fuente principal de alimentos dando paso a la sedentarización de las poblaciones andinas (Piperno y Pearsall, 1998), (Engel, 1987) y (Piperno, 2011). En esta época plantas de semilla sexual como el maíz (*Zea mays*), el frijol (*Phaseolus vulgaris*), el zapallo (*Cucurbita máxima*), el ají (*Capsicum baccatum*) y el pallar (*Phaseolus lunatus*), así como frutas, leguminosas y cereales adaptados a distintos

pisos altitudinales, complementarían la dieta inicial de los seres humanos de esta región, volviéndola paulatinamente más variada, hasta convertirla en uno de los centros de diversidad agrícola más importantes del mundo.

Este hecho según Arbizu (2004), sostiene que la agricultura de las raíces y tubérculos, conocido como vegecultura, es más antiguo que la espermacultura (agricultura de semillas), ya que en la vegecultura se pueden cosechar y plantar a la vez en el mismo sitio, mientras que las semillas requieren cosechas en el vástago y sembrarlas en el suelo. Asimismo, las tuberosas no requieren cuidados especiales y pueden ser abandonadas, por lo que no requieren un sedentarismo tan fuerte como la siembra con semillas.

Al conocerse muy poco sobre la domesticación de las raíces y tubérculos, se cree que la primera etapa se dio porque algunas especies silvestres con tendencia de malezas, colonizaron las áreas abiertas alrededor de las habitaciones de los indígenas; su crecimiento en las áreas antrópicas pudo obedecer a la gran cantidad de nitrógeno en el área, por lo que se creó simbiosis entre las plantas y el humano. La segunda etapa fue la cosecha de los tubérculos en épocas específicas del año: época de lluvias e inicios de la época seca. La tercera y última etapa fue la plantación y cosecha, dando origen a la agricultura, quizás con parcelas (Hawkes, 1989).

Así, en el territorio que hoy comprende los países andinos de Ecuador, Perú, Bolivia y Colombia, el ser humano domesticó además de la papa (*Solanum tuberosum*), tres tubérculos afines morfológicamente, pero de distintas familias botánicas (Tapia y Fries, 2007): la ibia (*Oxalis tuberosa* Molina), el cubio (*Tropaelum tuberosum* Ruíz & Pavón) y la ruba (*Ullucus tuberosus* Caldas).

Al igual que los supuestos sobre su origen y las evidencias sobre su amplia distribución geográfica, los nombres comunes de las tres especies varían dependiendo del país o localidad en la que se cultivan, con denominaciones que obedecen a las lenguas indígenas que las cultivaron tradicionalmente (Tabla 1-1).

Tabla 1-1 Nombres comunes de tubérculos andinos en cuatro países andinos.

| NOMBRE CIENTÍFICO | NOMBRE COMÚN | | | |
|---|--------------|---------|--------------------|----------------------|
| | Bolivia | Ecuador | Perú | Colombia |
| <i>Oxalis tuberosa</i> Molina | oca | oca | oca | ibia-oca |
| <i>Tropaelum tuberosum</i> Ruíz & Pavón | isaño, año | mashua | isaño, año, mashua | cubio, nabo, majua |
| <i>Ullucus tuberosus</i> Caldas | papa lisa | melloco | olluco, papa lisa | ruba, chugua, olloco |

Fuente: Clavijo et al., 2014, con base en FAO (1992).

En cuanto a su descripción botánica se refiere, *O. tuberosa*, es una planta herbácea perenne, de 20 hasta 70 cm de alto, con tallo aéreos erectos, densamente pubescentes, simples o poco ramificados (figura 1-1). Los tallos son muy abundantes y brotan de la base de la planta, donde nacen también numerosos estolones con engrosamientos terminales (tubérculos); poseen entrenudos más cortos y delgados en la parte inferior (Tapia y Fries, 2007).

Figura 1-1 *Oxalis tuberosa* Molina (Ibia)

Fuente: Clavijo et al., 2014.

Produce tubérculos con formas ovoides, claviformes y cilíndricos; con colores que van desde el blanco, crema, amarillo, pasando por el naranja, rojizo, violeta oscuro, hasta los morados. Las hojas son alternas y trifoliadas, similar a las del trébol. Su inflorescencia consta de dos cimbras de cuatro o cinco flores hermafroditas generalmente de color amarillo, dispuestas sobre pedúnculos largos de 10 cm a 15 cm y aparecen en las axilas

de las hojas superiores. Rara vez produce fruto, ya que es común que las flores se desprendan poco después de abrirse (Barrera et al, 2004).

Por su parte, la *U. tuberosus*, es una planta herbácea de tallos numerosos semipostrados (figura 1-2). Los tallos con flores un poco erguidos, con abundantes raíces adventicias. Hojas largamente pecioladas, simples, carnosas, alternas, acorazonadas, subcordadas en la base, ápice obtuso, frecuentemente por el haz verde y por el envés rojiza, lamina 5-6,5 cm de largo, 5 -7,5 cm de ancho. Inflorescencia 6 cm de largo con pocas flores pequeñas de color amarillo claro en racimos axilares; brácteas y bractéolas lanceoladas. Sépalos generalmente unidos a la corola, persistentes, 5 pétalos sublibres, amarillos, 5 estambres insertos sobre la base del tubo de la corola; ovario súpero; fruto drupáceo o basiforme (Barreta et al, 2004).

Figura 1-2 *Ullucus tuberosus* Caldas (Ruba)



Fuente: Clavijo et al., 2014.

El tubérculo de la ruba es de forma y tamaño variable, sin embargo, la forma más común en Boyacá y Cundinamarca es ovoideo-alargada con el ápice superior más estrecho y el inferior plano, piel lisa, brillante, de color rosado, rojo-vinoso, lila o amarillo (de acuerdo a la variedad), ojos poco profundos (cuatro frecuentemente) y apenas visibles; al partir el tubérculo sé que la carne es de color amarillo pálido y con mucho mucílago (García, 1974).

Mientras que *T. tuberosum*, es una planta herbácea perenne, trepadora, semipostrada que llega en ocasiones por encima de 2 m de altura (figura 1-3). Sus hojas son circulares a peltadas de 3 a 5 lóbulos por hoja, son de color verde oscuras, brillantes en el haz y

más claras en el envés, separadas por entrenudos de 1-8 cm. con pecíolo de 2-30 cm. (National Research Council, 1989).

Figura 1-3 *Tropaelum tuberosum* Ruíz&Pavón (Cubio)



Fuente: Clavijo et al., 2014.

Sus flores solitarias aparecen sobre pedúnculos de 10-15 cm. intensamente pigmentadas. El fruto es un esquizocarpo formado por tres mericarpios uniseminados que se separan y caen individualmente en la madurez. El cubio fructifica abundantemente y el color de los tubérculos es variado (Barrera et al 2004). Según los descriptores de cubio (Ortega et al., 2007) existen al menos nueve colores: blanco amarillento, amarillo pálido, amarillo, amarillo naranja, naranja, rojo grisáceo, rojo grisáceo oscuro, púrpura grisáceo y negro, siendo dominante el amarillo con ojos negruzcos o anaranjados. También son comunes los tubérculos con fondo claro con color secundario, distribuido en los ojos y bandas irregulares sobre tuberizaciones o también en forma de puntos densos o manchas irregularmente distribuidos (Cárdenas 1989 citado por Cadima, 2006).

Debido a su adaptación a condiciones ambientales desfavorables, como bajas temperaturas, tolerancia a sequías y abundancia de lluvias, los tres tubérculos son cultivos que en el pasado tuvieron gran aceptación por los pobladores precolombinos, distribuyéndose ampliamente a lo largo de la cordillera de los Andes en rangos altitudinales que van desde los 1.500 a los 4.000 msnm (Tapia, 2000; Suquilanda, 2010). Particularmente en el altiplano cundiboyacense, de acuerdo con García (2012) y Rodríguez (2011), se han encontrado herramientas agrícolas que posiblemente indican el

cultivo y procesamiento de raíces y tubérculos hace 3200 años antes del presente, probablemente cubios, ibias y rubas, lo que también da indicios de su cultivo para estas fechas.

Sobre cada especie existen algunas estimaciones en tanto su origen y distribución. Algunos cronistas incluso, las ubican como eje importante de la economía de los pueblos prehispánicos (Patiño, 1964; Pradilla, 2017):

- La ibia (*Oxalis tuberosa*, M), se estima fue domesticada en los Andes centrales y septentrionales (Tapia y Fries, 2007). Suquilanda, (2010) la referencia como un cultivo del Ecuador prehispánico, ya que se han encontrado sus vestigios en tumbas con 8.000 años de antigüedad. Este tubérculo fue el segundo en importancia después de la papa y era base de la dieta andina antes que el maíz tome la importancia que aún conserva. Sin embargo, según Bukasov (1971) citado en Tapia y Fries (2007), de este tubérculo se podrían tener dos especies: *Oxalis tuberosa* originaria de Chile y la *Oxalis crenata* originaria de Perú; sus estudios taxonómicos determinaron que en Ecuador, Venezuela, Colombia y Bolivia no se encontraron diferencias que justifiquen la necesidad de establecer tales variedades botánicas. De acuerdo a registros y ejemplares depositados en el Herbario Nacional colombiano, se estima que su cultivo fue predominante en los territorios que hoy comprenden los departamentos de Cauca, Cundinamarca, Boyacá y Nariño donde se han recolectado muestras en altitudes comprendidas entre 2.700-3.600 msnm.
- Cubio (*Tropaeolum tuberosum*, M), su origen se atribuye al altiplano de Perú y Bolivia. Sin embargo, Tapia y Fries (2007) mencionan que sus especies silvestres se encuentran frecuentemente en diversas zonas altas de los Andes. Por otra parte, los mismos autores hacen referencia a cronistas de la época de la colonia, que señalan que los muisca en Colombia también cultivaban y consumían cubios. De hecho, Pérez Arbeláez (1947) considera a este país como uno de sus centros de origen y Patiño (1964) recoge las aseveraciones de Jiménez de la Espada al señalar que:

“...en el *Epítome sobre el Nuevo Reino de Granada*, documento escrito entre 1539 y mediados del siglo, dice de los muisca que tenían otras a manera de nabos que llaman cubios, que echan en sus guisados y les es gran mantenimiento” (Jiménez de la Espada, 1889, citado por Patiño, 1964).

El cultivo del cubio se extiende desde Colombia hasta Argentina y se conoce que ha sido introducido sin éxito en Nueva Zelanda (King, 1988).

- Ruba, (*Ullucus tuberosus*, C), se presume fue domesticada alrededor del 5.500 A.C (Tapia & Fries, 2007). El hallazgo de tubérculos amargos y no comestibles en Cuzco (Perú) conocidos en lenguaje quechua como kitalisas, atoclisas y kipa ullucus, hacen presumir a este lugar como otro posible centro de origen. Por otro lado, Hawkes (1989) citado por Parra *et al* (2006) manifiesta que el sitio donde se dio la domesticación de la ruba es más amplio y se extiende desde el centro de Perú hasta el norte de Argentina, terrenos donde se han encontrado algunas formas silvestres.

Particularmente en el altiplano cundiboyasence se conocen dos estrategias principales de cultivo que fueron usadas por los muisca para estos tubérculos. La primera de ellas consistió en la implementación de huertas cercanas a sus viviendas, siendo así iniciativas que constaban de pequeños policultivos para autoconsumo; en tanto, el segundo coincidió con las denominadas labranzas, en donde los cultivos eran especializados en uno o máximo dos productos, los cuales eran obtenidos por medio del trabajo cooperativo que impulsaba el comercio local (Villate, 2001).

En cuanto atañe a las prácticas de su cultivo, hay reportes de que los muisca practicaban la siembra de tapado, en la cual se riega la semilla en un terreno de rastrojos, y después se cortan las hierbas y arbustos para tapar la semilla (Villate, 1994; Serna, 2007). También usaban el policultivo, ya que la asociación en una sola parcela favorecía el control de malezas y el buen uso de la fertilidad del suelo (Patiño, 1965). Por su parte, Martínez y Manrique, (2014) muestran que otra técnica agrícola utilizada era la roza y quema; un método que involucraba la posterior fertilización del suelo con abonos como estiércol humano o guano de murciélago. En tal sentido, resulta notoria la existencia entre los muisca, tanto de la práctica de sembrar estos tubérculos en hoyos sin remover la tierra, como de la labranza de la tierra y su disposición en terrones o

camellones (Serna, 2007). Asimismo, las herramientas usadas por los muisca para el cultivo de sus alimentos incluían una pala de madera utilizada para labrar la tierra (hica), al igual que otra del mismo material, aunque más pequeña (quyecobse), y una herramienta de madera tostada para horadar la tierra (teca). También se usaban cuchillos de piedra (Villate, 1994).

Por otra parte, de acuerdo con Roza (1998) y Villate (2001), los muisca disponían los tubérculos andinos, la papa y el maíz en “jutes”, para su conservación. Cabe añadir que para hacer jutes se coloca el alimento en un pozo de agua, preferiblemente corriente, forrado de paja de algún tipo. Estos se dejan de sesenta días a cinco años en el pozo, y así se conserva el alimento. Otra forma de preservar comidas, de acuerdo a los mismos autores, consistía en el uso de “taques”, en los cuales se cocinan tubérculos, raíces y verduras, cada uno por aparte; después, se dejan juntos en agua durante quince días, hasta que formen una nata sobre la superficie del agua.

Como consecuencia de su importancia alimentaria, refiriéndose a Simón (1981), Pradilla (2017) señala que dichas especies también fueron objeto de intercambio y de comercio en mercados fronterizos del territorio muisca. Dicho aspecto las sitúa como uno de los ejes de la economía de esta sociedad.

Posteriormente en la época de la colonia, con excepción de la papa, los conquistadores pusieron poca atención en los cultivos que sostenían las civilizaciones andinas. Inicialmente desconocían sus formas de uso y consumo. Sin embargo, mientras las nuevas especies vegetales llegaban desde Europa y se adaptaban al nuevo contexto ecosistémico, los españoles tuvieron que consumir los alimentos pre-hispánicos, aunque de algunos de ellos, su sabor y textura no eran de su agrado (Klauer, 2000).

Más tarde, en los Andes, abundantes cosechas de especies extranjeras como trigo, cebada, habas y avena empezaron a recogerse y junto con otros alimentos y especias que desde el viejo mundo abastecían a estas tierras, la dieta de los nuevos pobladores se fue consolidando, aceptando solo tiempo después, con preferencia el maíz, la papa y algunas frutas (Kaluer, 2000). De tal forma que los esclavos indígenas y los mestizos pobres cultivaban y consumían otras plantas nativas despreciadas por su sabor y textura como el cubio y la ruba, o prohibidos por su relación con rituales profanos como la quinua (*Chenopodium quinoa*, W) y el amaranto (*Amaranthus caudatus*, L) (Rodríguez, 2011).

Desde entonces los tubérculos andinos, junto con otras especies nativas, fueron estigmatizados como comida para campesinos pobres o indios, quienes para la época eran considerados como la clase social más baja (Espinosa et al., 1997 y Villate, 2006).

A pesar de lo anterior, en aquellos resguardos indígenas, aparcerías y pequeñas propiedades, se conservaban los tubérculos andinos y otras especies nativas junto a sus prácticas agrícolas tradicionales (Patiño, 1965). Allí mismo, la diversidad de especies era un factor necesario para asegurar el acceso a alimentos, así como la reutilización de residuos de cosecha y el abono animal, que eran aspectos indispensables para fertilizar el suelo (Benzing, 2001). Además, los procesos de selección y mejoramiento de estos cultivos estaban en manos del indígena y el campesino pobre, que recurrentemente guardaba e intercambiaba semilla con sus iguales (Klauer, 2000; Rist, 2002).

Durante los siglos posteriores, la agricultura del altiplano cundiboyasense se caracterizó por la aparición de latifundios, manifestados en haciendas y regímenes esclavistas; en consecuencia, se organizaron profundos cambios, tanto en las relaciones de producción, como en la distribución geopolítica de las zonas productoras, de modo que los cambios de los hábitos de consumo fueron cada vez mayores (Fajardo, 1986; León, 2007).

Durante la época republicana colombiana, la economía organizada alrededor de las producciones agrícolas se centró en productos como la caña de azúcar, el café y el banano, además de la minería. En el caso de Boyacá, la papa era el cultivo más importante desde el punto de vista económico, luego del trigo y el maíz. Mientras tanto, las demás especies continuaban siendo invisibles comercialmente, aunque fueran importantes para la alimentación de la población rural pobre (Bushnell, 1996). Así, aunque el cubio, la ibia y la ruba estaban presentes en la pequeña propiedad campesina, no serían relevantes económicamente a nivel nacional. De hecho, dada la precariedad de su cultivo, el intercambio comercial se daba en los mercados locales, aunque gran parte de su producción se aprovechara en casa (Pradilla, 2017). Hasta esta época, se mantiene la tradición de sembrar los tubérculos en combinación con otros cultivos, mediante el uso de huertas destinadas para ese fin. Los cultivos con que más se combinaban eran el maíz, el frijol y las habas (Rodríguez, 1998).

Al respecto, Bushnell (1996) señala que en esa época la siembra de cultivos en Boyacá fue el resultado de una mezcla de la herencia muisca con la española. Además, la

preparación del suelo ya estaba mecanizada, pero también se usaba el fuego, principalmente para el cultivo de papa y los otros tubérculos. Asimismo, cabe señalar el uso de algunas herramientas que pueden ir desde el azadón hasta el arado rudimentario, impulsado con bueyes.

Como lo argumenta Fajardo (2009), al igual que otros países latinoamericanos, Colombia vive en la década de 1960 una urbanización acelerada con relación a los cambios económicos y técnicos que ocurrían en todos los países de la región. Tal transformación marca la pauta para que más adelante se evidencien aún más los cambios de hábitos y patrones alimentarios que reconfiguran notoriamente la producción agrícola del país, acentuando la marginación de especies nativas (Suárez, 2007).

A pesar de lo anterior, en el altiplano cundiboyacense no se habían experimentado tantas transformaciones, ni cambios de tan diversa índole como aquellos que sobrevivieron en la década de 1970. En aquel momento, un nuevo modelo de agricultura fundamentado en la artificialización de los procesos productivos, conocido como revolución verde, se hizo presente y marcó desde entonces una nueva forma de relacionamiento entre el ser humano y el resto de la naturaleza (Morales, 2004; Fajardo, 2014).

En Boyacá, evidencias reportadas por Raymond (1990), Forero (1999), León (2007), Delgado (2009), Saavedra (2010) y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2015), ponen en un primer plano la presencia de extensas áreas con monocultivos de papa, pastos, cebolla, maíz, frijol y algunos frutales de importancia comercial. De acuerdo con dichas perspectivas, su cultivo se caracteriza por el alto uso de agroquímicos, maquinaria agrícola e importantes inversiones de dinero, cuyo principal propósito es la venta en mercados urbanos, especialmente en capitales de provincia y/o departamentos.

Así, en este nuevo contexto, la marginación de los tres tubérculos andinos se acentúa a pesar de su aporte nutricional y energético en las dietas de pobladores andinos, así como en la estructura y funcionalidad de los agroecosistemas tradicionales y el valor otorgado por comunidades indígenas y mestizas que aún los cultivan (Clavijo y Pérez, 2014).

1.1.1 Importancia de los tubérculos andinos

No obstante, el panorama anterior, entre los factores que actualmente resaltan la importancia de los tubérculos andinos en la zona andina, se citan: su aporte en la seguridad alimentaria de los pobladores locales, los usos medicinales adjudicados a ellos, formar parte de sistemas de producción agrodiversos y el ser considerados símbolos de cultura e identidad para diversas poblaciones.

La valoración de la ibia, el cubio y la ruba como una alternativa de seguridad alimentaria para los pobladores andinos, se respalda según Espinosa *et al* 1997; Cadima, 2006 y Clavijo *et al.*, (2012) por su acceso y disponibilidad debido a una producción estable, dada su adaptabilidad ancestral en la zona andina, sobretodo en comunidades campesinas e indígenas dada a su tradición de consumo. Lo anterior se apoya en estudios llevados a cabo en Ecuador, Bolivia, Perú y Colombia sobre el aporte nutricional de sus distintas variedades, especialmente en cuanto a su contenido de proteínas, grasas, humedad y en algunos casos, vitaminas y micronutrientes.

Por ejemplo, según Cortes (1977), citado por Tapia y Fries (2007) algunas variedades de cubios peruanos (*Tropaelum tuberosus* R&P), pueden contener apreciables cantidades de carotenos (vitamina A). Su contenido de vitamina C, es casi cuatro veces la cantidad de esta vitamina encontrada en la papa.

Así mismo, un estudio realizado en Ecuador por investigadoras del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), señala que en el melloco o ruba (*Ullucus tuberosus* C), también se reconocen variedades que proporcionan una cantidad apreciable de vitamina A, al igual que en la oca o ibia (*Oxalis tuberosa* M), especie que además cuenta con variedades que reportan almidón de buena calidad en comparación con otras especies andinas también marginadas, como la arracacha o zanahoria amarilla (*Arracacia xanthorrhiza*, Bancr.), la achira (*Canna indica*, K-G), el miso (*Mirabilis expansa* R&P) y la jícama o yacón (*Smallanthus sonchifolius* P&E); (Espin *et al.*, 2004) (Ver tabla 1-2).

Tabla 1-2 Composición química de materiales promisorios de siete especies de raíces y tubérculos del Ecuador, pertenecientes al Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

| Parámetro | Especie | | | | | | |
|--------------------------|---------|-------|--------|--------|-----------|-------|--------|
| | Cubio | Miso | Yacón | Ibia | Arracacha | Ruba | Achira |
| Humedad (%) | 88,7 | 68,17 | 89,21 | 77,73 | 81,19 | 84,34 | 82,3 |
| Cenizas (%) | 4,81 | 5,65 | 3,73 | 3,39 | 5,18 | 5,93 | 10,54 |
| Proteína (%) | 9,17 | 7,16 | 3,73 | 4,6 | 5,43 | 10,01 | 4,43 |
| Fibra (%) | 5,86 | 5,8 | 5,52 | 2,16 | 3,91 | 2,63 | 8,1 |
| Extracto Etéreo (%) | 4,61 | 1,84 | 0,62 | 1,66 | 1,11 | 1,24 | 1,13 |
| Carbohidrato Total (%) | 75,4 | 79,54 | 85,55 | 88,19 | 84,33 | 80,12 | 75,8 |
| Ca (%) | 0,006 | 0,79 | 0,14 | 0,012 | 0,15 | 0,02 | 0,16 |
| P (%) | 0,32 | 0,06 | 0,08 | 0,14 | 0,17 | 0,263 | 0,46 |
| Mg (%) | 0,11 | 0,15 | 0,12 | 0,0065 | 0,07 | 0,107 | 0,69 |
| Na (%) | 0,044 | 0,12 | 0,06 | 0,018 | 0,09 | 0,03 | 0,14 |
| K (%) | 1,99 | 1,56 | 1,34 | 1,3 | 2,13 | 2,48 | 3,78 |
| Cu (ppm) | 9 | 6 | 8 | 2,25 | 8,3 | 10,71 | 16 |
| Fe (ppm) | 42 | 85 | 87 | 48,85 | 139,5 | 59,42 | 117 |
| Mn (ppm) | 7 | 7 | 18 | 5,35 | 9,5 | 9,19 | 19 |
| Zn (ppm) | 48 | 48 | 36 | 5,95 | 9,1 | 23,94 | 46 |
| I (ppm) | - | 0,07 | 0,013 | 3,65 | 0,21 | - | - |
| Almidón (%) | 46,92 | 70,1 | 0,83 | 42,17 | 63,72 | 70,5 | 53,63 |
| Azúcar Total (%) | 42,81 | 1,48 | 21,771 | 9,68 | 6,91 | 6,63 | 4,92 |
| Azúcares reductores (%) | 35,83 | 0,42 | 12,78 | 7,62 | 4,81 | - | 3,17 |
| Energía (Kcal/100g) | 440 | 419 | 416 | 399 | 389 | 412 | 3,88 |
| Vitamina C (mg/100 g mf) | 77,37 | 12,51 | - | 34,53 | 13,94 | 26,03 | - |
| Eq. Retinol /100g mf | 73,56 | - | 34,32 | - | 27,28 | - | - |
| Acido Oxálico/100 g mf | - | - | - | 82,93 | - | - | - |

Tomado de Espín et al., 2004

* Datos expresados en Base Seca, muestra entera

^{1/} Se refiere al contenido expresado como glucosa

Valores promedio de 30 determinaciones para cada análisis y por especie

mf = materia fresca

En Colombia, se cuenta con análisis de tres variedades de cubio, ibia y ruba, que dan cuenta de su importante contenido energético, además de la cantidad proteínas, lípidos y carbohidratos totales (Tabla 1-3). Características que podrían respaldar el apelativo que los agricultores andinos les han otorgado, como alimentos que proporcionan vigor y

buena salud al consumirlos regularmente (Orbegoso, 1957; Tapia y Fries, 2007 y Clavijo et al., 2012).

Tabla 1-3. Composición nutricional en 100 gr de cubio, ruba e iba según variedades para cada tubérculo en Colombia.

| COMPOSICIÓN | CUBIO | | RUBA * | | | IBIA | | | |
|----------------|-------------------------|----------|--------|-----------------|-------------------|----------------|---------------|----------------|---|
| | Blanco ojo morado | Amarillo | Blanco | Ruba pastusa | Ruba chincheño | Ruba caldas | Ibia crema | Ibia rosada | Ibia con cáscara variedad molina |
| Energía (Kcal) | | 54,0 | 68,0 | 44,0 | 55,0 | 60,0 | 45,0 | 37,0 | 59,0 |
| Proteínas (g) | | 2,1 | 1,6 | 1,5 | 1,2 | 1,5 | 1,4 | 1,7 | 1,1 |
| Lípidos (g) | 0,4 | 0,6 | 0,4 | 0,2 | 0,7 | 0,0 | 0,4 | 0,5 | 0,1 |
| Carbohidratos | | 2,2 | 6,5 | 8,8 | 10,5 | 13,6 | 9,0 | 6,6 | 13,1 |
| Totales (g) | | | | | | | | | |

Fuente: Elaborado por Barón et al., (2011)

De otra parte, los tubérculos andinos por años han sido utilizados en las comunidades campesinas de los Andes como elementos curativos o preventivos para enfermedades renales, circulatorias y digestivas, ya sea consumiéndolos en fresco, cocidos, en emplastos o infusiones (Cadima, 2006 y Clavijo et al., 2012). Algunos investigadores aseguran incluso que pueden tener efectos anticancerígenos (Campos et al., 2006 y Chirinos et al., 2007). En ocasiones su follaje también se usa para alimentar ganado, atribuyéndoles además propiedades repelentes a ciertas plagas, como larvas de lepidópteros (Suquilanda, 2010).

En comunidades campesinas, se los considera un símbolo de su identidad, debido al valor histórico que se les asigna, dado el reconocimiento de su origen precolombino y su persistencia hasta nuestros días en los territorios altoandinos. De otra parte, la participación activa de la familia en su cultivo y cuidado, junto a prácticas de intercambio de semillas y alimentos preparados con vecinos y familiares, han sido factores predominantes a lo largo de su historia ratificando la importancia que los tubérculos andinos tienen como elemento cohesivo en procesos de reproducción social (Cadavid, 2012).

Hay que recalcar que su cultivo generalmente no se realiza de manera extensiva y por el contrario, son parte de sistemas diversificados, ya sea en siembra intercalada o dispersos. Habitualmente se siembran juntos y en ocasiones asociados con papa, habas,

arracacha y otras especies andinas (Suquilanda, 2010; Cadavid, 2012; Aguirre, et al., 2012), por cuanto su importancia también radica en el papel que cumplen como elemento de diversificación, al formar parte de diseños complejos que reportan un nulo o escaso uso de agroquímicos y sostienen producciones todo el año.

Su producción suele destinarse al autoconsumo, al intercambio no monetario entre vecinos y familiares (trueques) y si hay excedentes a la venta en mercados locales (Espinosa et al., 1997; Aguirre et al., 2012 y Pradilla, 2017).

1.1.2 Factores que afectan su conservación y uso.

Pese a lo explicado en la sección anterior, en relación con el valor nutricional de los tubérculos andinos, sus usos alternativos y la valoración cultural que los mismos pobladores les han otorgado, con el pasar de los años el cultivo de estas especies y su consiguiente consumo han seguido en descenso. Lo anterior podría explicarse por cuatro factores fundamentales:

- a) El modelo de producción agrícola predominante, extensivo y especializado** que llegó a la zona andina después de 1970 (Benzing, 2001; León, 2007; Fajardo, 2014). Este modelo de agricultura se fundamenta en el cultivo de especies vegetales de interés comercial, con variedades de alto rendimiento, controlando el riesgo económico, a través del uso de productos de síntesis química y disminuyendo la biodiversidad (Gliessman, 2002; Pretty, 2011). Todo esto, a través de la artificialización intensiva de los sistemas naturales mediante la sustitución de sus procesos, por otros totalmente industriales, en busca de objetivos centrados en alta productividad y rentabilidad (Morales, 2004; León, 2007). Un modelo en el cual estas especies andinas, no encajan, pues históricamente han correspondido a formas tradicionales de cultivo y como consecuencia han tenido que desplazarse a zonas marginales o fuera de la frontera agrícola (páramos), para dar paso a diseños productivos más simplificados.

- b) Transformación de conocimientos locales asociados a estas especies.** Precisamente, un buen porcentaje de la generación de agricultores que adoptaron el nuevo modelo productivo, de manera paulatina han dejado de lado tanto las

prácticas de cultivo de ibias, cubios y rubas, como los conocimientos asociados a ellos, elementos que tampoco son transmitidos a sus hijos (Clavijo y Pérez, 2014; Cubillos, 2017; Mendieta, 2019). En este sentido, en palabras de Toledo y Barrera (2008), con este modelo productivo la población de los Andes, ha incrementado su lenta e inexorablemente amnesia, al suprimir sectores claves de su propia memoria histórica.

Bajo este panorama, lo que seguía era más que evidente: los jóvenes y niños de las zonas rurales y urbanas manifiestan poco gusto por ellos. Entre las razones principales para no consumir ibias, cubios y rubas los jóvenes destacan su sabor, textura y la falta de conocimiento para prepararlos (Espinosa et al., 1997 y Clavijo et al., 2012; Mendieta, 2019). Lo anterior se ha visto agravado dado que hoy en día, tanto en el campo como en la ciudad, son de fácil acceso otros tipos de alimentos que los superan en sabor, presentación y tiempo de cocción.

Tal realidad no es ajena a los cambios de hábitos alimenticios que vienen ocurriendo en el mundo desde décadas atrás, donde los productos de corte industrial se han convertido en el eje central de la alimentación y han sido causantes directos de la marginación de especies animales y vegetales locales, a pesar que dichos recursos contribuyen de una forma innegable a la adecuación de la dieta de los sectores rurales, en la mayoría de los casos con propiedades nutricionales excepcionales (Jhons, 2007, Roberts, 2009, FAO, 2015).

- c) Su demanda no es representativa en los mercados urbanos convencionales,** lo cual obedece por supuesto al bajo consumo que estos tienen en las ciudades, destino principal de los productos agropecuarios. Sobre ello Espinosa et al., 1997 argumentan que al comparar el consumo *per capita* anual de estos cultivos, frente al de la papa, las diferencias son abismales. Contrariamente el valor por kilo al compararlo con la papa, en ocasiones puede ser igual o superior, hecho que puede evidenciarse en algunos supermercados de cadena en Colombia, donde se ofrecen ocasionalmente. Allí su precio por kilogramo suele fluctuar entre 1.800 pesos en época de cosecha, hasta 3.200 pesos en época de escasez, mientras la papa presenta valores que fluctúan entre los 1.000 hasta los 2.000 pesos el kilo en épocas críticas (Clavijo et al, 2014; DANE, 2019).

d) Son limitados los recursos económicos estatales para su investigación y promoción. Prueba de esto es la no inclusión de la ruba, ibia y cubio en los programas de nutrición promovidos por los países andinos, pues no constan en los materiales educativos, ni dentro de las dietas saludables recomendadas, así como tampoco han sido considerados de manera explícita como cadenas productivas prioritarias de los gobiernos. Aunque si bien en Colombia, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, junto con el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) y AGROSAVIA, antes CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria), han priorizado para investigación, innovación y extensión, una cadena productiva de raíces y tubérculos, en ella la papa, la yuca y el ñame resultan las más relevantes al momento de financiar y acompañar procesos productivos y de conservación.

Sin embargo, aunque la anterior explicación se extienda, y la lista de factores incidentes en la paulatina disminución de estos cultivos se continúe desglosando, con seguridad dada su condición de especies marginadas, poco apetecidas y escasamente importantes en el mercado monetario urbano, la pregunta que generalmente suele surgir es: *¿Y qué pasaría si estos cultivos llegaran a desaparecer?*

Considerando todo lo dicho hasta aquí, la respuesta a este cuestionamiento sintetiza y ratifica la importancia de estas tres especies:

No solo se trata de la pérdida de un recurso fitogenético, que de por sí tiene implicaciones ecológicas muy relevantes, como la alteración y pérdida de la biodiversidad asociada a estos cultivos: micro y meso fauna del suelo, insectos benéficos, enemigos naturales, etc. (Jarvis et al., 2011), además de los distintos servicios ecosistémicos propios de cada especie vegetal (Ceroni, et al., 2007) y hasta ahora sin explorar en los tres tubérculos andinos, sino que también se refiere el asunto a la posible extinción de un recurso alimenticio con importante contenido nutricional que no se aprovecha, sobre todo en una época en la cual los problemas nutricionales son cada vez más evidentes, dada la falta de diversidad en las dietas que consume el mundo occidental, hoy basado en solo cuatro especies vegetales: arroz, papa, trigo y maíz (FAO, 2018).

1.2 Tendencias temáticas en la investigación de *O. tuberosa*; *T. tuberosum* y *U. tuberosus*

A partir del año 1992 la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), en respuesta a lo discutido ese mismo año en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, hizo una invitación para despertar de nuevo el interés por las especies vegetales originarias de los Andes, Mesoamérica y la Región Amazónica, denominándolas en ese entonces como **cultivos marginados**, término que hacía referencia a aquellas especies cultivadas que en otras épocas o bajo otras condiciones, tuvieron mayor relieve en la agricultura tradicional y en la alimentación de los pueblos indígenas y campesinas locales. Entre ellas se incluyeron para la zona andina, la ibia, el cubio y la ruba (FAO, 1992).

Por esta razón se consideró de sumo interés recuperar no solo los usos de esos cultivos, sino destacar sus valores nutricionales y formas de preparación. La FAO aclaraba, que no se trata de cultivos promisorios, porque ya han sido cultivados, y tampoco de convertirlos en intensivos o de producción exportable. En su lugar se necesitaba más bien incrementar su uso y productividad como medio para aliviar las condiciones de vida y la alimentación de etnias o poblaciones locales y por ello el fomento de investigaciones alrededor de estos cultivos, se hacía imprescindible (FAO, 1992).

En ese sentido, a mitad de la década de los noventa, algunas entidades de investigación y desarrollo, acogieron tal invitación y a pesar que, desde antes, ya venían indagando sobre las tres especies andinas, desarrollaron en solitario o en alianza, importantes programas de investigación con el fin de dar respuesta a tales requerimientos. Así se destacan los estudios realizados en el período 1993-2003, década en la cual la producción científica desde los principales centros de investigación de Bolivia, Ecuador y Perú, fue notoria y estuvo orientada principalmente a brindar alternativas de conservación *in situ* y *ex situ* (Blanco et al., 1996; Cadima y Ugarte, 1996; Terrazas, et al., 1999; Iriarte, 2000; Terrazas et al., 2001; y Tapia et al., 2004), a ahondar en aspectos de mejoramiento de su producción (Condori et al., 1995; Espinosa et al., 1996; Oros et al., 2000; Patiño, 2000; Iriarte et al., 2001; García y Guevara, 2002; Gonzáles et al., 2002; Barrera et al., 2004), a indagar sobre posibles alternativas para transformación (Tupac et al., 1999; Alfaro et al., 1999; Irigoyen et al., 2002; Espín et al., 2004) y explorar posibles

estrategias de comercialización (Espinosa y Crissman, 1997; Salazar, 2000; Espinosa y Yangeen, 2002).

De igual forma en las universidades, las investigaciones relacionadas con temas agronómicos relacionadas con prácticas de manejo de cultivo, fisiología, propagación, conservación *in situ* y *ex situ*, de estas especies son comunes entre las facultades de ciencias agrícolas y corresponden dentro de la bibliografía consultada, a la más numerosa. Por ejemplo, al respecto en la Universidad Nacional de Colombia se han realizado estudios sobre recolección, conservación y análisis de la diversidad genética de *Ullucus tuberosus* Caldas en distintas áreas de la geografía nacional (Parra, 2001; Parra et al., 2006; Parra y Reyes, 2011 y Parra et al., 2012) e investigaciones sobre crecimiento, desarrollo y variabilidad genética de *Tropaelum tuberosum* (Ferrucho y Ñustez, 2001 y Piñeros y Ñustez, 2004).

Adicionalmente algunas investigaciones innovadoras sobre gastronomía y nutrición se han desarrollado en programas de pregrado del mismo nombre. En éstas últimas se citan algunas para Colombia, Perú y Ecuador (Tabla 1-4):

Tabla 1-4. Trabajos de grado sobre innovaciones gastronómicas y nutrición de tubérculos andinos en Colombia, Perú y Ecuador.

| PAIS | TEMA | AUTOR y AÑO |
|----------|--|---|
| PERU | Determinación de los parámetros de extrusión en un extrusor de bajo costo para la obtención de una mezcla base para desayuno a partir de oca (<i>Oxalis tuberosa</i> Mol.), ulluco (<i>Ullucus tuberosus</i> , C) y quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd). | Kameko, H (2005). |
| | Cuantificación de oxalatos, ácido málico y ácido cítrico en 169 cultivares de oca (<i>Oxalis tuberosa</i> Mol.) y evaluación de la influencia del soleado y cocción. | Flores, L (2012). |
| ECUADOR | Evaluación nutricional de la Oca (<i>Oxalis tuberosa</i>) fresca, endulzada y deshidratada en secador de bandejas. | Cajamarca, E (2010). |
| | Estudio y Análisis de la Oca (<i>Oxalis tuberosa</i>). Propuesta gastronómica. | Pazmiño, M (2007). |
| COLOMBIA | Obtención de edulcorantes a partir de tubérculos andinos. Aplicación en chocolatería. | Arango, P; Jimenez, J; Saldarriaga, B. (2013) |
| | Diseño de una línea de productos comestibles para adolescentes a partir de la transformación y mejora de las características organolépticas del cubio, aprovechando sus cualidades organolépticas. | Moreno, M. (2014) |
| | Posible uso de nuevas fuentes colombianas de betalainas. Estabilidad del color de los extractos de ulluco (<i>Ullucus tuberosus</i>) bajo diferentes condiciones térmicas y de pH. | Cejudo et al., (2014) |
| | Diseño de un producto cárnico con bajas concentraciones de nitrito de sodio a partir de la inclusión de rubas (<i>Ullucus tuberosus</i> , Caldas) provenientes del Municipio de Ventaquemada, Boyacá. | Silva et al., (2016) |
| | Evaluación de una fermentación alcohólica de cubio (<i>Tropaeolum tuberosum</i> R&P) con levadura de vinificación para la obtención de vino de tubérculo. | Morantes, M (2018) |

Fuente: Elaboración propia para este documento.

En Colombia también se destacan trabajos referidos a usos alternativos, sobre todo relacionados con la aplicación de extractos de cubio para el control de plagas y enfermedades. En estos campos sobresalen las investigaciones de Chabur (2012) quien evaluó el efecto de liofilizado de cubios en las poblaciones microbianas de suelo como estrategia de manejo de rhizoctonias en cultivo de papa y de Arias (2011), con un análisis y comparación de los glucosinolatos presentes en diferentes accesiones de cubio para evaluar su uso potencial en el control del patógeno de la papa *Spongospora subterranea*.

De otra parte, algunas investigaciones se encaminaron a indagar sobre los beneficios medicinales de estos cultivos, principalmente explorando sus posibles condiciones antioxidantes y el contenido de antocianinas¹ como una opción para catapultarlos al mercado de los alimentos funcionales: por ejemplo en Perú, Chirinos et al., 2007, indagaron sobre la optimización de las condiciones de extracción de compuestos fenólicos antioxidantes del cubio, así como Chirinos et al., 2008 llevaron a cabo la caracterización de compuestos fenólicos en la ibia y su contribución a la capacidad antioxidante. Por su parte en Bolivia, Alcalde et al., 2004 llevaron a cabo un trabajo de cromatografía líquida, para la identificación de antocianinas mediante espectrometría.

En Colombia se resalta el trabajo adelantado por Cedano, (2017), en torno a la evaluación de la actividad antioxidante de tres productos alimenticios formulados con la inclusión de ibia, cubio y ruba provenientes de tres municipios del departamento de Boyacá. Así como una investigación documental que buscaba caracterizar la ruba desde la perspectiva etnobotánica, alimentaria y nutricional, llevada a cabo por Cerón (2016).

Los estudios sobre economía campesina y valoración de conocimiento local en el manejo y conservación de estas especies, son pocos y han sido abordados en su mayoría desde Bolivia, particularmente desde AGRUCO (Centro Universitario de Agroecología de la Universidad de Cochabamba) que hace hincapié en investigaciones con enfoque agroecológico. Entre ellos se destacan los estudios de Villarroel (1995); Marscal (1997) y

¹ Particularmente en relación a propiedades como la reducción de la enfermedad coronarias, efectos antitumorales, antiinflamatorios y antidiabéticos, además del mejoramiento de la agudeza visual y del comportamiento cognitivo. Los efectos terapéuticos de las antocianinas están relacionados con su actividad antioxidante.

Salazar (2010), quienes enfatizaron sus trabajos en torno a las prácticas campesinas de conservación de las tres especies, mientras que Iquize (2010), se centró en analizar los usos de los tubérculos andinos, sus destinos de comercialización y los ingresos económicos que éstos aportan a las familias de la provincia de Tapacari. En esta misma línea, para Colombia, Clavijo et al., (2014) y García et al., (2018) llevaron a cabo procesos de investigación y fomento participativo de conservación de los tres tubérculos andinos con comunidades campesinas, tanto en el departamento de Boyacá, como en Cundinamarca, respectivamente.

Sin embargo, a pesar de llevar a cabo casi tres décadas de estudio, parece que las investigaciones realizadas desde campos específicos del conocimiento, no han sido suficientes para contrarrestar la connotación de marginalidad de éstas especies andinas.

En contraposición a la invitación que hiciera FAO en 1992, de diseñar investigaciones sobre cultivos marginados, que incidan en mejorar las condiciones de vida y la alimentación de etnias o población local, tomando en cuenta para ello el conocimiento y recursos locales de estas comunidades campesinas e indígenas, los estudios sobre tubérculos andinos se han orientado a responder al modelo de desarrollo estructuralista, con el cual se han impulsado procesos de investigación y desarrollo para los cultivos comerciales. Es decir, pensando en fomentar la modernización agrícola, y teniendo a las innovaciones tecnológicas externas como única vía de desarrollo, orientadas principalmente a la obtención de ganancias económicas (Pérez, 2012).

Bajo este enfoque, la mayoría de las investigaciones sobre tubérculos andinos se llevaron a cabo de manera disciplinar, tomando como referencia la generación de conocimiento científico, a través de evidencias dirigidas a aportar al progreso y desarrollo (Comte citado por Mardones, 1998). Se destacan en estos estudios dos actores principales: el investigador como diseñador, ejecutor y analista de la investigación y el agricultor, cuando era incluido, como fuente de información y dador de germoplasma o receptor de tecnologías y recomendaciones técnicas.

Lo señalado, no demerita de ninguna manera los esfuerzos científicos realizados hasta la fecha, los cuales son en sí mismos un baluarte para la conservación de la diversidad de las tres especies andinas. Pero sí demuestra que aún existe una enorme brecha que

acortar sobre la comprensión de la complejidad que tienen estos cultivos, en función de su contexto histórico, cultural y ecosistémico.

Como evidencia de lo anterior, se han suscitado nuevamente una serie de llamados de atención y nuevas invitaciones para continuar investigando sobre éstos y otros cultivos marginados a nivel mundial.

Así, en el año 2008 Biodiversity International envía un llamado de atención, insistiendo en la importancia que tienen las especies marginadas, las cuales ahora denomina como **subutilizadas**, es decir, aquellos cultivos no-comerciales que son parte de un portafolio de biodiversidad, anteriormente más populares y que hoy en día no son apreciados por los productores y los consumidores debido a una variedad de factores agronómicos, genéticos, económicos, sociales y culturales (Paludossi y Hoeschele, 2004). Dentro de ellas destaca a las especies andinas, imprescindibles para la alimentación de pueblos indígenas que viven en la pobreza.

En esta misma línea, dos años después, el segundo informe del estado de los recursos fitogenéticos de la FAO (2010a), resalta el interés cada vez mayor en las especies **marginadas e infrautilizadas**. Enfatiza que sigue siendo imperioso un mayor apoyo y comprensión a los procesos de conservación de agrobiodiversidad efectuados por los agricultores, destacando su papel como custodios de estos recursos y como responsables directos de su conservación.

Bajo ese mismo tema en el año 2013 y últimamente en el año 2018, Biodiversity International reitera su llamado, esta vez más contundente hacia la atención que se debe prestar a los cultivos marginados, que ahora denomina especies olvidadas y subutilizadas, **NUS** (Neglected and Underutilized Crop Species), a la par que remarca una vez más su relevancia para la nutrición, la generación de ingresos, el mantenimiento de la salud de los ecosistemas y el empoderamiento de los pequeños agricultores (Paludosi et al., 2013). Sin embargo, a diferencia de lo acontecido en la última década del siglo pasado, cuando FAO invitó a llevar a cabo estudios que incidan en su conservación y aprovechamiento comercial, en esta ocasión el panorama y la importancia de los mismos, toma un giro contundente, toda vez que el planteamiento

para justificar su estudio y conservación, se amplía a otras escalas que como se verá en la siguiente sección, va más allá de su inserción a mercados urbanos, como único fin.

1.3 Planteamiento del problema

Existen evidencias del cultivo y uso de *Oxalis tuberosa*, M; *Tropaelum tuberosum* R&P y *Ullucus tuberosus*, C, en agroecosistemas familiares de tipo tradicional en Perú, Ecuador, Bolivia, Venezuela y Colombia (Barrera et al., 2004; Cadima, 2006; Tapia y Fries, 2007; Aguirre et al., 2012; Ortiz, 2015 y García et al., 2018). Allí, están sembrados en pequeñas áreas y en condiciones difíciles, pero son imprescindibles para asegurar la diversificación alimentaria y el sustento de las poblaciones campesinas e indígenas que viven en mayor riesgo (Espinosa et al 1997; Clavijo et al., 2012).

La distribución de su variabilidad no es uniforme en toda la franja andina; ésta se concentra más bien en nichos denominados microcentros con características sociales, medioambientales y culturales favorables para su conservación (Cadima, 2006 y Parra et al., 2012). Sin embargo, se mantienen en ámbitos en los cuales prevalecen niveles de desarrollo económico muy bajos, pobreza multidimensional y exclusión (Barrera et al., 2004).

Como ya se anotó, debido a estas condiciones, los tubérculos andinos han sido catalogados dentro de los denominados NUS (Neglected and Underutilized Crop Species), es decir especies olvidadas y subutilizadas, que constituyen un extenso complejo y potencial recurso genético que conforma una fuente trascendental para reducir los peligros actuales y futuros respecto a la dependencia en pocas especies y lograr consolidar la seguridad alimentaria² (FAO, 2017b; Padulosi et al., 2013). Sin embargo, dadas las condiciones medioambientales y sociales en las cuales prevalecen, los NUS afrontan serias amenazas, que incluso han implicado procesos de desaparición continua y acelerada, debido entre otras razones a la existencia de políticas agrarias sesgadas que priorizan especies vegetales de alto valor comercial, cambios de uso del suelo hacia monocultivo y ganadería, adopción de variedades mejoradas, reducción del

² De acuerdo a la Declaración de Roma Sobre Seguridad Alimentaria Mundial FAO (1996), se refiere a la posibilidad en que todas las personas en cualquier momento puedan tener la capacidad de acceder de manera física y económica sobre alimentos en cantidad y calidad suficientes para satisfacer sus necesidades dietéticas y alimentarias para una vida saludable.

área cultivada, influencia del cambio climático, falta de oportunidades en el mercado, modificación en hábitos de consumo, migración de la población campesina a centros urbanos y pérdida en la transferencia del conocimiento tradicional local (Almeida & Teixeira, 2010; Huamán, 2001; Rojas et al., 2009).

De acuerdo con Ovchinnikova et al., 2011, se estima que la diversidad genética de los NUS, se expresa también en una variabilidad organoléptica importante que normalmente no se encuentra en variedades mejoradas, lo cual permite su adaptación a condiciones climáticas agrestes y sus diversos usos, incluso más allá de la alimentación. Adicionalmente, forman parte de un componente social y cultural importante que otorga identidad, empoderamiento y estabilidad alimentaria a las zonas más pobres del mundo, pero que hasta el momento, ha sido escasamente documentado (Padulosi et al., 2013).

En esta misma línea, en los informes sobre el estado de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 1996, 2010a) se reconoce la importancia de los NUS en correspondencia a los objetivos del Convenio de Diversidad Biológica en el cual, los recursos fitogenéticos cumplen un papel primordial como parte de la agrobiodiversidad ya que su conservación, a su vez, guarda relación directa con la conservación de la biodiversidad circundante (Cooper & Noonan-Mooney, 2013). Así, la preocupación por la posible pérdida de los NUS, no sólo radica dentro de los sistemas productivos que los cultivan, sino también en el contexto integral de todos los elementos que soportan funciones y procesos ecosistémicos alrededor de estos (FAO, 2013, 2018).

Al respecto, el informe sobre el Estado Mundial de la Biodiversidad para la Alimentación y la Agricultura FAO (2019), expresa su preocupación por el escaso monitoreo y estudio de los sistemas productivos que conservan NUS, cuyas características biofísicas y sociales se prevé, podrían aportar a mitigar el grave problema de pérdida de la diversidad agrícola, la cual ya ha sufrido extinción de sus tres cuartas partes en el último siglo y cuyas consecuencias se evidencian en la prevalencia del hambre en el mundo, incremento de la pobreza y cambio climático (FAO, 1999; Schröder et al., 2007; FAO, 2018; FAO, 2019).

De ahí que, hablar de conservación *in situ* de los tubérculos andinos, como parte de los NUS, invita a considerar no solo el estudio individual de estas especies como tal, sino también el de los sistemas productivos donde se cultivan, así como los componentes

naturales y sociales articulados a ellos, ya que lo que ocurra con tales componentes, determinará su prevalencia en el tiempo (FAO, 2019) .

Así, por ejemplo, el mantenimiento del agroecosistema, como de las especies que lo habitan, dependerá entre otros aspectos, de la heterogeneidad u homogeneidad del paisaje en el cual éste se encuentre inmerso y por ende del grado de conectividad que este agroecosistema tenga con la estructura ecológica principal de ese paisaje (CEEP) (Perfecto et al., 2009, León et al., 2018). Si bien, el diseño y el manejo que el agricultor le otorga a su sistema de producción es determinante, y que a su vez depende de otros factores de orden económico, social, político, y tecnológico, hay que recordar que los agroecosistemas son sistemas abiertos, y que la influencia que en ellos ejercen otros sistemas adyacentes es igual de importante para mantener en el largo plazo, tanto la funcionalidad de sus componentes, como las de todo el sistema en su conjunto (Garciandía, 2011 y León, 2014). En este sentido, la conservación de los tubérculos andinos, no solo estará mediada por el cultivo, el uso y la comercialización de éstos, sino que también dependerá de la permanencia en el tiempo del tipo de los agroecosistemas que los contienen, en este caso los tradicionales. Sin olvidar que éstos últimos se mantendrán solo si, otros componentes de orden social, económico, político y las condiciones del paisaje circundante, así como el grado de conectividad con ecosistemas naturales, les sean favorables para su conservación (Grenade y Nabhan, 2013, Toledo y Barrera, 2008, León et al., 2018).

En esta misma línea, el segundo informe del Estado de los Recursos Fitogenéticos (FAO, 2010a), así como el último informe sobre la Biodiversidad y la Alimentación (FAO, 2019), enfatizan que, en este contexto, resulta imperioso un mayor apoyo y comprensión a los procesos de conservación de las especies subutilizadas, efectuados por los agricultores, destacando su papel como custodios de estos recursos y como responsables directos de su conservación.

Ambos informes coinciden en que, no obstante, y contradictoriamente, entre las debilidades que existen para conservar éste tipo de especies, sobresalen la baja participación de las comunidades locales, así como la escasa valoración de elementos propios de su cultura, como su conocimiento, sus prácticas de manejo, intercambio, uso y consumo. Aspectos que, como pudo apreciarse en el capítulo anterior, han sido

escasamente considerados en la mayoría de investigaciones sobre tubérculos andinos. En su lugar, el valor de cambio ha sido hasta el momento el factor con mayor tendencia a la hora de fomentar la conservación de estas especies, pues al parecer se ha asumido que mientras mayor valor monetario se le pueda otorgar a un recurso filogenético, este podría asegurar cierto grado de permanencia en el tiempo, al volverse más atractivo en los mercados urbanos (Aragüés, 2013). Sin embargo, esto no ha ocurrido todavía con los tubérculos andinos, pues a pesar de más de un cuarto de siglo en investigar sobre ellos, su condición de marginalidad y por ende la de las comunidades que los cultivan, no ha mejorado.

Por ejemplo, a pesar de los esfuerzos científicos logrados hasta la fecha, el consumo *per capita* en Colombia de las tres especies andinas sigue siendo muy bajo, no supera los 4 Kg (Clavijo et al., 2012) comparado con 61 Kg que alcanza la papa (FINAGRO, 2015). Ni el cubio, la ibia o la ruba han sido incluidos en las dietas recomendadas en hospitales y escuelas, a pesar de las evidencias científicas que pueden apreciarse sobre sus propiedades nutraceuticas y funcionales. Tampoco las comunidades campesinas que los conservan se han visto beneficiadas por su cultivo o han mejorado su calidad de vida. Por el contrario, Cubillos (2017), reportará la escasez y hasta olvido del cultivo de *Tropaelum tuberosum* en dos municipios del departamento de Nariño, en Colombia, donde ni jóvenes ni adultos la identifican, ni cultivan, ni consumen.

Con base en todo lo anterior, en esta investigación se presume que quizá para salir de su denominada subutilización y olvido, los tubérculos andinos no necesiten únicamente superar su deficiente demanda en centrales de abasto ni supermercados de cadena, previo un uso intensivo de tecnologías propias de la agricultura industrializada, las cuales, por lo contrario, terminan por incentivar sistemas de monocultivo con sus respectivos efectos contraproducentes (Medrano y Torrico, 2009). En su defecto, se considera apremiante complementar los importantes avances científicos previos sobre éstas tres especies, con investigaciones que guíen su estudio hacia arenas más complejas, donde se entrevean otros componentes ligados a ellas, y donde el ser humano protagonista de su co-evolución, por fin se haga visible (Toledo y Barrera, 2008). Tal abordaje, probablemente proporcione información que permita diseñar estrategias de uso y conservación, acordes con las condiciones locales en las que, por siglos, se han

cultivado éstas especies (Tapia y Fries, 2007; Pradilla, 2017).

En este orden de ideas, la presente investigación sugiere que, para alcanzar éste propósito, se requiere de un planteamiento epistemológico y metodológico que trascienda *el enfoque disciplinar* con el que hemos abordado cerca de 30 años la problemática de marginalidad de los tres tubérculos andinos, hacia otro de *tipo transdisciplinar*, orientado desde el paradigma de la complejidad, como una apuesta por visibilizar aquellos factores ecológicos y culturales que se materializan en estas especies.

Así, conocer las principales características de los agroecosistemas donde aún se cultivan los tres tubérculos andinos, como la composición familiar, tenencia de la tierra, diversidad planificada, arreglos espaciales y temporales, el grado de conectividad con la estructura ecológica principal (CEEP); así como las particularidades del paisaje al que éstos agroecosistemas pertenecen, en tanto características del suelo, clima y particularidades geomorfológicas; aunado a la indagación sobre la diversidad intraespecífica de cada uno de ellos, el conocimiento local de las comunidades que aún los siembran, representado en prácticas de manejo, consumo, usos y valoraciones; además de otras formas tradicionales de intercambio, resultan por demás compatibles con los recientes planteamientos sugeridos para la conservación y uso de los NUS a nivel mundial (Paludossi, et al., 2013; FAO, 2019).

Para explorar esta ruta, la presente investigación doctoral, acoge como eje orientador la agroecología, una ciencia de la complejidad que se aproxima a su objeto de estudio, el agroecosistema, a partir de la integración de conocimientos y métodos de varios subcampos y disciplinas, dentro de los que se incluyen además del conocimiento local de comunidades campesinas e indígenas, aquel producido desde las ciencias ambientales, agrícolas, sociales, políticas, económicas y otras (Sevilla, 2006). Bases científicas y conocimiento local que de acuerdo con autores como Ottman, (2005); Altieri y León, (2010); López, (2012) y León, (2014), fundamentan las dos dimensiones de la agroecología: ecosistémica y cultural.

Así, el estudio agroecológico incorpora la indagación en distintas escalas, que van desde la descripción del paisaje donde se encuentran inmersos los agroecosistemas en tanto sus particularidades climáticas, edáficas y geomorfológicas, por considerarlas un factor

que influye tanto en el diseño y manejo de los mismos, seguido de una aproximación a las características sociales y ecológicas de éstos agroecosistemas, así como un acercamiento a la diversidad intraespecífica de las especies estudiadas dentro de ellos, hasta analizar la comprensión y valoración del conocimiento local ligado a las prácticas y técnicas de su manejo, así como el entendimiento de las dinámicas de intercambio, organización y gestión propios de las comunidades y entornos locales, todos componentes que interactúan entre sí (Sarandón, 2002; Caporal et al., 2009; Álvarez et al., 2014; León, 2014 y León et al., 2018).

En este orden de ideas y en función a todo lo argumentado hasta aquí, la **pregunta de investigación** que orientó esta tesis doctoral, fue:

¿Cuáles son las principales características ecosistémicas y culturales, que determinan la conservación *in situ* de *Tropaelum tuberosum* Ruiz & Pavón, *Oxalis tuberosa* Molina y *Ullucus tuberosus* Caldas, en agroecosistemas tradicionales?

De esta pregunta general se desprenden otras, que bajo la perspectiva que brindan las dos dimensiones de la agroecología, se formulan a continuación:

- ¿Qué particularidades de suelo, geomorfología, cobertura vegetal y clima corresponden a las zonas en las que se encuentran inmersos los agroecosistemas tradicionales que cultivan estas especies, así como el grado de conectividad de éstos, con la estructura ecológica principal (CEEP)?
- ¿Qué características sociales y biofísicas tienen los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos, en tanto su composición familiar, tenencia de tierra, diversidad planificada y cultivada, sus arreglos espaciales y temporales, así como sus distintas prácticas de manejo?
- ¿Cuál es el área de cultivo y la diversidad intra específica de tubérculos andinos conservada por los agricultores, en el marco de los agroecosistemas tradicionales?

- ¿Cuáles son los elementos culturales que están coligados a los tubérculos andinos en los agroecosistemas tradicionales, en tanto conocimientos expresados en valoraciones, usos y creencias, las prácticas de manejo e intercambio de su producción, así como los procesos organizacionales locales, en torno a ellos?

Para dar respuesta a estos cuestionamientos, se llevó a cabo un estudio de caso en tres municipios de los Andes colombianos: Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa, pertenecientes al departamento de Boyacá, donde investigaciones previas, dieron indicios que aún se conserva una importante diversidad de estas especies en predios familiares catalogados como micro y minifundio correspondientes a una agricultura de tipo tradicional (Blanco, 2011; Clavijo et al., 2012; Cadavid, 2012 y Clavijo y Pérez, 2014; Jaramillo, 2016).

1.4 Objetivos de investigación

En este orden de ideas el **objetivo general** de esta investigación fue:

- Analizar las principales características ecosistémicas y culturales de agroecosistemas tradicionales, que cultivan tubérculos andinos en los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa en el Departamento de Boyacá, como un aporte a la comprensión de su conservación *in situ* a partir de un enfoque agroecológico.

Para poder cumplir con lo propuesto se considera necesario abordar los siguientes **objetivos específicos**

- Identificar las características de suelo, geomorfología, cobertura vegetal y clima de las zonas donde se encuentran los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos en Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa, así como el grado de conectividad de éstos agroecosistemas con la estructura ecológica principal del paisaje circundante.
- Determinar las características sociales, así como la diversidad planificada y cultivada, los arreglos espaciales y las prácticas de manejo de los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos en los tres municipios mencionados.

- Reconocer el área de cultivo y la diversidad intra específica de tubérculos andinos conservada por los agricultores, en el marco de los agroecosistemas tradicionales
- Precisar los elementos culturales coligados a los tubérculos andinos en los agroecosistemas tradicionales, en tanto conocimientos expresados en valoraciones, usos y creencias por parte de los agricultores que los cultivan, las prácticas de manejo e intercambio de su producción, así como los procesos organizacionales locales, en torno a ellos

2. Marco teórico y conceptual

2.1 Marco teórico. Teoría de la complejidad

En contraposición al planteamiento disciplinar que ha direccionado la mayoría de estudios realizados sobre los tubérculos andinos desde finales del siglo pasado, la presente investigación plantea su abordaje a partir de las orientaciones dadas desde la Teoría de la Complejidad propuesta por Edgar Morin, autor que en oposición con la ciencia clásica que produce conocimiento por medio de un paradigma de simplificación a través de principios de reduccionismo y disyunción, propone considerar un principio de distinción y conjunción (Morin, 1999).

El paradigma de simplificación al que hace alusión Morin (1984; 1996; 1999 y 2010) puede explicarse de manera concisa de acuerdo a lo planteado por Krause (1995) quien citando a Guba (1990) lo describe a continuación través de su ontología, epistemología y metodología:

- Se caracteriza por producir conocimiento a partir de una **ontología realista**, es decir con base en la explicación de la realidad que existe "allá afuera" y que opera según leyes y mecanismos naturales e inmutables. El conocimiento acerca de estas leyes y mecanismos casi siempre es considerado en forma de generalizaciones libres de tiempo y contexto. Varias de estas generalizaciones se hacen en forma de leyes causa-efecto.
- Su epistemología **suele ser objetivista**, es decir es necesario que el investigador adopte una postura distante, no interactiva, con su objeto de estudio, independientemente de la naturaleza de éste. Se supone que los valores y otros factores intervinientes pueden ser controlados de tal modo de no influir en los resultados de un estudio.
- Hace uso de una **metodología experimental**, donde las preguntas y/o hipótesis

se establecen *a priori* en forma de proposiciones que son luego contrastadas empíricamente bajo condiciones cuidadosamente controladas (Krause, 1995).

En este orden de ideas, en el marco del paradigma de la simplificación, el principio de reduccionismo y el principio de disyunción se fundamentan en la explicación de un fenómeno natural o de un todo, a través de la suma de sus partes constituyentes, analizadas de manera independiente y unilateral por medio de una ontología realista (Díaz y Calzadilla, 2011), una epistemología objetiva y una metodología experimental, cuyo resultado de acuerdo con Kedrov (1974) implica fijar rupturas absolutas y límites rígidos entre los distintos fenómenos de la naturaleza.

Así el modo de conocimiento propio de la ciencia disciplinaria aísla los objetos unos de otros, y los aísla con respecto a su entorno (Morin, 1996). En palabras de Morales (2004: 63), "(...) este tipo de ciencia abstrae, es decir, extrae un objeto de su conjunto y de su contexto, rechazando los lazos y las interrelaciones que tiene con su medio". Finalmente, la mayoría de los hallazgos científicos obtenidos a través de este paradigma de simplificación, son considerados como el motor fundamental del desarrollo económico, cuyo eje principal lo constituyen las distintas innovaciones tecnológicas generadas por expertos en los centros de investigación (Montoya, 2004).

Bajo este esquema, los agricultores, en su mayoría, han sido considerados como agentes receptores de estas nuevas tecnologías, o en el mejor de los casos como suministradores de información, material vegetal u otros insumos asumidos por los expertos como objetos de estudio. Así, su participación en la mayoría de procesos de conservación de agrobiodiversidad, ha sido pasiva y se ha restringido a recibir la tecnología e información que viene desde afuera y cuya aplicación disciplinada en función de las instrucciones otorgadas por un técnico, tendría como consecuencia un mayor rendimiento productivo y por ende mejores condiciones económicas (Prins, 2005).

Por otra parte, el paradigma de la complejidad planteado por Morin (2010) y al cual corresponde la ciencia agroecológica, en oposición a la reducción, insta a que se traten de comprender las relaciones entre el todo y las partes (Caporal, 2009 y Alvarez et al., 2014).

Para ello Morin, enfatiza en la importancia que reviste el diferenciar entre una complejidad restringida y una complejidad generalizada.

- La primera, si bien ha permitido hacer avances importantes en la formalización, en las posibilidades de modelamiento, y en potencialidades interdisciplinarias, aún permanece en la epistemología de la ciencia clásica, ya que, en realidad, se evita el problema fundamental de la complejidad, el cual es epistemológico, cognitivo y paradigmático. En la complejidad restringida, de alguna manera se reconoce la complejidad, pero descomplejizándola para poder comprenderla, así que el paradigma de simplificación de la ciencia clásica, permanece, solo que fisurado (Morin, 2010).
- Mientras que, en la complejidad generalizada, el conocimiento de las partes no es suficiente y el conocimiento del todo en tanto que todo, tampoco basta si se ignoran las partes, de tal forma que el principio de la disyunción, se debe sustituir por un principio que mantuviera la distinción, es decir el reconocimiento de cada uno de los componentes del todo, pero que trate de establecer sus relaciones, es decir su conjunción. Por cuanto hablar de complejidad, no se trata entonces de un pensar pletórico o con pretensiones totalitarias y al igual que otros actos de conocer, no alcanza ni la verdad ni la certeza absolutas. Su mérito, según Garcíandía (2011), está en entrar en conexión con otras versiones parciales de la realidad y con ello, conformar una mirada interconectada del universo.

Con esta salvedad, cabe aclarar que la presente investigación, fue concebida bajo la orientación de la complejidad generalizadora, de aquí en adelante denominada en el documento como complejidad.

Con estas precisiones y acogiendo para ello lo discutido por Rivero (2008) y con base en algunos lineamientos sustentados por Krause (1995) se resumen las características intrínsecas al paradigma de la complejidad propuesto por Morin:

- Se caracteriza por producir conocimiento a partir de una **ontología relativista**, es decir la realidad existe en forma de construcciones múltiples, locales y

específicas, que dependen en su forma y contenido de las personas y el medio que las mantienen.

- Su **epistemología suele ser subjetiva**, de este modo, investigador e investigado se fusionan como entidad y los resultados son el producto del proceso de interacción entre ellos. El investigador -a través de la interacción con quienes está investigando- deberá sumergirse en el discurso ellos, para poder luego "co-construir" sus resultados de investigación.
- Hace uso de una metodología **hermenéutica-dialéctica** que busca identificar la variedad de construcciones existentes y llevarlas al mayor consenso posible. Es la búsqueda de comprensión y la comparación/confrontación entre lo distinto (incluyendo las construcciones del investigador) a fin de llegar a nuevas síntesis.

Tanto la ontología, como la epistemología y la metodología de la complejidad, obligatoriamente inducen a abordar la discusión sobre el enfoque transdisciplinar, el cual nos propone considerar una realidad multidimensional, estructurada en múltiples niveles, que reemplaza la realidad unidimensional de un solo nivel en el pensamiento clásico y cuyo planteamiento incide directamente en los procesos de participación de los actores involucrados en los temas de investigación.

La transdisciplina es definida por Ruíz (2006), como la expansión del enfoque interdisciplinario hacia la participación de otros actores. Esta característica excluye la posibilidad de obtener un análisis de un sistema complejo por la simple adición de estudios sectoriales correspondientes a cada uno de los elementos (García, 2010). Siguiendo a Olivé (2011) la investigación de corte transdisciplinar se caracteriza porque, además de utilizar conceptos y métodos provenientes de diferentes disciplinas, también ella forja conceptos y métodos que no existían previamente y que no se identifican con ninguna disciplina particular, como aquellos que valoran e integran distintos tipos de conocimiento, lo cual puede incluir disciplinas científicas o académicas, así como distintos tipos de sistemas de conocimiento, por ejemplo, basados en la experiencia empírica, el conocimiento local o el conocimiento indígena (Méndez et al., 2013).

Es decir, a diferencia de lo que ocurre en el marco del paradigma simplificado, el paradigma de la complejidad a través del enfoque transdisciplinar considera diferentes tipos de sistemas de conocimientos como válidos y pertinentes así estos no hayan sido

fundamentados por el grupo de expertos que direccionan la producción de conocimiento científico clásico.

De esta manera y en el marco de este paradigma, en la agroecología la apreciación del conocimiento de origen campesino desafía los enfoques convencionales a la investigación agrícola y a las políticas relacionadas que privilegian las epistemologías objetivas sobre la producción de conocimiento (Méndez et al., 2013).

Particularmente en los procesos de conservación de agrobiodiversidad, los agricultores no restringen su participación al suministro de información y material de estudio, ni a cumplir mecánicamente las instrucciones proporcionadas desde fuera de su contexto, sino que su conocimiento asociado al cultivo, uso y valoración de especies vegetales, es considerado uno de los ejes centrales de los procesos de investigación (Bisht et al., 2005; Warner, 2008; Farooque y Maikhuri, 2009; Turner et al., 2011; Grenade y Nabhan, 2013; Clavijo et al., 2014).

En ellos los agricultores reconstruyen su historia, co-diagnostican la problemática asociada a estas especies, diseñan y aportan activamente en la investigación, para finalmente utilizar los resultados obtenidos, no solo en procesos productivos sino también en procesos de intercambio monetarios, no monetarios, de experiencias, organización, gestión y hasta de reconstrucción de identidad y cultura (Nautiyal et al., 2008; Ranaboldo y Schejtman, 2009; Koohafkan Y Altieri, 2010; Pérez y Clavijo, 2012 y FAO, 2015).

2.2 Marco conceptual

Con base en lo anterior esta investigación acogió para su sustento, cinco conceptos centrales: el de **agroecología** como ciencia de la complejidad, a través de sus dimensiones ecosistémica y cultural; el de **agroecosistema** como objeto de estudio de esta ciencia y particularmente en este caso los **agroecosistemas tradicionales**. En estos últimos, al ser parte fundamental de su estructura, también se presenta el concepto de **agrobiodiversidad** la cual se estima ha permanecido en ellos a través de **conservación in situ**, concepto que también es abordado:

2.2.1 Agroecología

La agroecología es definida por Caporal *et al.*, (2009) como una ciencia que permite una mirada más compleja de los sistemas de producción y los fenómenos que en estos se presentan. En ella coexisten los planteamientos ecológicos, productivos, sociales y políticos como una muestra de la diversidad de sus significados y aplicaciones, que según Wezel *et al.*, (2009) y Toledo (2012), dan cuenta de sus tres concepciones: ciencia, práctica y movimiento social.

En referencia a lo anterior, León y Altieri (2010) proponen definir la agroecología como “...la ciencia que estudia la estructura y función de los agroecosistemas tanto desde el punto de vista de sus interrelaciones ecológicas como culturales...”. De ahí los argumentos para plantear dos dimensiones de estudio en la agroecología, cultural y ecosistémica, cuyos fundamentos se soportan en las orientaciones que Ottman (2005); Sevilla (2006), León (2010), López (2012) y Toledo (2012), proponen analizar, comprender y aportar de manera integral a procesos sostenibles de manejo de bienes naturales en agroecosistemas locales.

a) Dimensión ecosistémica.

La dimensión ecosistémica de la agroecología considera el funcionamiento ecológico de la naturaleza, lo cual constituye un componente imprescindible para esta ciencia (Sevilla, 2006). Particularmente, se centra en las características físicas, biológicas y ecológicas de los agroecosistemas, las cuales definen las características de sus componentes y estos a su vez definen la estructura del agroecosistema, al interior y fuera del cual se están desarrollando una serie de interrelaciones que determinan su funcionalidad (Gliessman, 2002; Moya, 2014).

Autores como Tarrason (2008); Altieri y Nicholls (2007 y 2013); Sarandon *et al.*, (2014) y León (2014) coinciden que el identificar y analizar estas variables ecosistémicas, así como sus respectivas interrelaciones, no solo proporciona elementos para comprender y proponer el diseño ecológico del agroecosistema, sino también dan las pautas para inferir sobre las posibles interacciones e impactos que ese diseño puede tener sobre sus propios componentes, así como en sistemas adyacentes tales como: fuentes de agua, suelos, bosques, páramos, entre otros.

Bajo esta concepción, Sarandón (2002) advierte que, en un estudio agroecológico, resulta necesario considerar por lo menos tres niveles jerárquicos: el sistema que nos interesa, el que está por encima o lo contiene y los componentes y subsistemas del mismo. Por tal razón, esta dimensión invita a generar y analizar información desde distintas escalas, entre las cuales la descripción del paisaje circundante resulta de gran importancia como marco de referencia para el análisis del agroecosistema como tal y por ende el de sus respectivos componentes, entre los cuales se cuenta la diversidad de cultivos, y dentro de ellos, para éste caso en particular, los tubérculos andinos (Ottman, 2005; Etter et al., 2011 y León, 2014).

De acuerdo con lo dicho y acogiendo las orientaciones dadas por Dalgaard, et al., (2003); Ottman (2005); León (2014); Sarandón (2014) y León et al., (2018) en esta dimensión de la agroecología, las variables propuestas para su estudio, se encuentran distribuidas en distintas escalas, las mismas que en lugar de ser excluyentes, suelen ser necesarias de abordar:

- i. Escala de paisaje circundante al agroecosistema:** En esta escala las variables a considerar son: clima predominante; características geomorfológicas y edáficas; descripción de la matriz principal de paisaje y si es del caso, su evolución en el tiempo; descripción de coberturas y usos del suelo. Adicionalmente, siguiendo el principio de reciprocidad que tiene el enfoque de sistemas, la conectividad del agroecosistema con la estructura principal del paisaje (CEEP), se vuelve determinante en este punto, sobre todo porque su valor, permitirá inferir sobre la funcionalidad ecológica del mismo.

- ii. Escala de agroecosistema.** Aquí resulta por demás necesaria, la identificación y descripción detallada de los distintos componentes que el agricultor coloca de forma deliberada en sus predios siendo estos de tipo pecuario, agrícola, silvícola y hasta acuícolas, es decir la biodiversidad planificada. Así como el detalle de aquellos relictos de ecosistemas naturales, que, por distintas causas, en ocasiones suelen estar dentro del predio (bosques, herbazales, arbustales, ríos, lagos). Cuenta aquí también la descripción de los arreglos espaciales y temporales de los componentes del agroecosistema: por ejemplo, cultivos en fajas, policultivos, ganado en pastoreo y/o estabulado,

parcelas en descanso, árboles dispersos y los respectivos planes de rotación. Así como, la descripción de conectores internos y externos, caso cercas vivas o cortinas rompe vientos con árboles y/o arbustos.

iii. Escala de componentes o subsistemas (agrícola, pecuario, forestal): en esta escala se requiere la identificación y descripción de la diversidad de especies en los componentes pecuarios; agrícolas y o forestales que componen el agroecosistema, la identificación de la diversidad intra específica, si se trata del estudio de una especie cultivada o espontánea en particular, así como la incidencia y severidad de agentes causales y la presencia de enemigos naturales y organismos benéficos. En caso que el objeto de estudio sea el suelo o el agua dentro del agroecosistema, se consideran características biofísicas y químicas.

El determinar tales características, permitirá plantear estrategias que amplíen las funciones ecosistémicas por medio de la reintroducción de la complejidad en la estructura de los agroecosistemas, o en su defecto visibilizar y aprovechar las ya existentes (Sarandón, 2014). De esta manera cobra relevancia las decisiones del agricultor como diseñador del agroecosistema, las cuales pueden obedecer a una serie de factores, que además de los atribuidos al contexto biofísico, corresponden a otros de orden político, económico, social, tecnológico e institucional (Morales, 2004; León, 2014). Todos estos, aspectos ocupan a la dimensión cultural de la agroecología.

b) Dimensión cultural.

Esta dimensión de la agroecología acoge como eje orientador el concepto de cultura, entendida como aquella dimensión simbólica-expresiva de todas las prácticas sociales incluidas sus matrices subjetivas y sus productos materializados en forma de instituciones y artefactos. En otros términos, la cultura es el conjunto de signos, símbolos, representaciones, modelos, acciones y valores inherentes a la vida social (Barbero et al., 2000).

Por lo tanto, el hecho que el ser humano sea parte de la naturaleza, como evidencia de la apropiación simbólica de ésta, lo fuerza de alguna manera, a depender del entorno en el

cual se desenvuelve su existencia, ya sea para tomar de él los alimentos que necesita para su subsistencia, elaborar sus vestidos o fabricar sus viviendas, construyendo así sus mitos, leyendas, representaciones pictóricas y rituales (Strauss, 2004). En palabras de Harris (1989) la naturaleza determina las representaciones colectivas y la continuidad de las formas culturales adoptadas por los pueblos en diferentes momentos de la historia.

Sin embargo, ese proceso de simbolización no se queda allí, sino que se concreta en la estructuración misma de la organización social, para finalmente, materializarse en las distintas plataformas tecnológicas utilizadas por los seres humanos a través de su historia evolutiva (Angel, 1996). La agroecología como ciencia, fija su interés en la agricultura como la mayor y más significativa de las relaciones históricas entre el ecosistema y la cultura, relación a partir de la cual se crean y manejan los agroecosistemas. Estos últimos considerados el objeto de estudio de ésta ciencia (León, 2014).

En su dimensión cultural, la agroecología incorpora la perspectiva histórica, la cual según Ottman (2005) nos lleva a reconstruir, interpretar, valorar y repensar los agroecosistemas desde una óptica de sostenibilidad. Es decir, reconociendo en ellos el proceso relacional, o si se quiere co-evolutivo, que ha tenido el ser humano y los ecosistemas a lo largo del tiempo, como resultado de las estrategias adaptativas del primero sobre los últimos. Estrategias que se han fundamentado en un permanente cambio del ser humano y de su entorno, resaltando una dinámica entre la diversidad cultural y la diversidad biológica (González y Valencia, 2012).

El planteamiento de Ángel (1996), va precisamente en esta dirección y define a la cultura como una plataforma instrumental compleja y creciente que permite explicar los procesos adaptativos del hombre a los límites impuestos por los ecosistemas. Esta plataforma de adaptación no incluye solamente las herramientas físicas de trabajo, sino también las formas de organización socio-económica y esa compleja red de símbolos que cohesiona los sistemas sociales. En palabras de Harris (1989) la naturaleza determina las representaciones colectivas y la continuidad de las formas culturales adoptadas por los pueblos en diferentes momentos de la historia.

Bajo esas premisas, y con el fin de guiar esta investigación, se consideró lo propuesto por González y Valencia (2012) quienes, a partir de lo expuesto por Marvin Harris y Augusto Ángel Maya, desglosan a la cultura en los siguientes elementos:

- i) el sistema de conocimiento coligado a estas especies expresado en sus usos, valoraciones y creencias;
- ii) las prácticas y tecnologías aplicadas para su cultivo;
- iii) las instituciones o reglas de juego que organizan su producción, y
- iv) las distintas formas de intercambio de su cosecha.

A manera de síntesis y en palabras de León (2014), la agroecología “...no es, por lo tanto, una ciencia que se limita al estudio ecológico de lo que sucede al interior y al exterior de las fincas o de los campos de cultivo. Es una ciencia que abarca los estudios simbólicos, sociales, económicos, políticos y tecnológicos que influyen en el devenir de las sociedades agrarias. Incluye, por supuesto, análisis ambientales de las tecnologías utilizadas, del manejo de recursos naturales, de las visiones del desarrollo rural, de las externalidades económicas” León (2014: 32). Es decir, proporciona un enfoque que refleja la naturaleza de los agroecosistemas, como resultado de una co-evolución entre ecosistema y cultura.

2.2.2 Agroecosistema

En su definición más sencilla y con elementos ecológicos-productivos, Gliessman (2002) explica el agroecosistema como un sitio de producción agrícola, resultado de la manipulación y alteración que el ser humano hace de los ecosistemas naturales, con el propósito de producir alimentos. En ellos, es posible observar ya sea en mayor o menor proporción los procesos y estructuras de un ecosistema natural.

Tanto la estructura y la función de los agroecosistemas están determinadas por los componentes de biodiversidad y sus interacciones; en ellos los procesos ecológicos exhiben dimensiones espaciales y temporales. Su estabilidad, no solo está relacionada con el número de especies presentes sino más bien con las conexiones funcionales entre estas. En general, mientras más diversos sean los agroecosistemas tienden a ser más

estables y resilientes³, motivo por el cual la biodiversidad se debe mantener o promover para mantener su capacidad de autorregulación (Altieri y Nicholls, 2013).

De hecho, los agroecosistemas diversos exhiben capacidades homeostáticas, que pueden suavizar variables externas cambiantes. La energía solar es el motor del sistema a través del proceso fotosintético de las plantas, por lo que todos los niveles tróficos del agroecosistema, se organizan y dependen del nivel trófico primario. Mientras más compleja sea la vegetación, más complejos son los niveles tróficos asociados (Altieri y Nicholls, 2013).

Por otra parte, Mazoyer y Roudart (1998) introducen algunos elementos de la cultura dentro de la definición de agroecosistema, al incorporar en ella lo social y lo adaptativo. De esta manera los autores describen al agroecosistema como una modalidad de utilizar el ambiente históricamente construido en un sistema de fuerzas productivas adaptadas a las condiciones bioclimáticas en un espacio determinado, que responde a las condiciones sociales y a las necesidades del momento. En esta misma línea Tarrason (2008), argumenta que el agroecosistema nace de la interacción entre la dimensión biofísica, donde tienen lugar los procesos ecológicos, y la dimensión socioeconómica que influye y está influida, directa o indirectamente, por la racionalidad productiva del agricultor. Las políticas y los arreglos institucionales definen los márgenes de maniobra de los productores y se redefinen constantemente desde las negociaciones locales.

Con base en todo lo anterior, los agroecosistemas según León (2010) corresponden a *“...el conjunto de relaciones e interacciones que suceden entre suelos, climas, plantas cultivadas, organismos de distintos niveles tróficos, plantas adventicias y grupos humanos en determinados espacios físicos y geográficos, cuando son enfocadas desde el punto de vista de sus flujos energéticos y de información, de sus ciclos materiales y de sus relaciones simbólicas, sociales, económicas y políticas, que se expresan en distintas*

³ La resiliencia hace relación a la capacidad que tienen los sistemas naturales de absorber perturbaciones sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad, pudiendo regresar a su estado original una vez que la perturbación ha cesado (Nicholls y Altieri, 2011).

formas tecnológicas de manejo dentro de contextos culturales específicos” (León, 2010:65)⁴.

En este punto se hace necesario mencionar que, durante los últimos cincuenta años, buena parte del diseño de los agroecosistemas se ha destacado por una simplificación estructural, mediante la expansión del riego constante y la introducción de nuevas tecnologías (plaguicidas, fertilizantes químicos y variedades homogéneas) cuyos efectos perniciosos sobre la biodiversidad son bien conocidos (Pretty, 2010). Los motores de tal simplificación han sido la orientación mercantil de la producción que fue imponiendo con el tiempo cultivos y variedades acordes con el mercado y el incremento de la población (Pengue, 2005).

Esta orientación productiva, requirió de un espacio agrícola cada vez mayor, de rotaciones más cortas, menos variedades y tipos de cultivo y por supuesto, de más agua (Guzmán y González, 2007). Esto condujo a un incremento de áreas dedicadas a una agricultura tecnificada y/o semi-tecnificada, reflejando de alguna manera la eficacia de un modelo con una concepción pragmática y utilitarista en el que la tecnología adquiere un valor predominante como transformadora de la naturaleza y factor de producción (Morales, 2004). En palabras de Ángel (1996), esa es la representación simbólica que con mayor fuerza incide en las sociedades agrícolas modernas.

Como evidencia de lo anterior, en la zona andina colombiana Raymond (1990), Forero (1999), Benzing (2001), Yanggen., *et al* (2003), León (2007), Saavedra (2009), Fajardo (2014) entre otros, dan cuenta de extensas áreas cultivadas con monocultivos de papa, pastos, cebolla, maíz, frijol, café, frutales y hortalizas, caracterizados mayoritariamente por el alto uso de agroquímicos, maquinaria agrícola e importantes inversiones de dinero cuyo propósito principal es su venta en mercados urbanos, especialmente en capitales de provincia y/o departamentos.

⁴ En un segundo texto, el mismo autor llama la atención sobre la distinción de dos niveles de agroecosistemas en los territorios o paisajes: Nivel mayor, refiriéndose a la finca en su conjunto y Nivel menor a los sitios específicos de cultivo, pradera o sistemas agroforestales dentro de la finca. En este sentido, cabe aclarar que el presente documento usa el término agroecosistema para referirse a este, desde su nivel mayor (León, 2014)

A pesar de lo anterior, en los Andes colombianos no solo la agricultura industrializada con enfoque de revolución verde es la única expresión agrícola. Con ella coexisten otros sistemas de producción, entre las cuales sobresalen los agroecosistemas tradicionales

2.2.3 Agroecosistemas tradicionales

Los agroecosistemas tradicionales se han ido configurando durante siglos a partir de una co-evolución cultural y biológica, por cuanto representan la experiencia acumulada de los agricultores en su interacción con el medio (Rosset y Altieri, 2017).

Incorporan en su diseño y manejo prácticas de cultivo desarrolladas a nivel local y se consideran genéticamente diversos ya que manejan sistemas de policultivo como parte de su estrategia alimentaria y de subsistencia (Toledo y Barrera, 2008). La mano de obra familiar es su principal fuerza de trabajo (Barril y Almadar, 2007), razón por la cual enmarcan perfectamente como un exponente de lo que hoy en día se denomina Agricultura Familiar, no solamente porque la familia es propietaria de la finca y que el trabajo es realizado por los miembros de la familia, sino por la forma en la que la gente cultiva y vive (Ploeg, 2014). Es en ellos, donde recae la tarea de interactuar con los reservorios más ricos de diversidad biológica del planeta, quienes manejan y mantienen la diversidad agrícola (Toledo y Barrera, 2008).

Mayoritariamente suelen ser micro y minifundios, abastecen de productos a los mercados locales y mantienen formas tradicionales de preparación de alimentos (Altieri, 1999; Altieri y Nicholls, 2007 y Estévez, 2012). Los agroecosistemas tradicionales que persisten, aunque modificados y evolucionados, se desarrollaron desde tiempos y lugares donde la única fuente energética provenía de la mano de obra humana y de los recursos locales. Son fruto de la capacidad de observación, transferencia de conocimiento y aprendizaje de los campesinos, es decir de la naturaleza experimental del conocimiento local, lo cual no quiere decir que hayan permanecido estáticos en el tiempo. Por el contrario, para mantener la complejidad que los caracteriza, han requerido de la capacidad constante de innovación del agricultor, de tal forma que puedan adaptarse dentro de un contexto cada vez menos favorable, en condiciones marginales y variables, y con tierra y recursos limitados (Vivanco, 2010).

La elevada diversidad que albergan estos sistemas, proporcionan a las poblaciones locales el mantenimiento de su economía doméstica, garantizando la satisfacción de sus necesidades básicas y la diversificación de su dieta, y en muchas ocasiones posibilita entradas económicas a través del intercambio local o venta de productos (Cadavid, 2012).

Tomando como referencia el enunciado anterior, cobran relevancia los planteamientos de Toledo et al., (2014) quienes resaltan la importancia que tienen los agroecosistemas tradicionales en el aporte diversificado de alimentos a nivel local, debido a su estrategia de uso múltiple, la cual implica no solo una respuesta a las diferentes vocaciones productivas de los ecosistemas a los cuales ellos se han adaptado, sino también y en primer término, como una estrategia para el reconocimiento y aprovechamiento de los potenciales alimentarios de estos espacios.

Así esta estrategia productiva multidimensional⁵, garantiza la diversidad alimentaria, como consecuencia de la diversidad ecológica y biológica, lo cual favorece dentro de determinados límites ecológicos y tecnológicos, la autosuficiencia de los agricultores, las localidades y las regiones. Adicionalmente, de acuerdo con Tarrason (2008) los agroecosistemas tradicionales protegen los valores culturales de las poblaciones y son un medio de conservación y transferencia del conocimiento local.

Según Rosset y Altieri (2017:34) a pesar de su amplia heterogeneidad alrededor del mundo, y de sus particularidades geográficas e históricas, la mayoría de agroecosistemas tradicionales comparten los siguientes rasgos característicos:

- “Poseen niveles muy altos de biodiversidad, que desempeñan un papel importante en la regulación del funcionamiento del ecosistema y en la provisión de servicios ecosistémicos.
- Constituyen sistemas ingeniosos de conservación y gestión de recursos edáficos e hídricos a nivel de paisaje que mejoran la eficiencia de los agroecosistemas.

⁵ Apropriación de múltiples ecosistemas, con múltiples especies que generan múltiples productos, mediante la ejecución de diferentes prácticas productivas.

- Son sistemas agrícolas diversificados que ofrecen una gran variedad de productos que aportan a la soberanía alimentaria local y en algunos casos hasta nacional, y a su vez la seguridad de los medios de vida.
- Corresponden a agroecosistemas que poseen una resiliencia y robustez para minimizar los riesgos ante la variabilidad y estocasticidad
- Están alimentados por sistemas de conocimiento tradicionales con constantes innovaciones de nuevas tecnologías campesinas
- Poseen valores culturales fuertes y formas de organización social colectivas, traducidas como instituciones habituales para la gestión agroecológica, accesos normativos para accesos de recursos y el reparto de responsabilidades y beneficios”.

Precisamente en este tipo de agroecosistemas Espinosa et al., (1997), Tapia y Fries (2007), Suquilanda (2010); Aguirre et al., (2012) y CONDESAN (2013) sostienen que, en la zona andina de Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia, aún se conservan más de 40 especies domesticadas en la época prehispánica y todavía cultivadas en distintos pisos altitudinales como base de la alimentación regional⁶. Todas especies vegetales que forman parte sustancial de la agrobiodiversidad andina.

2.2.4 Agrobiodiversidad

La agrobiodiversidad se entiende como todos los componentes de la biodiversidad relacionados con la alimentación y la agricultura, es decir, las especies cultivadas y sus parientes silvestres y, además, todos los componentes que contribuyen a mantener las funciones de los agroecosistemas (Convenio Biodiversidad Biológica, 1999).

⁶ Entre ellas, se pueden contar: tubérculos (*Oxalis tuberosa*, *Ullucus tuberosus*, *Tropaeolum tuberosum* y *Solanum* sp); cereales (*Chenopodium quinoa*, *Chenopodium pallidicaule*, *Amaranthus caudatus* y *Zea mays*); raíces (*Ipomea batatas*, *Arracacia xanthorrhiza*, *Smalanthus sonchifolius*, *Canna edulis*, *Pachyrrhizus ahipa*, *Lepidium peruvianum* y *Mirabilis expansa*); leguminosas de grano (*Lupinus mutabilis*, *Phaseolus lunatus*, *Erythrina edulis* Triana ex Micheli); cucurbitáceas (*Cucurbita maxima* Duch, *Cucurbita moschata*, *Ciclanthera pedatay Cucurbita ficifolia*); frutas (*Physalis peruviana*, *Cyphomandra betacea*, *Inga feuillei*, *Solanum muricatum* y *Ficus indica*, *Carica pubescens*, *Prunus serotina* subsp. *capuli* (Cav.) McVaugh, *Sambucus peruviana*, *Rubus glaucus* Benth, *Rubus roseus* Poir, *Vaccinium floribundum* Kunth y una gama importante de pasifloráceas, condimentos y especias como *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. Y *Galinsoga parviflora* Cav.

Para Pimbert (1999) la agrobiodiversidad comprende la variedad y variabilidad de animales, plantas y microorganismos que son importantes para la alimentación y la agricultura, lo cual se deriva de una interacción entre el componente biofísico, los recursos genéticos y los sistemas de manejo, que incluyen las prácticas utilizadas para tal fin por la gente. Así se reconoce que el rol de la humanidad ha resultado de vital importancia para su generación (Casas y Parra, 2007 y Zimmerer, 2012).

Siguiendo a Lobo (2008) y Mac Key (2005) se presume que el cultivo de plantas precedió a la domesticación y que ésta fue un proceso adaptativo lento que tomó casi 2000 años para su establecimiento. Una vez domesticadas las plantas, fueron alteradas por los humanos a través de selección dirigida⁷ y no dirigida (Araus et al., 2007), lo que se llevó a cabo a través de la acumulación de conocimiento tradicional sobre la utilidad de las plantas y animales, el cual pasó de generación en generación. Posteriormente, con base en el desarrollo del conocimiento científico y utilizando las variedades del agricultor, comenzó una época de producción de cultivares mejorados por parte de programas públicos que pusieron estos materiales a disposición de empresas de semillas, pasando luego dichas empresas a la implementación y la producción de híbridos y de variedades comerciales (Lobo, 2008).

Adicionalmente las adaptaciones particulares y específicas de la agrobiodiversidad a los distintos espacios geográficos ocupados por los seres humanos, incidieron en la gama de variaciones vegetales, también producto de un fino conocimiento ecológico de las condiciones locales de quienes mantienen y manejan esta diversidad agrícola (Toledo y Barrera, 2008). Una clara evidencia de esta conjunción de adaptación de especies vegetales a diferentes espacios y tiempos, se puede constatar en la región andina. Según Mujica y Holle (1998) en esta zona, las limitaciones geográficas y medioambientales fueron y aún son convertidas por sus habitantes en oportunidades para la domesticación y cultivo de plantas.

⁷ Es una técnica de control reproductivo mediante la cual los seres humanos seleccionan los fenotipos de organismos domésticos o cultivados. Esta técnica opera sobre características heredables de las especies, aumentando la frecuencia con que aparecen ciertas variaciones genéticas en las siguientes generaciones, lo cual produce una evolución dirigida, en la que las preferencias humanas determinan cuales son los rasgos que permiten la supervivencia y el traspaso de esas características a la siguiente generación.

Según Toledo y Barrera (2008), los procesos de domesticación de plantas, también dieron lugar a un nuevo contingente de organismos asociados a ellas, lo que Brussaard et al (2007) denominan el componente no planeado de la agrobiodiversidad o Swift y Anderson (1993), citados por Altieri y Nicholls (2007) la biodiversidad asociada a los cultivos, dentro de la cual se incluye la micro, meso y macrofauna del suelo, así como especies de plantas no cultivadas.

En este orden de ideas para Thrupp (2000) la agrobiodiversidad involucra recursos biológicos ligados a la agricultura, entre los cuales se encuentran: los recursos genéticos; las plantas y los cultivos comestibles que incluyen variedades tradicionales y materiales mejorados; las especies vegetales no cultivadas, el ganado y los peces; los organismos del suelo y otros organismos asociados. *O. tuberosa*; *T. tuberosum* y *U. tuberosus*, son parte importante de los recursos fitogenéticos de la región andina.

Según el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (PGRFA en inglés) FAO (2009b, 2010) los recursos fitogenéticos corresponden a la diversidad genética de origen vegetal que posee un valor incalculable para la alimentación y la agricultura y cumple una función trascendental en la producción de alimentos. Estos constituyen la base biológica para la seguridad alimentaria, así como elemento indispensable del desarrollo sostenible que incluye especies de variedades cultivadas nativas o mejoradas, materiales de reproducción, accesiones en bancos de germoplasmas y plantas silvestres con potencial para utilizarse en la agricultura. Estos recursos, a su vez, están relacionados con procesos de hibridación natural y prácticas de cultivos asociados a la selección voluntaria e involuntaria así como el intercambio de semillas entre agricultores (Koohafkan & Altieri, 2017).

Debido la relación y contribución pasada, presente y futura de los agricultores en zonas con amplia variabilidad alrededor del mundo, se entiende su conservación desde una óptica socioecológica, donde mantener dicha diversidad significa proteger integralmente todo lo que contenga un valor para la agricultura, entre ellos, las tradiciones y prácticas de los agricultores (FAO, 2009b Artículo 2)

2.2.5 Conservación *in situ*

Según el Convenio de Diversidad Biológica (CDB, 1992:3) la define como “*La conservación de ecosistemas y hábitats naturales, así como el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en su entorno natural y en el caso de las especies domesticadas o cultivadas en el entorno donde han desarrollado sus propiedades distintivas*”.

Para esta investigación, se acoge la definición de Tapia y Rosas (1998) que la explican como aquella conservación basada en la participación activa de la familia campesina, que involucra el mantenimiento y distintos usos de variedades o cultivos, dentro de sistemas agrícolas. La conservación vista de esta manera no privilegia únicamente el valor biológico o técnico de la agrobiodiversidad, sino también el conocimiento, el comportamiento social y económico y la organización local de las poblaciones campesinas (Villarreal et al., 2001).

Bajo esta concepción, no se asume al campo cultivado como un ente aislado del resto de la realidad, sino como la representación de la forma que tienen los campesinos de relacionar su cultura, su experiencia, la producción y la naturaleza, a través de unos mosaicos de vivencias, polivalentes y multidimensionales en el cual la parte social y natural no tienen división (Morales, 2004). No en vano, la conservación *in situ*, es considerada el equivalente de la conservación dinámica, por referir el hecho de permanecer en el contexto en el cual las especies vegetales se han desarrollado, a través de una serie de constantes innovaciones, diseñadas por quienes las cultivan (Rivas, 2000).

En el caso particular de las especies andinas, tal dinamismo enfatiza el uso, como la capacidad de movilidad de estos recursos al interior de cada finca campesina y fuera de ellas, tanto espacial como temporalmente. Así uno de los rasgos distintivos de la conservación *in situ* de cultivos andinos, es su apreciable distribución en distintos pisos térmicos, dentro de los cuales también puede notarse una importante variabilidad (Rea, 1992). Así, en palabras de Grenade y Nabhan (2013), la conservación *in situ* involucra conservar, el conocimiento asociado al manejo de éstos recursos, sus prácticas y

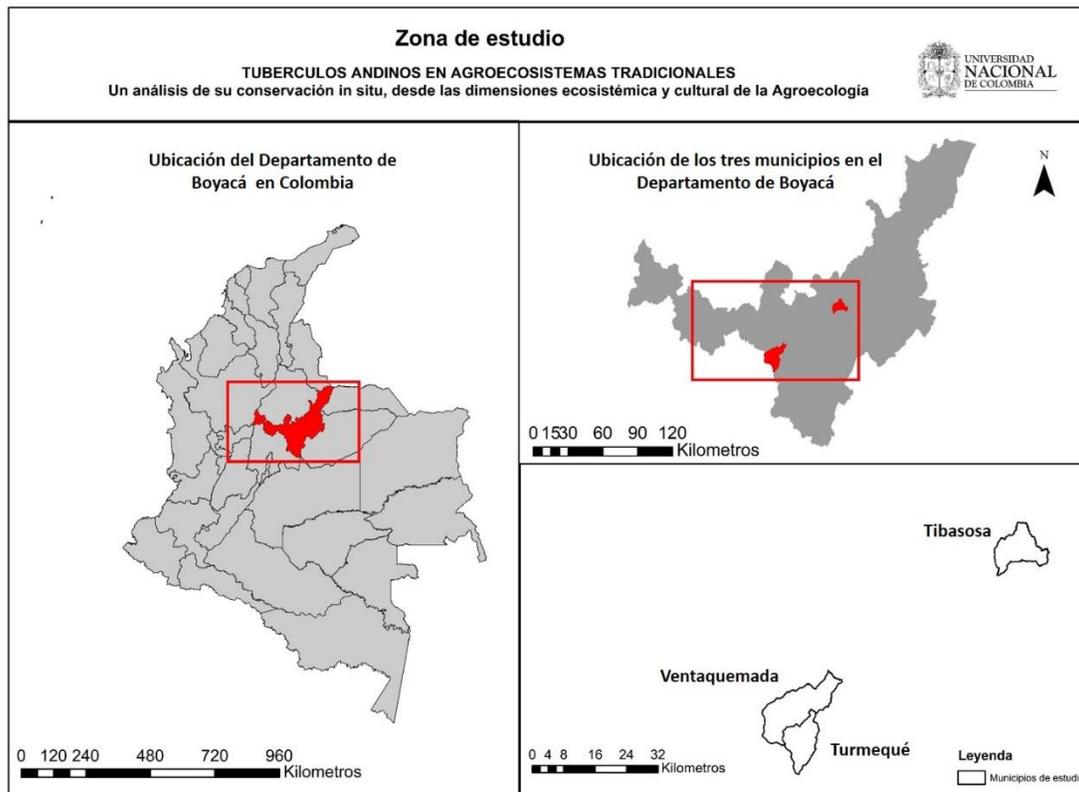
tradiciones no solo agrícolas, sino también de uso, definición a la cual se acoge el presente estudio.

3. Metodología de la investigación

3.1 Descripción de la zona de estudio

Esta investigación se llevó a cabo en diecisiete agroecosistemas tradicionales distribuidos en tres municipios del departamento de Boyacá (figura 3-1). Cinco (5) de ellos ubicados en el municipio de Ventaquemada, cuatro (4) en el municipio de Turmequé y ocho (8) en el municipio de Tibasosa.

Figura 3-1. Ubicación de la zona de estudio.

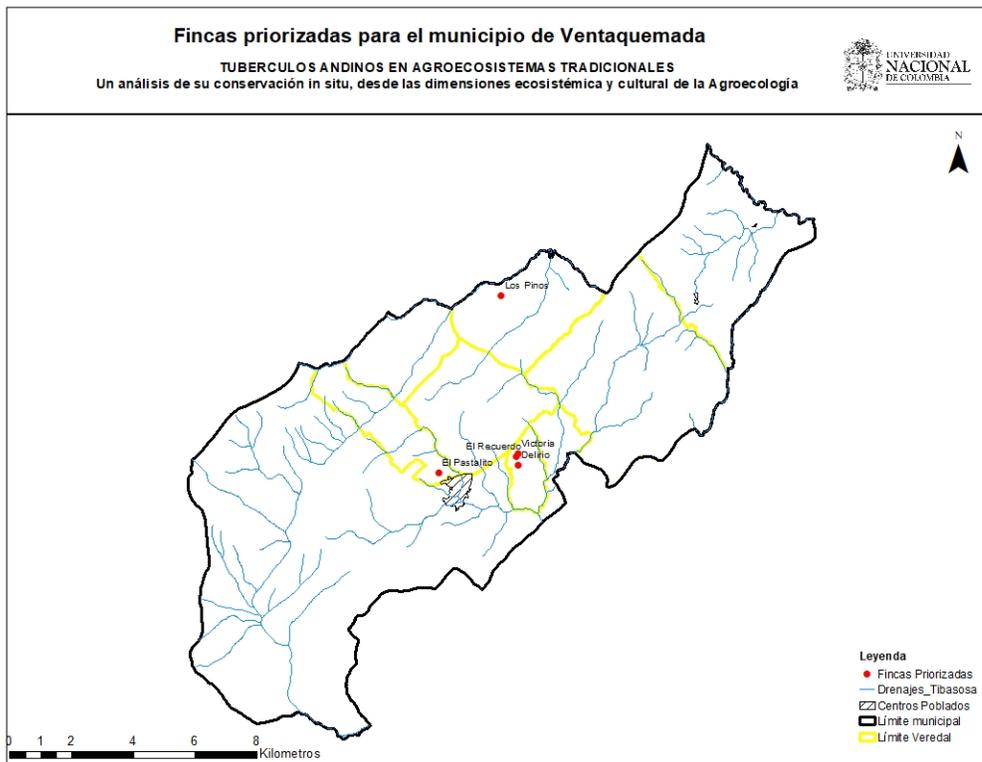


Fuente: Esta investigación

3.1.1 Municipio de Ventaquemada

El municipio de Ventaquemada está localizado en el sector centro oriente de Colombia, en el sur occidente del Departamento de Boyacá, a 98 km de Bogotá D.C. Limita al norte con los municipios de Tunja (29 km) y Samacá; por el oriente con Boyacá, Jenesano y Nuevo Colón; por el sur con Turmequé y Villapinzón; y por el occidente con Guachetá, Lenguaque y Villapinzón. Cuenta con una división política administrativa territorial de 19 veredas; el casco urbano y cuatro centros poblados. En este municipio la investigación consideró agroecosistemas de las veredas de San José del Gacal; Estancia Grande y Supatá (Ver figura 3-2).

Figura 3-2. Ubicación de agroecosistemas priorizados en el municipio de Ventaquemada.



Fuente: Esta investigación.

El área total del municipio es de 159.3 km², de los cuales 0.502 km² pertenecen al perímetro urbano. Su relieve es ondulado-quebrado (80%) y plano (20%). Se encuentra entre los pisos térmicos frío y páramo, la temperatura oscila entre los 8°C-14°C y posee un patrón de distribución de lluvias bimodal con un promedio de precipitación anual de

864.3 mm. Entre los meses de mayo –octubre se presentan la mayor cantidad de lluvias.

La población reportada por el DANE para el año 2015 fue de 15.442 habitantes de los cuales, el 15.5% se encontraban en zona urbana y el 84.5% en zona rural. Según el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) de Ventaquemada (2017), dentro de las fortalezas más importantes del municipio se destaca su recurso hídrico, su red vial y el sistema de transporte, entre otros. Sin embargo, presenta debilidades como la baja generación de empleo, la articulación con el mercado, la intermediación, el bajo valor agregado y la escasa rotación de cultivos, entre otros. De igual forma el EOT destaca el deterioro constante de los recursos hídricos, fauna y flora, por causa de la aplicación de agroquímicos en los cultivos. Actualmente las zonas de páramo están altamente intervenidas por establecimiento de cultivos de papa o pastos. En los últimos años debido a las fluctuaciones en la producción y mercado de papa, las áreas destinadas a pastos, se ha incrementado. La cobertura de los acueductos es del 85%, con algunos problemas como pérdidas de agua y falta de plantas de tratamiento excepto el acueducto del Puente de Boyacá.

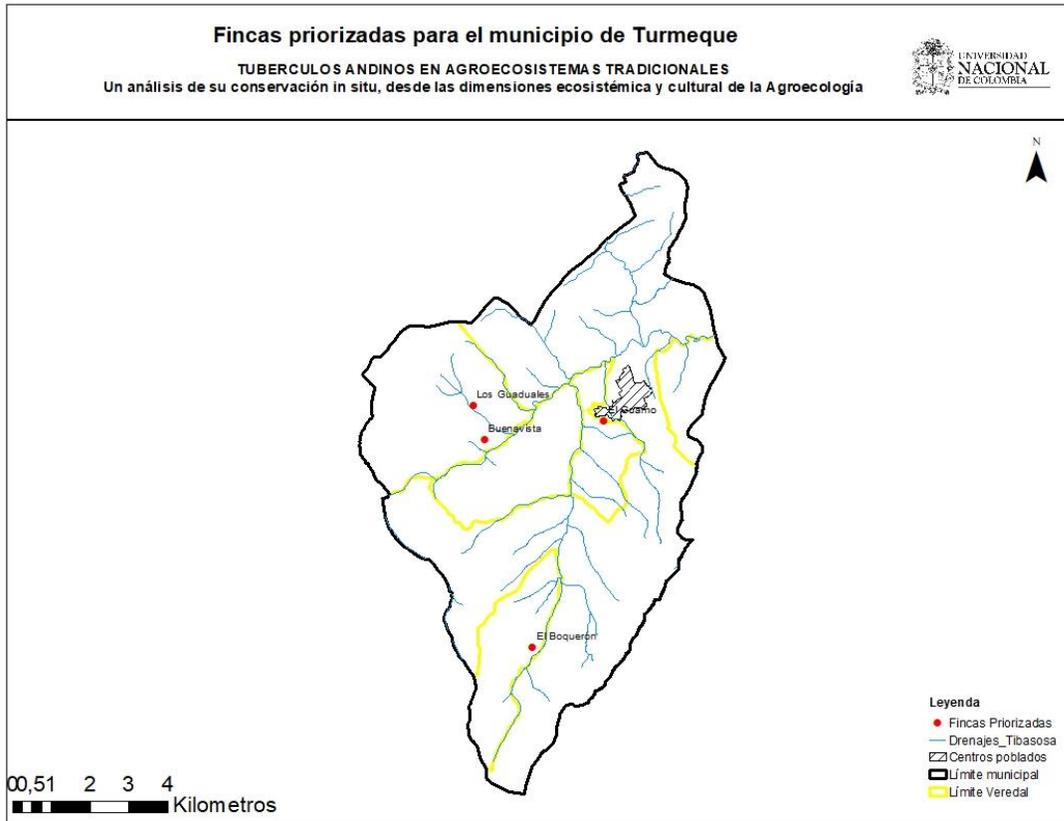
3.1.2 Municipio de Turmequé

El municipio de Turmequé se encuentra localizado en el departamento de Boyacá, pertenece a la provincia de Márquez y está ubicado a una altura de 2389-3200 metros. Limita al norte con Nuevo Colón y al sur con Villapinzón, al occidente limita con el municipio de Ventaquemada y al oriente con Úmbita. En relación con su entorno existen dos polos importantes de atracción en los cuales se desarrollan la mayoría de las funciones del municipio, estos son: Bogotá y Tunja; en tanto Ventaquemada, Nuevo Colón y Villa Pinzón que son sus vecinos, se constituyen en zonas de transición y cuya movilidad de la población es menor.

El relieve característico del municipio son los planos que se ubican hacia las riberas del río Albarracín y las montañas que poseen ondulaciones como también terrenos quebrados con fuertes pendientes, por lo que hay presencia de ecosistemas característicos de la zona andina como bosques y páramos. Cuenta con una división política administrativa en 13 veredas y un casco urbano, y un área total de 106 km² de los cuales 102 km² hacen parte del área rural y los 4 km² restantes corresponden al

centro urbano. La presente investigación se llevó a cabo en las veredas de Guanzaque, Teguanequé y Juratá (Ver figura 3-3).

Figura 3-3. Ubicación de agroecosistemas priorizados en el municipio de Turmequé.



Fuente: Esta investigación.

Posee un componente hidrológico representado por nacederos, quebradas, ríos principales y lagunas naturales que son de gran importancia para cubrir la demanda del acueducto urbano y rural. La temperatura media anual es de 14⁰C, registrando mínimas de 12⁰C y máximas de 16.5 ⁰C. Presenta un patrón de distribución de lluvias bimodal con meses de mayor precipitación comprendidos entre mayo-septiembre (EOT Municipio de Turmequé, 2017).

El municipio de Turmequé posee una población de 7780 habitantes, la mayoría asentada en la zona rural del municipio y consta de 5516 habitantes (Alcaldía de Turmequé, 2016). Depende económicamente del sector agrícola abasteciendo en gran medida los mercados locales y provinciales ya que no cuenta con una posición comercial que le

permita competir con éxito. La distribución de la tierra está basada en el microfundio, donde la mayoría de los predios son producto de la herencia familiar y no superan las 3 hectáreas. En la zona rural se desarrollan actividades agrícolas relacionadas al cultivo de especies transitorias como el frijol, maíz, haba, arracacha como también el cultivo de frutales tales como la curuba que se considera un cultivo permanente.

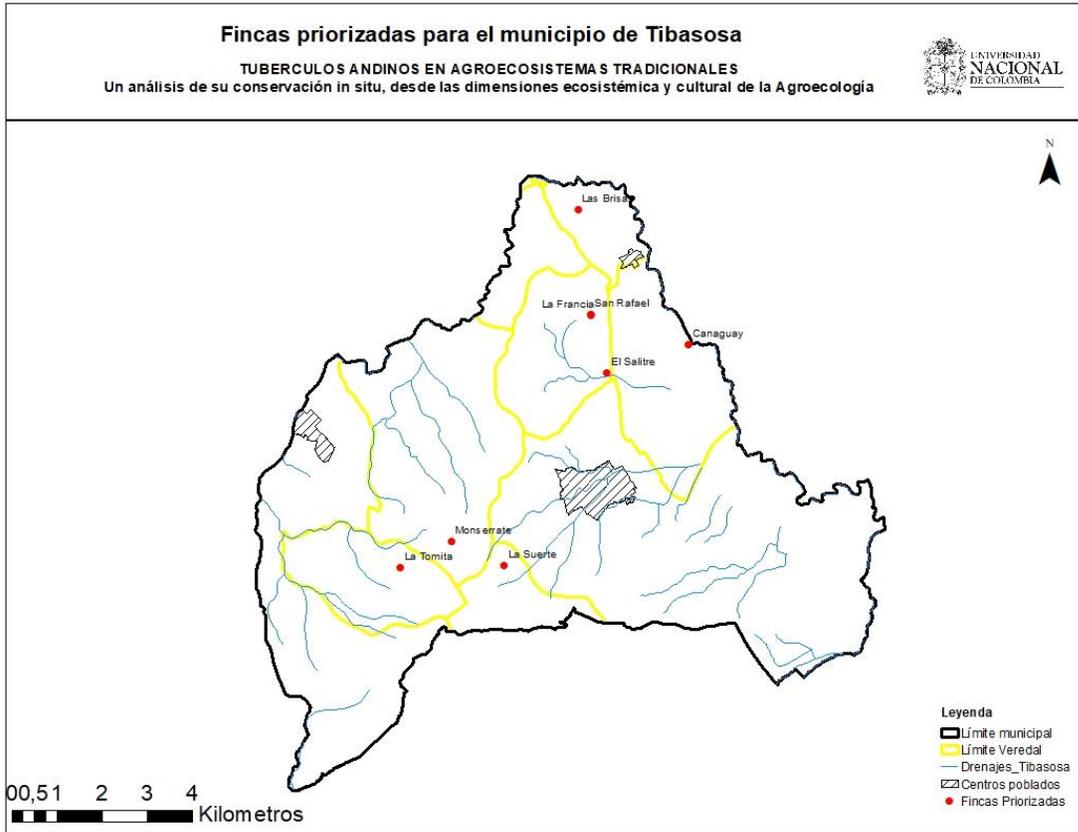
Según documentos municipales, el producto que sigue marcando el desarrollo del municipio es la papa, pero para el desarrollo futuro y debido a los conflictos que se generan por sobreuso del suelo, la curuba y la mora se muestra como la alternativa de diversificación con posibilidades de generación de ingresos adicionales para quienes la cosechen. Por otro lado, dentro de la actividad pecuaria se encuentra la ganadería de doble propósito y la crianza de especies menores como aves de corral, peces y conejos (EOT Municipio de Turmequé, 2017).

3.1.3 Municipio de Tibasosa

El municipio de Tibasosa se encuentra ubicado en el centro oriente del país y pertenece al departamento de Boyacá, limitando al norte con Duitama y Santa Rosa, por el oriente con Nobsa y Sogamoso, por el occidente con Paipa y por el sur con Firavitoba. El área del municipio es de 95 km², equivalente a un área de 9.430 hectáreas. El territorio del municipio está dividido en el área urbana y 14 veredas: Centro, Ayalas, El Espartal, El Chorrillo, El Hato, Estancias Contiguas, Suescún, La Boyera, La Carrera, Patrocinio, Esterillal, Las Vueltas y Peña Negra. En las tres últimas se llevó a cabo la presente investigación (figura 3-4).

En su mayoría presenta un relieve plano (85%) y un 15 % de suelo es apto para plantaciones forestales. Su mayor ocupación es rural la misma que posibilita el sostenimiento económico de sus habitantes a través de la agricultura y la ganadería. Por contar con una zona forestal amplia la población se beneficia de los recursos naturales básicos para su supervivencia. En cuanto a la distribución porcentual de habitantes por área de residencia se encuentra que el 33.92% (4.634 habitantes) está ubicada en el área urbana y el 66.08% (9.028 habitantes) en el área rural.

Figura 3-4. Ubicación de agroecosistemas priorizados en el municipio de Tibasosa.



Fuente: Esta investigación.

Tibasosa basa su economía en el sector agropecuario, comercial y turístico. La producción agrícola constituye una parte importante de la economía y se compone de trigo, papa, maíz, cebada, cebolla cabezona. Entre los cultivos permanentes se cosechan frutas como manzanas, feijoas, peras, ciruelas, chirimoyas, naranjas, duraznos, cerezas, guamas, higos y mortiños. La principal fuente de ingresos económicos proviene de las industrias alimenticias, por la elaboración de diferentes productos derivados de la feijoa y pequeños grupos asociativos que se encargan de la elaboración de prendas de vestir y algunos productos artesanales

3.2 Metodología

Como ya se enunció, este estudio se llevó a cabo en el marco de la agroecología como ciencia de la complejidad, a través de un enfoque transdisciplinar, apoyado en herramientas propias de la investigación cualitativa y complementado con datos cuantitativos. La investigación cualitativa es definida por Martínez (2004) como aquella que pretende identificar la naturaleza profunda de las realidades, su estructura dinámica, aquella que da razón plena de su comportamiento y manifestaciones. Es decir, considera a la realidad de manera holística y así desde su integralidad trata de explicarla. Las herramientas de investigación cualitativa, han sido suficientemente aplicadas y probadas en la realización de estudios relacionados al medio rural, además del complemento que otorgan otras herramientas de corte cuantitativo. Bajo estos criterios, el estudio propuesto fue de tipo descriptivo-analítico.

Por esta razón el análisis de los resultados se llevó a cabo a través de un proceso de triangulación metodológica, definida por Mariño (2006) como un proceso de contraste entre las técnicas de investigación que permite comparar y completar los resultados de cada una de ellas sobre un objeto de estudio común, con el objetivo de perfeccionar la validez y la fiabilidad del conjunto del trabajo. De esta manera de acuerdo con Arias (2009), las técnicas cuantitativas y cualitativas son complementarias, es decir, en principio no excluyentes entre sí.

Para este caso en particular, el problema de investigación planteado no es de naturaleza cuantitativa, pues está más bien centrado en una noción de que la información hasta ahora generada en relación con los tubérculos andinos, puede ser sesgada e incompleta, por cuanto existe la necesidad de explorar y describir el fenómeno bajo estudio de otra manera (Cantor, 2002). Bajo este abordaje, la triangulación secuencial, un tipo de triangulación metodológica, corresponde el método de análisis más apropiado para ello, sobre todo aquella de tipo Qual+quan, es decir donde la mayoría de datos corresponden a herramientas cualitativas, al igual que su fundamentación y son complementadas con datos cuantitativos para poder explicar el fenómeno bajo estudio (Arias, 2000).

Ahora bien, para efectuar la triangulación y obtener los resultados para cada objetivo, se consideraron los siguientes pasos sugeridos y ampliados a partir de Cisterna (2005):

- Seleccionar la información obtenida en el trabajo de campo
- Triangular la información cualitativa (intra-método)
- Triangular la información de tipo cuantitativa (intra-método)
- Triangular la información entre métodos (triangulación metodológica)
- Triangular la información con el marco teórico

3.2.1 Selección de agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos

Para la selección de los casos a estudiar se consideraron tres criterios básicos:

- Que las familias agricultoras vivieran en la zona de estudio.
- Que cultivaran y consumieran tubérculos andinos en sus predios.
- Que estuvieran dispuestas a participar de manera voluntaria en todos los momentos que implicaba la investigación.

Para identificar los agroecosistemas, se recurrió a la información proporcionada para la zona en los trabajos de Blanco (2011); Cadavid, (2012); Clavijo et al., (2012) y Clavijo et a., (2014) en los cuales se relata la existencia de agroecosistemas tradicionales en los tres municipios, que aún cultivan y conservan tubérculos andinos. Con tales antecedentes, en el mes de mayo del año 2016 se llevó a cabo la socialización de esta investigación con agricultores de los municipios de Turmequé y Ventaquemada a través de un taller participativo que fue convocado por medio de la lideresa de la Asociación Innovadora de Tubérculos Andinos (AITAB) de Turmequé y la representante de la Junta de Acción Comunal de la Vereda Supatá en Ventaquemada (figuras 3-5). Tres meses más tarde, se hizo lo mismo para el municipio de Tibasosa, por intermedio de la Directora de la Fundación Semillas. Al finalizar los dos talleres de socialización, los agricultores interesados se inscribieron y con ellos se elaboró posteriormente el respectivo cronograma de actividades y visitas a fincas en cada municipio.

Figura 3-5. Taller de socialización con agricultores de Turmequé y Ventaquemada. Mayo, 2016.



Fuente. Esta investigación.

En los talleres se expuso el contenido y propósito del estudio y después de conocer las implicaciones del mismo, en total diecisiete familias, cuatro en Turmequé; cinco en Ventaquemada y ocho en Tibasosa, se mostraron dispuestas a brindar información mediante entrevistas y consultas, permitir las visitas constantes a sus predios, en algunos casos extraer plantas para fotografía y reconocimiento, así como a participar en los talleres a los que se convocara. A continuación, en la tabla 3-1, el detalle de los agroecosistemas que de manera voluntaria decidieron involucrarse en el presente trabajo:

Tabla 3-1. Agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos y que participaron de manera voluntaria en el presente estudio.

| Municipio | Vereda | Finca | Propietario | Altitud msnm | Área en ha. |
|--------------|---------------------|--------------|----------------------------|-----------------|----------------|
| Turmequé | Guanzaque | El Boquerón | Saúl Muñoz | 2.946 | 2,0 |
| | Teguaneque | Buenavista | Agustín Sierra | 2.381 | 2,0 |
| | Juratá | El Guamo | Concepción Orjuela | 2.388 | 0,3 |
| | Teguaneque | Los Guadales | Rodrigo Muñoz | 2.513 | 3,5 |
| Ventaquemada | San José del Gal | Los Pinos | Juan Eliécer Parra | 3.033 | 0,8 |
| | Estancia Grande | El Pastalito | Marco Aurelio Farfán | 2.759 | 0,9 |
| | Supatá | Victoria | Luz Marina Peralta | 2.734 | 1,3 |
| | Supatá | El Delirio | Esteban Bohórquez | 2.740 | 0,7 |
| Tibasosa | Supatá | El Recuerdo | Myriam Martínez | 2.744 | 0,3 |
| | Peña Negra | Las Brisas | Julio Hernán Vargas Patiño | 2.505 | 0,1 |
| | Las Vueltas | El Salitre | Rosa María González | 2.497 | 0,1 |
| | Las Vueltas | San Rafael | Ingrid Rocío Ramírez | 2.496 | 0,2 |
| | Las Vueltas | La Francia | Marina Castro | 2.487 | 0,2 |
| | Suescun | Canaguay | Gladys Cardozo Hernández | 2.498 | 1,0 |
| | Esterillal | La Tomita | Mercedes Sanabria | 2.888 | 8,0 |
| | Ayalas | Monserate | Pedro Juan Cuida | 2.927 | 3,5 |
| | Estancias Contiguas | La Suerte | Ana Lucía Cogua Galán | 2.974 | 1,0 |

Fuente: Esta investigación.

3.2.2 Herramientas de investigación

Si bien más adelante se detallan las herramientas específicas para los objetivos que aborda esta investigación a partir de cada dimensión agroecológica, existe una herramienta que fue transversal para el estudio y que permitió recoger información tanto ecosistémica, como cultural: **la entrevista semiestructurada**. Los datos que con ella se recopilaron, fueron complementados y validados con otras más específicas que se explican en las siguientes secciones.

- La entrevista se aplicó en los diecisiete agroecosistemas a los miembros del núcleo familiar encargados del manejo del mismo; con ella se indagó sobre variables a) Sociales: lugar de origen; edad; género; conformación del hogar, nivel de educación; b) Naturales: acceso a fuentes de agua; diversidad de

especies cultivadas y no cultivadas; registro de principales plagas y enfermedades; épocas de siembra y de cosecha; distribución de cultivos en el tiempo y en el espacio; diversidad de los tubérculos andinos

c) Económicas: tenencia de la tierra; actividades productivas en general; cultivos priorizados, área de siembra de especies andinas; mano de obra utilizada; procesos de comercialización y/o intercambio; usos de cultivos andinos;

d) Técnicas: prácticas de manejo de cultivo; grado de participación de los miembros de la familia en las actividades generales de los cultivos y su nivel de especialización; técnicas de cosecha y poscosecha; procesos almacenamiento; insumos

e) Asistencia Técnica: entidades que han estado presentes en la zona acompañando procesos productivos; temas de capacitación recibida; metodología de capacitación utilizada y percepción de los agricultores respecto a esta asistencia técnica.

Hay que anotar que las personas entrevistadas fueron diez (10) mujeres y siete (7) hombres. La mayoría de las mujeres con edades entre los 35 a los 69 años (7), menos de 35 años (2) y 70 (1) respectivamente. Por su parte la mayoría de los hombres entrevistados estaban entre los 49 a los 69 años (5), 55 años (1) y 70 años (1). Sin embargo, se aclara que, en el levantamiento de mapas de finca y talleres participaron también niños y adolescentes

a) Herramientas para determinar elementos de la dimensión ecosistémica de los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos.

Para esta dimensión se precisan las siguientes herramientas y actividades:

i. Escala de paisaje:

Para la descripción de las características del paisaje donde se encuentran insertos los agroecosistemas tradicionales bajo estudio, se consideraron variables referentes a suelo y geomorfología, tipos de cobertura, usos de suelo, conectividad con la estructura ecológica principal del paisaje y clima. Entre las primeras sobresalen la clasificación de suelo, pH, relieve y grado de fertilidad, en las segundas la descripción de cambios de uso del suelo y transformación del paisaje durante los últimos treinta años, espacio de tiempo que de acuerdo a los agricultores el cambio de coberturas vegetales se ha hecho más perceptibles en la zona, después de la llegada de la revolución verde. De la misma manera, se determinó la conexión del agroecosistema tradicional con la Estructura

Ecológica del Paisaje (EEP) en el área de influencia de la finca. Lo anterior, se complementó con datos históricos de temperatura y pluviosidad, que proporciona información referente al comportamiento del clima, también durante los últimos 30 años.

- Para determinar las características de suelo y geomorfología, se consultaron los datos consignados en los Planes y Esquemas de Ordenamiento Territorial de los tres municipios (POT y EOT), así como mapas topográficos y de suelos generados en el último Estudio General de Suelos y zonificación de tierras del Departamento de Boyacá, realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), escala 1:100.000. En el mapa de suelos, siguiendo las coordenadas geográficas tomadas en campo, se procedió a ubicar los 17 agroecosistemas bajo estudio y posteriormente a determinar la información correspondiente a las variables indicadas.

- El levantamiento de datos para determinar los tipos de coberturas y usos de suelo se llevó a cabo en 6 etapas: i) la selección de puntos de muestreo (fincas por municipio); ii) la selección y delimitación de las áreas de estudio; iii) la elaboración de mapas actuales de coberturas; iv) el análisis de transformación del paisaje durante los últimos treinta años, usando para ello tres ventanas del tiempo, determinadas en función de la calidad de imágenes disponibles para el proceso de digitalización de las zonas de estudio, proporcionadas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) para los años 1985; 2000 y 2016; v) revisión final de las coberturas para los tres periodos de tiempo; vi) corroboración de imágenes tomadas con drone e información municipal. apoyado del mapa base de imágenes de ArcGIS Desktop 10.2.2 (ESRI 2014) e imágenes georreferenciadas de Google Earth. Este proceso se llevó a una escala aproximada entre 1:25.000 y 1:50.000, e incluyó distintos niveles de procesamiento hasta su resultado final (Ver Anexo 1). Para ello se usó la información de coberturas Corine Land Cover (nivel 3). Esta es una metodología importada de Europa y es actualmente utilizada por entidades ambientales de carácter nacional y departamental, tal es el caso del IGAC, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Parques Nacionales, entre otros. Con base en los mapas de coberturas de la tierra elaborados, se

identificaron las áreas que permanecieron sin cambios y las que cambiaron a convertirse otra cobertura durante los tres periodos de estudio, es decir se identificaron las intersecciones que tuvieron lugar entre 1985, 2000 y 2016. Los análisis multitemporales del cambio de coberturas para un periodo de tiempo es tal vez, la aproximación más común para evaluar la transformación del paisaje (p.ej. Armenteras *et al.* 2006; Etter y McAlpine 2011; Aide *et al.* 2012).

- Para determinar el grado de conectividad del agroecosistema tradicional con la Estructura Ecológica del Paisaje (EEP), se aplicó la metodología orientada por León *et al.*, (2018) quienes evalúan esta variable a través de: el porcentaje de fragmentos de bosque presentes en el área de influencia de la finca (%B), la distancia entre éstos fragmentos de bosque (DBF); distancia promedio entre fragmentos de bosque al centro de la finca (DFBCF); así como el porcentaje de cuerpos de agua presentes en el área de influencia de la finca (%CA), la distancia promedio entre cuerpos de agua (DCA); y la distancia promedio de cuerpos de agua con respecto centro de la finca (DCACF).

El área de influencia de la finca, corresponde a un círculo, cuyo radio de acción, equivale al doble del tamaño del lado más largo de la finca. En este proceso, se hace uso de cualquier tipo de imágenes de detección remota como fotografías satelitales o hasta fotografías tomadas con drone que ubiquen espacialmente el agroecosistema bajo estudio y sobre la cual se procede a estimar los datos referidos. Una vez identificados los fragmentos de bosque y cuerpos de agua, así como el promedio de su distancia respectiva al centro del agroecosistema (incluidos aquellos que puedan estar dentro de los linderos de la finca), los porcentajes obtenidos se ponderan y suman en una escala de 0 a 10. El valor resultante representa en esta escala numérica, el grado de conectividad del agroecosistema con la Estructura Ecológica del Paisaje (CEEP) (Tabla 3-2) (León *et al.*, 2018).

Tabla 3-2. Escala numérica que determina la conectividad del agroecosistema con la Estructura Ecológica del Paisaje (CEEP).

| Variable | Descripción | Conectividad | Valor |
|--|--|-------------------------------|-------|
| Distancia entre fragmentos de Bosque (DFB) | A mayor distancia, menor grado de conectividad biológica. | Baja ($\geq 600\text{m}$) | 2 |
| | | Medianamente baja (450-600m) | 4 |
| | | Media (300-450 m) | 6 |
| | | Mediantamente alta (150-300m) | 8 |
| | | Alta(0-150m) | 10 |
| Distancia de fragmentos de bosque al centro de la finca (DFBCF) | Relaciona el posible intercambio biótico entre fragmentos de bosques y cultivos. | Baja ($\geq 600\text{m}$) | 2 |
| | | Medianamente baja (450-600m) | 4 |
| | | Media (300-450 m) | 6 |
| | | Mediantamente alta (150-300m) | 8 |
| | | Alta(0-150m) | 10 |
| Distancia entre cuerpos de agua (DCA) | A mayor distancia de agua disponible, menor posibilidad de intercambio biótico | Baja ($\geq 600\text{m}$) | 2 |
| | | Medianamente baja (450-600m) | 4 |
| | | Media (300-450 m) | 6 |
| | | Mediantamente alta (150-300m) | 8 |
| | | Alta(0-150m) | 10 |
| Distancia de los cuerpos de agua, al centro de la finca (DCACF) | Se relaciona con las condiciones de vida de los diferentes organismos vivos. | Baja ($\geq 600\text{m}$) | 2 |
| | | Medianamente baja (450-600m) | 4 |
| | | Media (300-450 m) | 6 |
| | | Mediantamente alta (150-300m) | 8 |
| | | Alta(0-150m) | 10 |

Fuente: León et al., (2018).

- Con el fin de contar con información climática específica para la zona de estudio, donde se encuentran los 17 agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos, se llevó a cabo un análisis no-paramétrico de las series de tiempo de los tres municipios, con registros de 1985 a 2016 reportados por el IDEAM, con base en las estaciones meteorológicas ubicadas en un radio de acción de 20 km respecto a las zonas de estudio priorizadas en los tres municipios (Buffer), siguiendo lo estipulado por Leal-Nares *et al.*, (2009) (Ver Anexo 2). Así se cuantificaron las tendencias de variables como temperatura máxima, y mínima(°C) y precipitación anual (PT). Adicionalmente se trianguló la información con estudios realizados en la zona e información municipal secundaria disponible (Esquemas de Ordenamiento Territorial y Planes de Gestión de Riesgo). Luego se procesó la información mediante el software ArcGis 10.2 para cada una de las variables analizadas.

ii. Escala de agroecosistema tradicional

- Para identificar los componentes del agroecosistema se llevaron a cabo **caminatas y levantamiento de mapa de finca**. Las caminatas consistieron en realizar recorridos en cada predio en compañía del jefe de familia u otro miembro encargado, a fin de determinar la disposición de los componentes del agroecosistema tradicional en el espacio y tener una aproximación al tipo de interrelaciones que ocurren entre ellos. Por ejemplo, cuando se identificaron componentes pecuarios, agrícolas, silvícolas y de algunos elementos del ecosistema natural, interesaba saber, ¿se usan las deyecciones de los animales como fuente de abonos en el suelo?; ¿qué se hace con los residuos de cosecha?; ¿qué productos del agroecosistema se consumen en el hogar?; ¿qué se utiliza del bosque o los árboles que hay en el sistema?; ¿se alimenta al ganado o a las especies menores con residuos de cosecha o algún cultivo en particular?

- Por su parte los mapas de finca, son herramientas que invitan a la participación de todos los miembros de la familia. En estos mapas las familias agricultoras expresan la visión que tienen sobre el uso del espacio a nivel de su finca y adicionan la información que ellos consideran relevante (Geilfus, 2009). Para guiar el ejercicio, con cada familia se formulaban preguntas como: ¿Cuál es el área de su finca?, ¿Qué hay en la finca?, ¿En dónde se encuentran cada uno de los anteriores componentes?, ¿Cuál es el área destinada para cada uno de ellos?, ¿Tiene acceso a nacimientos, quebradas, acuíferos, o algún tipo de reservorios?, ¿Cuenta con sistemas de riego?, ¿Hacen algún tipo de compostaje o bio-preparados?, ¿Hay dentro de la finca o cerca de ella bosques; páramos o algún río? Para ello, se ocuparon dos pliegos de papel periódico, marcadores y cajas de colores. De esta manera, se representó el agroecosistema de cada finca identificando en ellos sus respectivos componentes. Adicionalmente, esta información se apoyó con fotografías y vuelos tomados con drone (Ver figura 3-6).

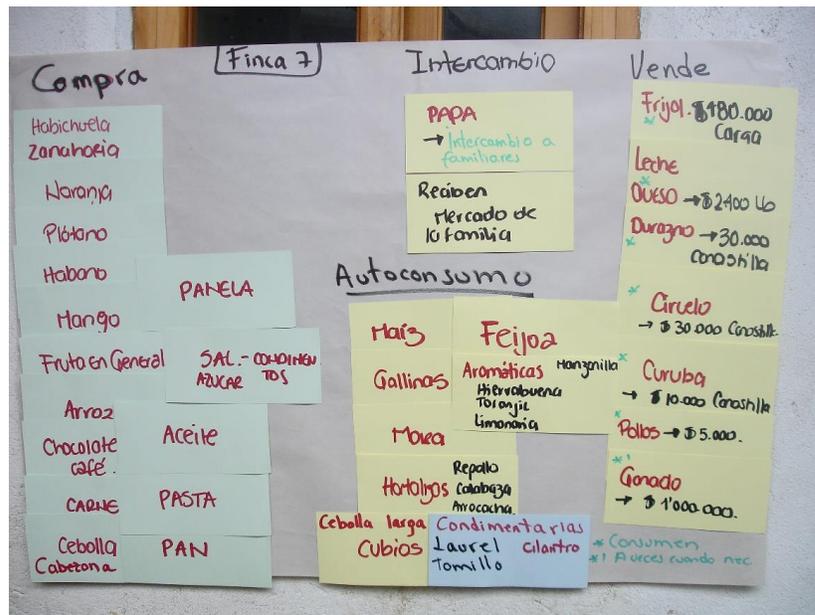
Figura 3-6. Mapa elaborado por la familia y fotografía tomada con drone de la Finca Victoria en el Municipio de Ventaquemada.



Fuente: Esta investigación.

- De manera complementaria y como una aproximación a los procesos de autoconsumo de las 17 fincas, se aplicó la herramienta denominada **menú diario** (Clavijo et al., 2014; Ramirez, 2014; Sánchez, 2018), herramienta que se desarrolló con todos los miembros de la familia y requiere del uso de papel periódico, marcadores y tarjetas de cartón (ver figura 3-7).

Para empezar, se solicitó enumerar los momentos de alimentación diaria en el hogar, luego se indagó sobre el tipo de productos o alimentos que se consumen en estos horarios y se complementó con preguntas sobre la procedencia y forma de adquisición de tales alimentos. Con esta información se estipularon los porcentajes de alimentos procedentes de la finca, así como se pudo inquirir sobre la compra, intercambio o regalo de otros, a fin de tener un estimado del tipo de uso de la producción dentro del agroecosistema tradicional.

Figura 3-7. El Menú diario. Finca El Pastalito, Ventaquemada.

Fuente: Esta investigación

iii. Escala componente agrícola

- Dentro del componente agrícola de los agroecosistemas, particularmente interesaba conocer los distintos arreglos espaciales de las plantas cultivadas (monocultivo, policultivos, sistemas agroforestales, etc.), con especial atención a aquellos que involucraban al cubio, la iba y la ruba. Para ello la entrevista semiestructurada que se describió al inicio de éste capítulo, la observación directa y los recorridos transecto que se detallan a continuación, fueron determinantes.
- **La observación directa** es una herramienta etnográfica que se aplica sobre el terreno, en contacto inmediato con la realidad, así mismo, permite conocer lo que sucede en el entorno, recogiendo todo tipo de información que esté relacionado con el objeto de estudio (Spindler & Spindler, 1992, citado por Sánchez, 2018). En esta investigación, la observación se realizó mediante recorridos por los agroecosistemas en compañía de algún miembro de la familia, el propósito fue conocer los distintos componentes de cada agroecosistema, así como sus prácticas de manejo. Estos recorridos se registraron con cámara fotográfica y un diario de campo, el cual fue diligenciado durante las visitas.

- Para determinar la diversidad de especies cultivadas, se aplicaron **recorridos transecto**. Esta herramienta consiste en realizar recorridos en cada predio, para lo cual se traza una línea imaginaria por la parte más extensa de la finca y desde allí se procede a inventariar las especies cultivadas en compañía del jefe de familia u otro miembro encargado quienes proporcionaron el nombre común de la especie, las variedades de plantas cultivadas por especie y los usos adjudicados a ellas. El uso de cámara fotográfica permitió consultar a un experto en botánica sobre aquellas especies vegetales de las que se tuviera duda en su identificación. Posteriormente esta información se procedió a sistematizar a fin de poder determinar la riqueza y diversidad de especies, usos de las mismas, las principales familias botánica y variedades presentes en los agroecosistemas estudiados.

iv. Escala tubérculos andinos

- Durante los años 2016-2017, se llevó a cabo dos visitas por trimestre a los diecisiete agroecosistemas bajo estudio, con el fin de identificar y describir los diferentes morfotipos cultivados y cosechados de cubios, ibias y rubas. Para este fin en particular, las visitas tuvieron esa espacialidad temporal, considerando que tanto las siembras como las cosechas de éstas especies se realizan de manera escalonada a lo largo del año y suelen estar sujetas a la disponibilidad de semilla, con una frecuencia aproximada a tres meses.
- En los predios, se realizó la identificación de los morfotipos de cada tubérculo andino cultivado, usando para ello los descriptores estándar (IPGRI/CIP, 2003) usados por Cadima (2006). Dicha clasificación, se realizó con base en fotografías de cada morfotipo y el nombre común que los miembros de las familias le asignaban. Se tomó en cuenta el color predominante de la superficie, su color secundario y la forma de los tubérculos a describir. Adicionalmente, se llevó a cabo un taller participativo en el municipio de Turmequé, con todos los agricultores, a fin de validar la información concerniente a la diversidad intra-específica de éstas especies. Para ello, los agricultores participantes debían traer consigo una muestra de la diversidad de tubérculos andinos cultivados en sus fincas y una vez organizados por grupos de trabajo, exponer a sus compañeros

información concerniente a: origen, usos, características morfológicas principales de cada especie (ver figura 3-8).

Figura 3-8. Taller de identificación de morfotipos de tubérculos andinos en Turmequé.



Fuente: Clavijo (2016).

A continuación, la tabla 3-3, detalla tanto las escalas de información requeridas, como las categorías de análisis y las variables correspondientes, junto con las herramientas aplicadas para obtener información referente al primer, segundo y tercer objetivo de investigación.

Tabla 3-3. Categorías de análisis, variables y herramientas para obtener información correspondiente a la dimensión ecosistémica de los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos en los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa.

| ESCALAS | CATEGORÍAS | VARIABLES | HERRAMIENTAS |
|---------|---|------------------------|--|
| PAISAJE | Suelos y geomorfología | Clasificación de suelo | Planes y Esquemas de Ordenamiento Territorial de los tres municipios, mapas topográficos y de suelos generados en el último Estudio General de Suelos y zonificación de tierras del Departamento de Boyacá, realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), escala 1:100.000. |
| | | Fertilidad | |
| | Coberturas, usos y CEPP. | pH | Planes y Esquemas de Ordenamiento Territorial, cartografía disponible para la zona (IGAC) relativa a cobertura vegetal. Fotointerpretación de imágenes aéreas para la detección, el reconocimiento y la identificación de formas de relieve, para la delimitación y clasificación de la cubierta vegetal y el cambio de uso de suelo durante los últimos 30 años*. |
| | | Relieve | |
| | | Tipos de cobertura | |
| | | Usos de suelo | |
| Clima | Conexión del agroecosistema con la Estructura Ecológica del Paisaje (CEEP). | | Guía metodológica de la EAP, concerniente al cálculo de la conectividad del agroecosistema con parches de bosque y cuerpos de agua, presentes en el área de influencia de la Finca de León et al., (2018). |
| | | Precipitación anual | Registros climáticos del IDEAM de los últimos 30 años para la zona* |
| | | Temperatura | |

Continuación Tabla 3-3. Categorías de análisis, variables y herramientas para obtener información correspondiente a la dimensión ecosistémica de los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos en los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa.

| ESCALAS | CATEGORÍAS | VARIABLES | HERRAMIENTAS |
|----------------------------|---|--|---|
| AGROECOSISTEMA TRADICIONAL | Componentes | Identificación de los componentes del agroecosistema en el espacio | Recorrido transecto-mapa de finca, fotografías áreas. |
| | Relaciones de uso | Uso de la producción y/o reciclaje al interior del agroecosistema, y salida del mismo. | Recorrido transecto, mapa de finca, entrevista, menú diario. |
| | Arreglos espaciales y temporales | Arreglos espaciales y temporales de las plantas cultivadas | Recorrido transecto, identificación, registro de especies cultivadas y mapas de finca. |
| | Diversidad de especies | Riqueza y diversidad de especies cultivadas Diversidad en otros componentes (por ejemplo, pecuarios y/o forestales) | Recorrido transecto, identificación, registro de especies cultivadas y mapas de finca Recorrido por la finca, identificación y registro de especies. |
| TUBÉRCULOS ANDINOS | Diversidad intra-específica de <i>Oxalis tuberosa</i> ; <i>Tropaelum tuberosum</i> y <i>Ullucus tuberosus</i> | Variedad de morfotipos | Taller participativo para identificación de variedades y usos de tubérculos andinos presentes en la zona de estudio. Identificación, registro de nombre común y clasificación por; color predominante de la superficie, el color secundario de la superficie, la distribución del color secundario y la forma de los tubérculos a describir. Descriptores IPGRI/CIP, 2001; IPGRI/CIP, 2003 |

*Se consideró esta temporalidad ya que, según versiones otorgadas por los agricultores de la zona, es el tiempo aproximado en el que la agricultura de revolución verde llegó a la región, a la cual le atribuyen cambios importantes en el paisaje y sus cultivos

b) Herramientas para estudiar la dimensión cultural de los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos.

En aras de determinar elementos culturales, coligados a los agroecosistemas tradicionales y particularmente en torno a los tres tubérculos andinos, este trabajo indagó sobre variables como: prácticas, insumos y técnicas de manejo tanto del agroecosistema, como de los tubérculos andinos en particular, e inquirió sobre las valoraciones y creencias asociadas a estos cultivos en relación con sus distintos usos y procesos de intercambio. Fue de igual interés indagar sobre la participación de la familia campesina en tanto la distribución de roles para su conservación, para finalmente aproximarnos a la identificación de los distintos actores sociales que se han hecho presentes en el territorio incidiendo en la conservación o no de estas especies.

Para ello se aplicó además de la entrevista semi-estructurada a los miembros cabeza de hogar de los 17 agroecosistemas, herramientas como: observación participante, siete relatos de vida y tres talleres participativos para análisis de actores. A continuación, se describen cada una de ellas y la tabla 3-6 se condensa y ordena la información respectiva.

- **Observación directa.** Para validar y complementar la información obtenida a través de la entrevista semi-estructurada, se llevaron a cabo dos visitas trimestrales a los agroecosistemas. En ellas se observaba sistemáticamente todo lo que acontecía en los sistemas productivos y en particular alrededor de los tubérculos andinos (por ejemplo, en el campo, en la cocina, en el mercado). Para ello nos apoyamos en, registros fotográficos, grabaciones de audio y notas de campo.
- **Relatos de vida.** Esta herramienta etnográfica que se fundamenta en un enfoque biográfico (Denzin, 1970 y Pujadas, 1992 citados Valles, 1999), permitió conocer desde la percepción de los actores, los aspectos más significativos de sus vidas en función de los tres tubérculos andinos. El propósito de su uso fue el de analizar la conservación y cultivo del cubio, la ruba y la ibia, desde una perspectiva de pasado-presente-futuro, con apoyo de (9) entrevistas biográficas individuales a

profundidad (3 en Ventaquemada, 3 en Turmequé y 3 en Tibasosa) que guiaron la conversación a tres momentos específicos relativos a etapas de la vida de las personas: infancia, juventud y adultez. Las personas entrevistadas correspondieron a aquellos agricultores hombres y mujeres con edades entre los 60 y 70 años que en las primeras entrevistas semiestructuradas se identificaron como informantes claves, debido a su amplio conocimiento sobre el tema, de ellos cuatro fueron hombres y cinco mujeres.

- Finalmente, a fin de poder dilucidar los distintos actores presentes en los territorios que han incidido en los agroecosistemas tradicionales de los tres municipios para conservar tubérculos andinos, tanto de la institucionalidad pública y privada, así como organizaciones vinculadas a actividades productivas, y el nivel de relacionamiento que con ellos se ha generado, se llevó a cabo tres **talleres participativos** con las familias involucradas en la investigación y otras invitadas de cada municipio (Tabla 3-4). La convocatoria estuvo a cargo de los líderes comunitarios en los tres municipios.

Tabla 3-4. Participantes y fechas de talleres para identificar actores y relaciones institucionales en torno a los agroecosistemas tradicionales que conservan tubérculos andinos en los tres municipios.

| Fecha | Municipio | No. de participantes |
|---------------------|------------------|-----------------------------|
| 13 de octubre/ 2017 | Ventaquemada | 23 |
| 14 de octubre/2017 | Turmequé | 25 |
| 21 de octubre/2017 | Tibasosa | 17 |

Fuente: Esta investigación

- En estos talleres, se aplicaron herramientas propias del diagnóstico rural participativo como: línea del tiempo (para destacar aspectos históricos relevantes que han incidido en los cambios de uso del suelo en la zona, y particularmente en la producción de los tres cultivos) y diagramas de relacionamiento institucional. En estos últimos, de acuerdo con Pérez et al., (2014) los círculos representan a los actores y las flechas representan los vínculos entre ellos; el sentido y símbolo de la flecha señala el tipo de relación (Ver tabla 3-5):

Tabla 3-5. Símbolos y descriptores de los vínculos entre los actores de cada municipio.

| Símbolo vinculante | Descripción de la relación |
|---|---|
|  | Relaciones en doble vía: Representan vínculos basados en convenios o acuerdos formales, mediados por el cumplimiento de metas conjuntas y beneficios mutuos de largo plazo. |
|  | Relación unidireccional: Son acercamientos de los actores a los entes institucionales o viceversa, pero no son recíprocos. |
|  | Relación intermitente en doble vía: Representan relaciones esporádicas, de corto plazo, acciones supeditas a trámites expectativas y compromisos entre las partes interesadas. |
|  | Relación intermitente unidireccional intermitente: Son relaciones temporales mediadas por expectativas de proyectos entre los actores a los entes institucionales o viceversa, sin embargo, estas acciones no son recíprocas. |
|  | Relación conflictiva en doble vía: Representan acciones mediadas por continuas imposiciones, desacuerdos, desconfianza, incertidumbre, falta de información, externalidades negativas presentadas a lo largo del tiempo. |

— Fuente: Tomado de Sánchez (2018), adaptado de Pérez et al., (2014).

— Para determinar lo anterior, durante los talleres en cada municipio se realizaron preguntas para orientar el ejercicio como: ¿Cuáles han sido las organizaciones e instituciones que han estado presentes en la comunidad?, ¿Qué actores han incidido en la conservación de los tubérculos andinos?, ¿Cómo está organizada la comunidad?, ¿Qué procesos comunitarios se han creado en la zona para cultivar y comercializar estas especies?, ¿Qué tipo de relaciones se mantienen entre los diferentes actores: ¿en doble vía, unidireccional, intermitente, conflictiva? Para realizar el taller se utilizaron pliegos de papel periódico, marcadores, cinta y círculos de cartulina de diferentes colores. La figura 3-9 ejemplifica lo acontecido.

Figura 3-9. Talleres participativos para determinar los actores presentes en las zonas de cultivo de tubérculos andinos y su incidencia en su conservación in situ.



Taller municipio de Tibasosa.



Taller municipio de Turmequé.



Taller municipio de Ventaquemada.

Fuente. Esta investigación

- La información obtenida a través de estas herramientas se complementó con información secundaria recopilada a lo largo de la investigación sobre datos históricos referente la agricultura en la zona y demás información disponible en torno a los tubérculos andinos.

Tabla 3-6. Categorías de análisis, variables y herramientas para obtener información correspondiente a la dimensión cultural.

| ESCALAS | CATEGORIAS | VARIABLES | HERRAMIENTAS |
|----------------------------|-------------------------|--|--|
| AGROECOSISTEMA TRADICIONAL | Sistema Tecnológico | Insumos tecnología; prácticas | Entrevista semiestructurada Observación directa |
| | Sistema Organizacional | Distribución del trabajo al interior del agroecosistema. | Entrevista semiestructurada |
| | | Actividades económicas de la familia Mecanismos de intercambio de la producción | Observación directa |
| TUBÉRCULOS ANDINOS | Sistema de Conocimiento | Usos Creencias Valoraciones | Entrevista semi-estructurada Relatos de vida Observación directa |
| | Sistema Simbólico | Instituciones presentes en la zona y | Línea de tiempo Taller participativo de actores. |

Fuente: Esta investigación.

4. Resultados y discusión

4.1 Características ecosistémicas del paisaje donde se cultivan tubérculos andinos, en los municipios de Turmequé, Tibasosa y Ventaquemada en Boyacá

4.1.1 Suelos, morfología y clima

En el departamento de Boyacá, sus características geomorfológicas se encuentran relacionadas con el origen y evolución de la cordillera oriental. En ella sobresalen paisajes de montaña, lomerío, altiplanicie, piedemonte, planicie y valles aluviales. Su complejidad tectónica y la variedad geológica, geomorfológica y climática, aunada a la intensa actividad minera, la sobreexplotación del suelo para producción agropecuaria e industrial y la deforestación de cuencas hacen de éste, un departamento con alta susceptibilidad a los riesgos naturales entre las que se destacan la erosión, movimientos en masa, sequías e inundaciones (IGAC; UPTC, 2005). No obstante este contexto, Pradilla (2017) asegura que *Oxalis tuberosa* M; *Ullucus tuberosus* C y *Tropaelum tuberosum* R&P, son cultivos que han permanecido por siglos adaptados a estas condiciones, razón por la cual la valoración dada por los agricultores como “especies rústicas”, “especies de montaña” o “comida antigua” tiene mucha valoración.

a) Suelos y geomorfología

Los suelos de las zonas priorizadas en esta investigación, donde se encuentran ubicados los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos en los municipios de Turmequé; Ventaquemada y Tibasosa, corresponden de acuerdo el último Estudio Nacional de Degradación de Suelos (IDEAM, UDCA, 2015), a uno de los 34 focos de erosión identificados en el país. De hecho, Boyacá presenta una magnitud de 72,1%, con una severidad del 6.8% de erosión, valores que lo ubican entre los departamentos más afectados en Colombia.

En cuanto al relieve, pH y fertilidad, la revisión del Estudios General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá IGAC- UPTC (2005), así como la información consignada en los Esquemas de Ordenamiento Territorial de los tres municipios (EOT, 2017), permitió confirmar el enunciado anterior, en tanto los suelos de las veredas donde están ubicados los 17 agroecosistemas tradicionales, son suelos propensos a erosión por sus pronunciadas pendientes que van hasta un 50% de inclinación y que presentan procesos de movimientos en masa. En su mayoría son suelos ácidos, con altos contenidos tóxicos de aluminio y baja fertilidad como se detalla a continuación y se resumen más adelante en la tabla 4-1.

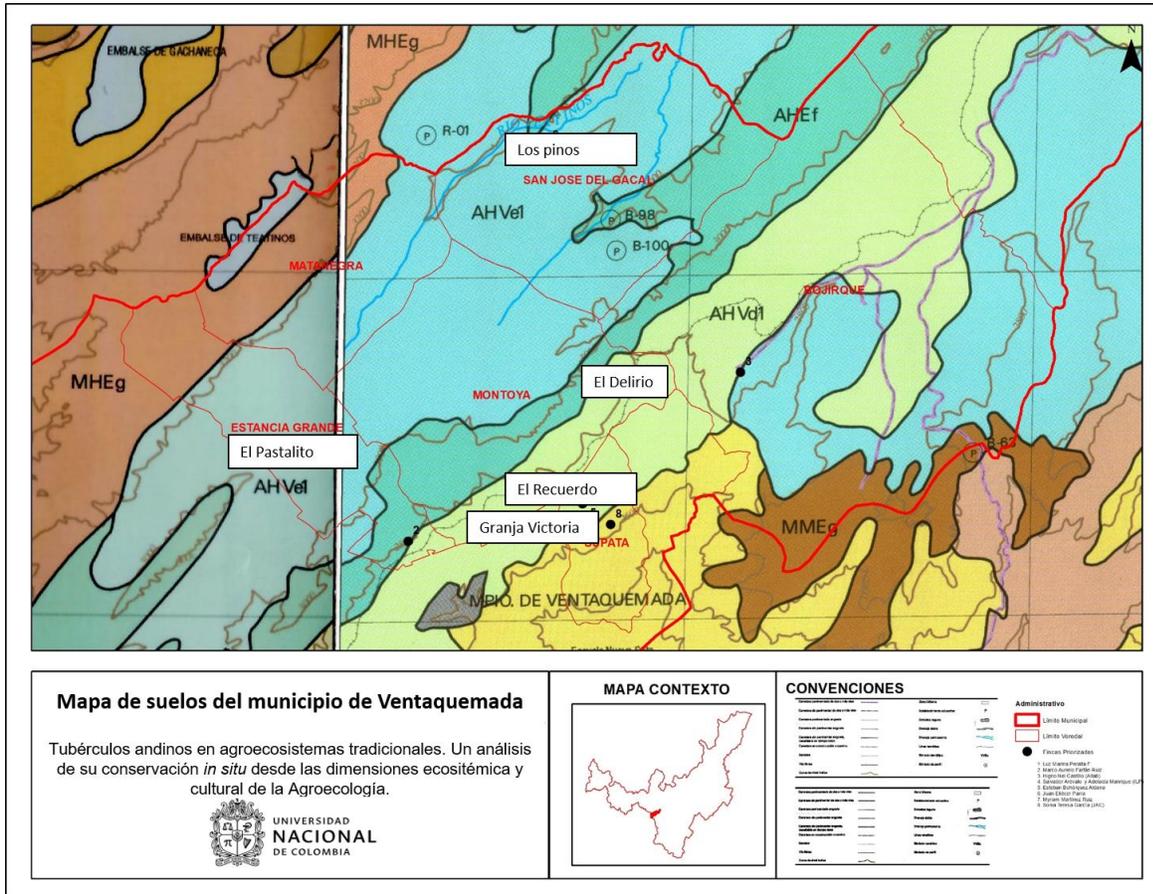
Tabla 4-1. Clasificación de suelos; pH y tipo de fertilidad en las veredas donde se encuentran ubicados los agroecosistemas tradicionales priorizados, que cultivan tubérculos andinos.

| Municipio | Vereda | Clasificación de Suelos | pH | Fertilidad |
|--------------|---------------------|-------------------------|---------------------|----------------|
| Turmequé | Guanzaque | MMEf | Fuertemente ácido | Moderada-alta |
| | Teguaneque | MMEf | Fuertemente ácido | Moderada-alta |
| | Juratá | MMXe1 | Fuertemente ácido | Baja |
| | Teguaneque | MMEf | Fuertemente ácido | Moderada-alta |
| Ventaquemada | San José del Gacal | AHVe1 | Moderadamente ácido | Baja |
| | Estancia Grande | AHEf. | Fuertemente ácido | Baja |
| | Supatá | AHVd1 | Moderadamente ácido | Baja |
| | Supatá | AHVd1 | Moderadamente ácido | Baja |
| | Supatá | AHVd1 | Moderadamente ácido | Baja |
| Tibasosa | Peña Negra | MMEg | Fuertemente ácida | Moderada-alta. |
| | Las Vueltas | VMBa | Moderadamente ácido | Baja |
| | Las Vueltas | VMBa | Moderadamente ácido | Baja |
| | Las Vueltas | VMBa | Moderadamente ácido | Baja |
| | Suescun | VMBa | Moderadamente ácido | Baja |
| | Esterillal | MMAf1 | Fuertemente ácida | Muy baja |
| | Ayalas | MMAf1 | Fuertemente ácida | Muy baja |
| | Estancias Contiguas | MMAf1 | Fuertemente ácida | Muy baja |

Fuente: Esta investigación, con base en el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá (IGAC, UPTC, 2005) y los Esquemas de Ordenamiento Territorial de los municipios de Ventaquemada; Turmequé y Tibasosa, 2017.

En el municipio de Ventaquemada, en la vereda Supatá, las fincas El Delirio, El Recuerdo y Granja Victoria, están ubicadas en suelos clasificados por el IGAC como AHVd1 (ver figura 4-1).

Figura 4-1. Mapa de suelos del municipio de Ventaquemada con la ubicación de los agroecosistemas bajo estudio.



Fuente: Esta investigación, con base en el mapa de suelos para el municipio de Ventaquemada del estudio de suelos de Boyacá de IGAC-UPTC (2005).

Este tipo de suelos corresponde a paisajes de altiplanicie estructural, clima muy frío a frío y húmedo, con relieve de lomas y glacis⁸, depósitos superficiales piroclásticos de ceniza volcánica sobre rocas sedimentarias clásticas mixtas y sus componentes taxonómicos

⁸ Piedemonte o pedimento, es un accidente geográfico que consta de una suave pendiente (menor del 10%) generalmente formada por la lixiviación y posterior deposición de las partículas finas de un cono de deyección o una ladera.

con asociación, Pachic Melanudands (Perfil R-01, 30%), Humic Dystrudepts (Perfil PB-28, 25%), Typic Hapludands (Perfil B-16, 30%). Su relieve es moderado a fuertemente quebrado y fuertemente inclinada a ligeramente empinada, con pendientes que van de 12-25% y 25-50%. Presentan movimientos en masa, pata de vaca, es decir, caminos de ganado o terracetos, con forma de erosión incipiente, por originar grietas y manchas de suelos desnudos, se consideran que favorecen la erosión peculiar y la aparición de pequeños deslizamientos, escurrimiento difuso y erosión hídrica laminar en grado ligero (CVC, 2004). Son suelos superficiales, limitados por contenidos tóxicos de aluminio (SAI >80%), bien drenados, pH fuerte a moderadamente ácido, con una baja fertilidad.

Por su parte las veredas Estancia Grande y San José de Gacal, donde se encuentran ubicadas las fincas El Pastalito y Los Pinos, respectivamente se encuentra en suelo clasificado por el IGAC como AHVe1, de paisajes de altiplanicie estructural, clima muy frío a frío y húmedo, con relieve de lomas y Glacis, depósitos superficiales piroclásticos de ceniza volcánica sobre rocas sedimentarias clásticas mixtas, cartográficas y sus componentes taxonómicos con asociación, Pachic Melanudands (Perfil R-01, 30%), Humic Dystrudepts (Perfil PB-28, 25%), Typic Hapludands (Perfil B-16, 30%) (figura 4-1). Su relieve es moderado a fuertemente quebrado y fuertemente inclinada a ligeramente empinada, con pendientes 12-25% y 25-50%; presentan movimientos en masa, pata de vaca, escurrimiento difuso y erosión hídrica laminar en grado ligero; suelos superficiales, limitados por contenidos tóxicos de aluminio. (SAI >80%), bien drenados, pH fuerte a moderadamente ácido y la fertilidad es baja.

En el municipio de Turmequé, en los agroecosistemas ubicados en la vereda Teguanique, (fincas Buenavista y los Guadales) y vereda Guanzaque (finca El Boquerón) presentan un suelo clasificado por el IGAC como MMEf (ver figura 4-2), de paisajes de montañas estructurales erosionales, con clima frío, seco. Relieve con crestas homoclinales abruptas.

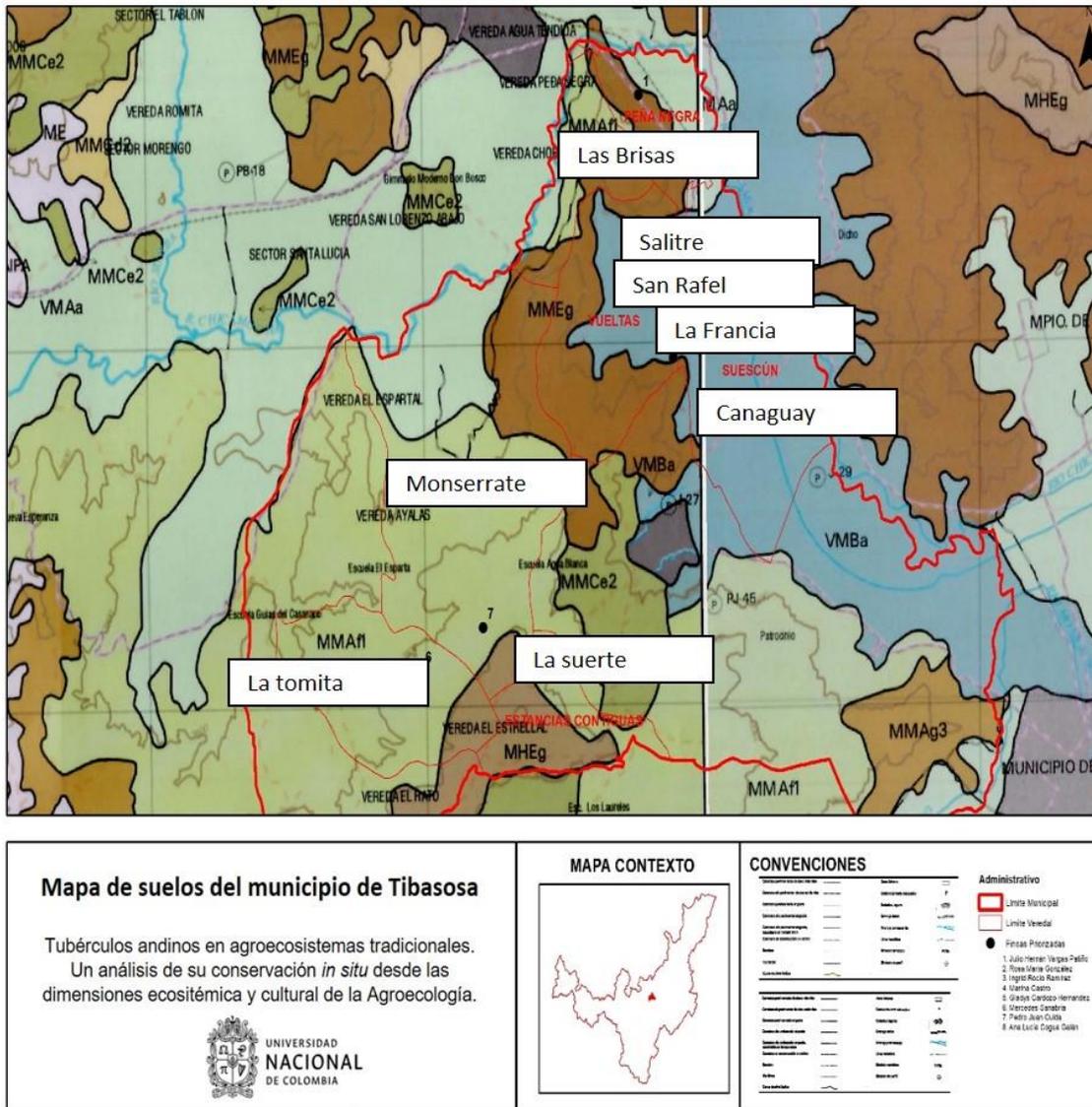
Mientras tanto en la vereda Juratá, la finca El Guamo se ubica en un suelo MMXe1 (ver figura 4-2). El paisaje es de montañas estructurales erosionales. Clima frío, seco. Relieve con lomas, cuestras y glacis. Material parental de rocas sedimentarias clásticas arenosas con intercalaciones de limoarcillosas con capas discontinuas de cenizas volcánica. Cartográficas y sus componentes taxonómicos en asociación, Humic Dystrudepts (Perfil B-124, 40%), Typic Haplustals (Perfil J17A, 30%), Typic Haplustands (Perfil B-138, 20%). Relieve ligero a fuertemente quebrado, con pendiente 7-12%, 12-25% y 25-50%; afectados por movimiento en masa, (soliflucción) terracetos, reptación y erosión hídrica en grado ligero; suelos superficiales, limitados por contenidos tóxicos de aluminio, bien drenados, pH muy fuerte a fuertemente ácido y fertilidad baja a alta.

En el municipio de Tibasosa en La vereda El Esterillal, donde se encuentra la finca La Tomita, la vereda Ayalas (finca Moserrate) y Estancias contiguas (Finca La suerte), el suelo corresponde según el IGAC-UPTC (2005) a la categoría MMAf1 (ver figura 4-3). Esta categoría cuenta con un paisaje de montañas estructurales erosionables, de clima frío, seco, relieve de vigas y crestones homoclinales, material parental de rocas sedimentarias clásticas mixtas y localmente rocas ígneas. Unidades cartográficas y sus componentes taxonómicos en asociación Inceptic Haplustalfs (Perfil 531, 30%), Lithic Ustorthents (PJ-45, 30%) y Typic Dystrustepsts (PJ-68, 25%). Su relieve moderado a fuertemente escarpado, con pendientes de 12 a 75%, localmente mayores, afectados por escurrimiento difuso en grado ligero y pedregosidad superficial; suelos moderadamente profundos a superficiales, bien drenados, de texturas medias, reacción muy fuertemente ácida, saturación de aluminio mayor del 75% y fertilidad muy baja.

Por su parte, La vereda Las Vueltas, donde se encuentran las fincas El Salitre, San Rafael y la Francia, así como la vereda Suescún donde está ubicada la finca Canaguay se encuentran sobre suelos clasificados por el IGAC en VMBa (3, 4, 5), de paisaje de valle aluvial, de clima frío y seco, con relieve de terrazas recientes (figura 4-3). Material parental de depósitos superficiales clásticos hidrogénicos. Unidades cartográficas y sus componentes taxonómicos en asociación Vertic Epiaquepts (Perfil PB-27, 50%), Hydric Haplohemists (Perfil J-28, 40%). Relieve moderado a fuertemente quebrado y fuertemente inclinado a ligeramente empinado, con pendientes 12-25% y 25-50%; suelos profundos, bien drenados, de texturas franco fina, reacción muy fuerte a moderadamente ácida, saturación de aluminio mayor del 80% en algunos suelos la capacidad de

intercambio catiónico es muy alta a moderada y la fertilidad es baja y en las inclusiones es moderada.

Figura 4-3. Mapa de suelos del municipio de Tibasosa con la ubicación de los agroecosistemas bajo estudio.



Fuente: Esta investigación, con base en el mapa de suelos para el municipio de Turmequé del estudio de suelos de Boyacá de IGAC-UPTC (2005).

La vereda Peña Negra, donde se ubica la finca Las Brisas, presenta suelos clasificados según el IGAC en la categoría de MMEg, con paisajes de montañas estructurales erosionales, con clima frío, seco (Figura 14). Relieve con crestas homoclinales abruptas. Material parental de rocas sedimentarias clásticas arenosas con intercalaciones de limoarcillosas. Cartográficas y sus componentes taxonómicos complejo, Lithic Ustorthents (Perfil B-122, 40%), Humic Dystrustepts (Perfil B- 140, 30%), afloramientos rocosos (20%). Relieve moderado a fuertemente quebrado y moderadamente escarpado, pendientes predominantes de 25 a 75%; afectados por movimientos en masa, pata de vaca, erosión hídrica ligera a moderada, los suelos son superficiales a moderadamente profundos, bien drenados, de texturas medias sobre finas, reacción muy fuertemente ácida, saturación de bases y fertilidad moderada a alta.

Estas características de suelos, en tanto baja fertilidad, acidez y con tendencia a la erosión, fueron validadas por los agricultores de cada municipio y por las cuáles, como se verá más adelante, han tenido que implementar una serie de prácticas de conservación y fertilización para poder cultivar sus alimentos.

No obstante lo anterior, estas características podrían explicar el hecho que *Tropaelum tuberosum*; *Oxalis tuberosus* y *Ullucus tuberosus*, se cultiven sin problema en la zona, ya que precisamente estas especies toleran muy bien suelos ácidos y con baja fertilidad (Tapia y Fries, 2007 y Suquilanda, 2011). Sin embargo, con abonaduras orgánicas y en suelos más fértiles responden con mejores rendimientos (Barrera *et al.*, 2004). Lo anterior, corrobora el calificativo que los agricultores de la zona de estudio les adjudican a estas especies al denominarlas “comida agradecida”, porque aseguran que, aunque sus suelos no son tan buenos, estas especies producen sin problema alguno:

“Esta comidita se parece a uno, estás semillas están acostumbradas a la pobreza, producen en ladera, en los bordes del camino y hasta entre las piedras, sin importar si se les hecha o no abono” (Agricultor de Ventaquemda).

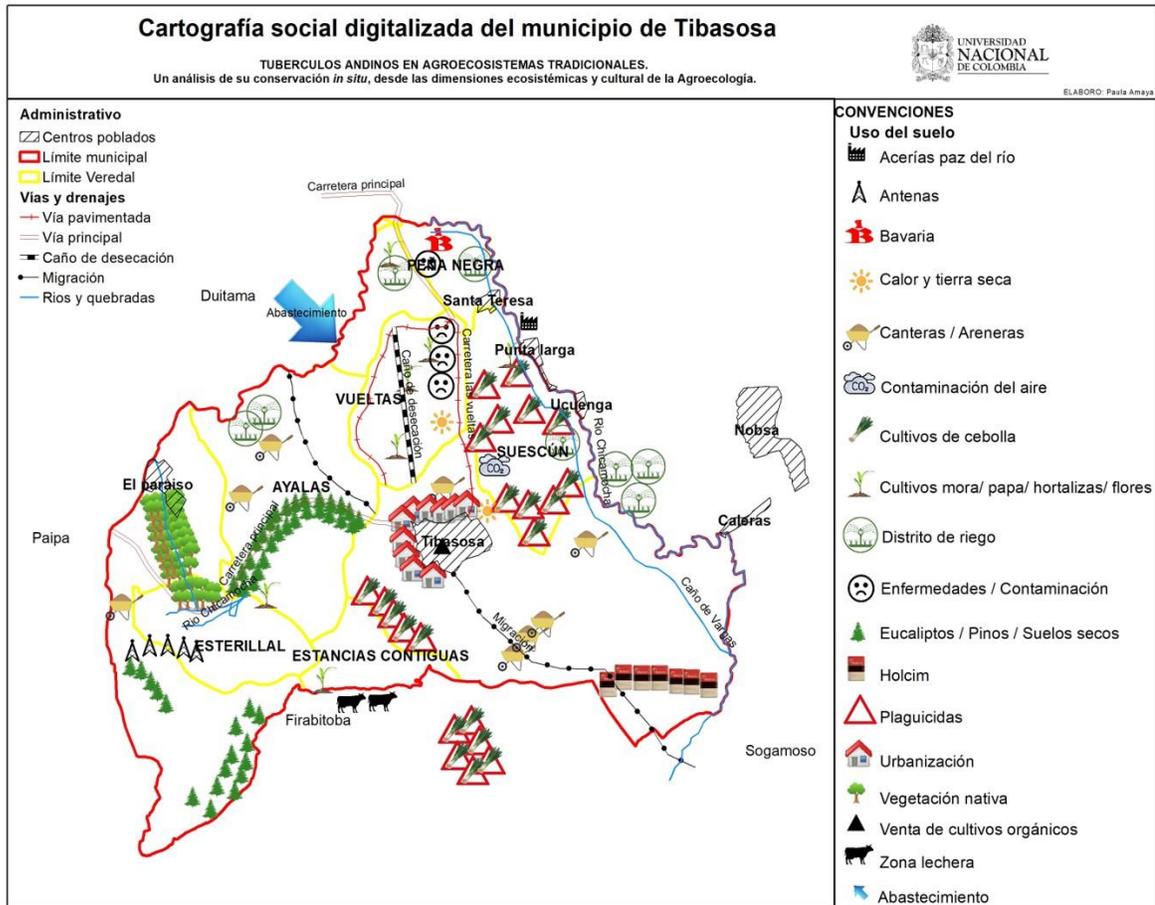
Cabe anotar que la erodabilidad y la baja fertilidad en la zona de estudio, obedece además de factores de orden natural como el material parental y la pendiente propios de la zona, a otros de orden antrópico que, de acuerdo a las representaciones cartográficas elaboradas por los agricultores participantes en esta investigación, han acelerado el proceso de degradación de los suelos en la zona de estudio (ver figura 4-4). Estos

factores corresponden a la eliminación de la cobertura vegetal natural como bosques y páramos para dar paso a:

- Monocultivos de papa y frutales, como ocurre en Ventaquemada y Turmequé y cebolla o plantaciones forestales de pino o eucalipto, como pasa en Tibasosa.
- Cambio de los usos del suelo agrícola por pastos para la ganadería, lo cual como se verá más adelante, ha venido ocurriendo en los tres municipios.
- Intensificación de minería de carbón y para extracción de materiales de construcción, entre los cuales se anotan hasta el año 2016: 35 títulos mineros concedidos en Tibasosa; 7 en Turmequé y 19 en Ventaquemada.
- Así como la creciente urbanización, en detrimento de suelos con vocación agrícola.

Todos estos factores antrópicos, de acuerdo al último Reporte Mundial de la Biodiversidad (IPBES, 2019) no solo afectan las condiciones del suelo, sino también de manera considerable la abundancia y diversidad de especies vegetales y animales, bosques y otros ecosistemas estratégicos para la humanidad. Como se anota más adelante, el paisaje circundante a los agroecosistemas que conservan tubérculos andinos, no son ajenos a esta problemática de orden global.

Figura 4-4. Cartografía social de uso del suelo en el municipio de Tibasosa, elaborado por familias agricultoras participantes en la zona.

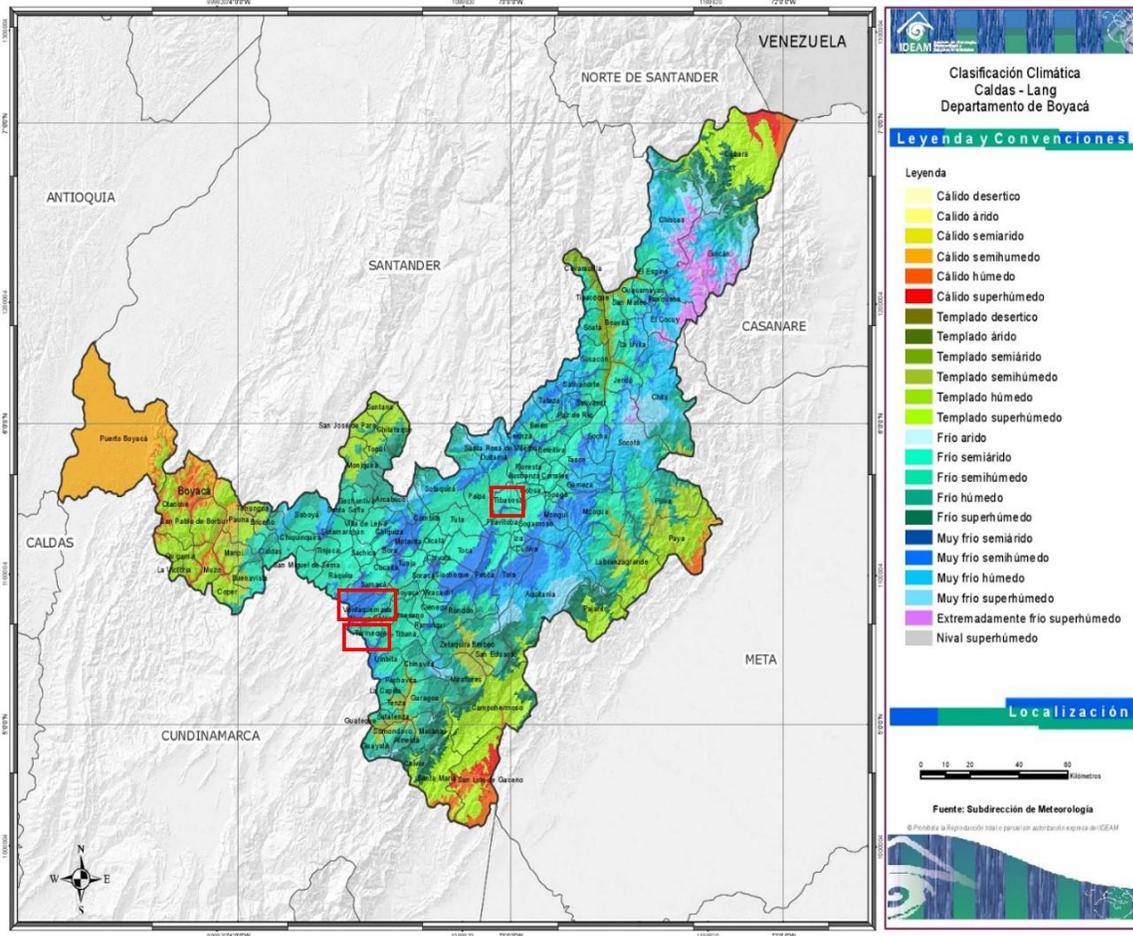


Fuente: Esta investigación.

b) Clima

La mayor parte del departamento de Boyacá pertenece a los pisos térmicos fríos y muy fríos. Las temperaturas mayores a 20°C aparecen a la altura de Muzo y Otanche, al occidente, hasta alcanzar máximos en Puerto Boyacá sobre las márgenes del Magdalena (IDEAM et al., 2017). Los climas fríos y muy fríos en todos los niveles de humedad ocupan la mayor parte del departamento. Los fríos húmedos predominan al oriente, mientras los fríos semiáridos y semihúmedos aparecen al occidente y en el altiplano cundiboyacense. Particularmente los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa se encuentran en el rango de frío semihúmedos y muy fríos semihúmedos (ver figura 4-5).

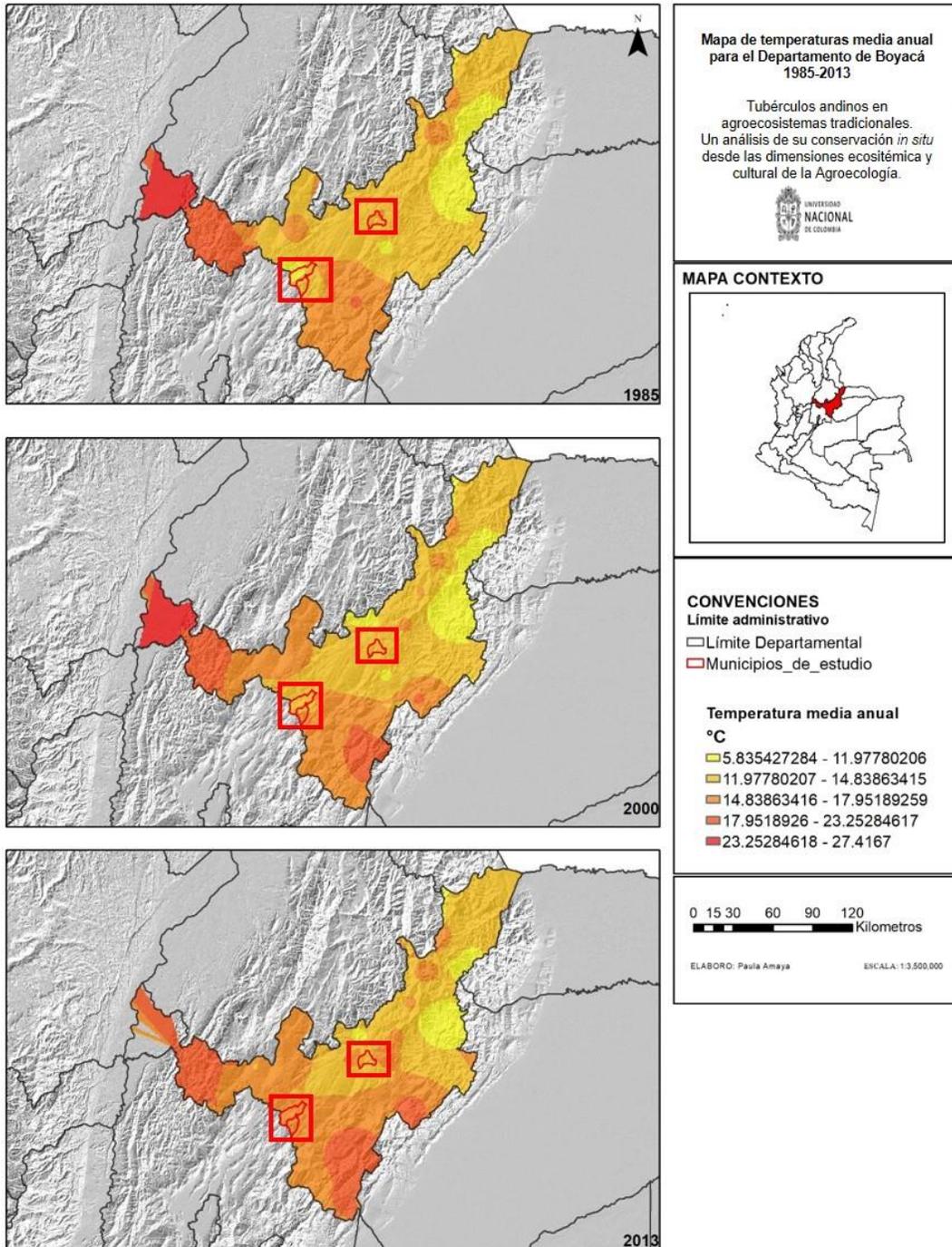
Figura 4-5. Mapa climático del Departamento de Boyacá, en rojo se señalan los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa.



Fuente: IDEAM et al.,(2017).

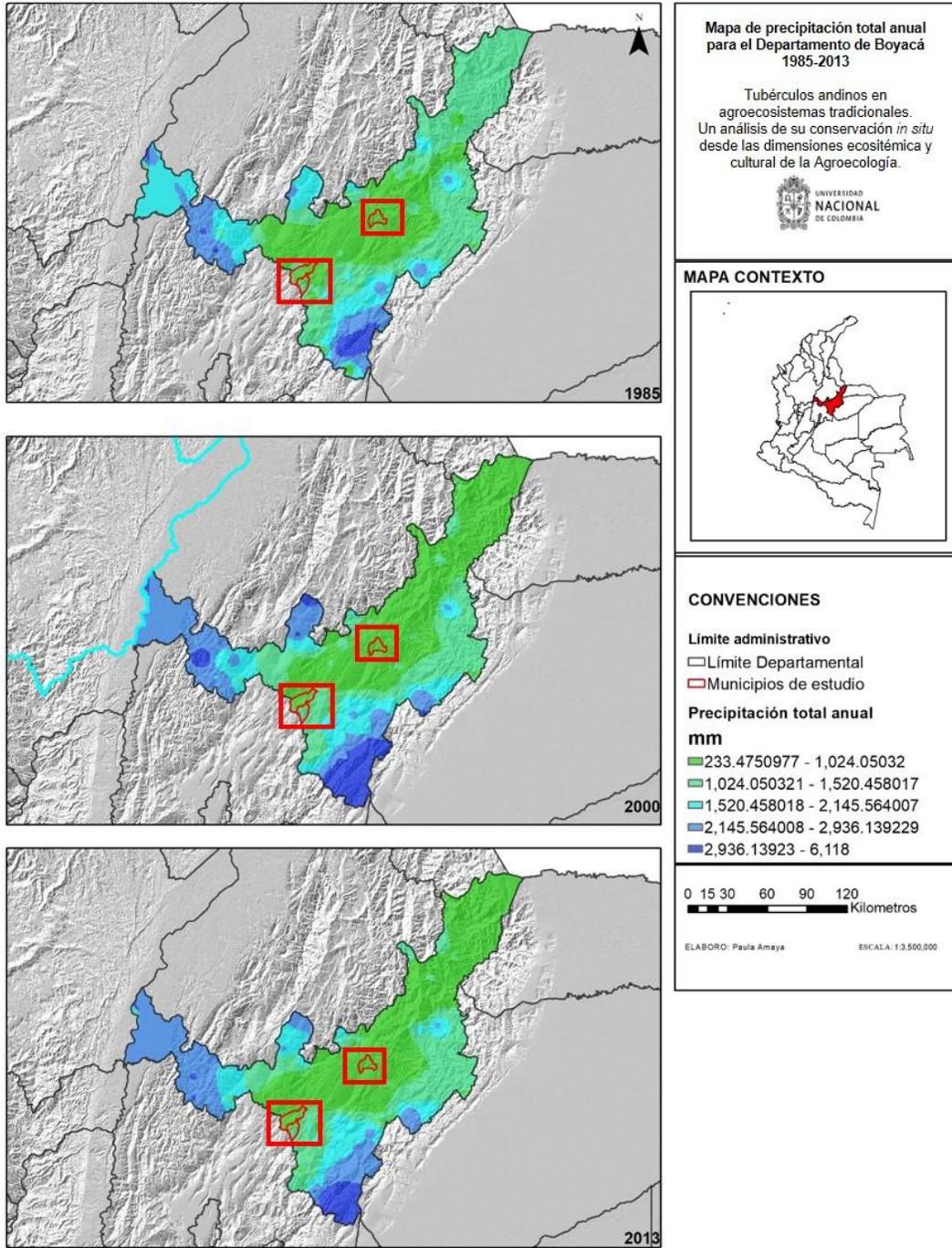
Particularmente y de manera complementaria a la figura anterior, en las figuras 4-6 y 4-7, se evidencian, para las tres ventanas del tiempo analizadas (1985, 2000 y 2013), el comportamiento de la temperatura promedio y de precipitación anual para el departamento de Boyacá. Allí se precisa la ubicación de los tres municipios en cuestión, cuyas características climáticas y sus variaciones específicas durante los últimos años también se explican.

Figura 4-6. Mapas de Temperatura promedio anual para el Departamento de Boyacá para los años 1985, 2000 y 2013, se resalta en rojo los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa.



Fuente: Elaborado por Paula Amaya para esta investigación.

Figura 4-7. Mapas de Precipitación total anual para el Departamento de Boyacá para los años 1985, 2000 y 2013, se resalta en rojo los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa.



Fuente: Elaborado por Paula Amaya para esta investigación.

Con base en las convenciones de las figuras anteriores, particularmente para los municipios de Turmequé y Ventaquemada, se puede apreciar un aumento en la temperatura promedio anual en las tres ventanas del tiempo evaluadas, pasando de rangos entre 11–14°C a rangos de 14-17°C en el 2013. Por su parte, aunque los datos de precipitación se mantienen en su mayoría a lo largo de los años sobre los 1000 mm anuales para los tres municipios, fue factible corroborar incrementos de 1-5 mm anuales. La tabla 4-2, evidencia los promedios de los buffers seleccionados para los tres municipios de estudio.

Tabla 4-2. Promedios de precipitación total (PT) y temperatura promedio (TS) de los buffers seleccionados para los tres municipios en las tres ventanas de tiempo analizadas.

| Tibasosa | | | |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1985 | 2000 | 2013 |
| PT (mm) | 733.01 | 825.94 | 782.51 |
| TS (°C) | 13.62 | 12.86 | 13.94 |
| Turmequé | | | |
| | 1985 | 2000 | 2013 |
| PT (mm) | 1246.47 | 1366.20 | 1211.72 |
| TS (°C) | 13.00 | 14.65 | 15.49 |
| Ventaquemada | | | |
| | 1985 | 2000 | 2013 |
| PT(mm) | 874.85 | 886.55 | 807.48 |
| TS (°C) | 12.94 | 13.80 | 14.45 |

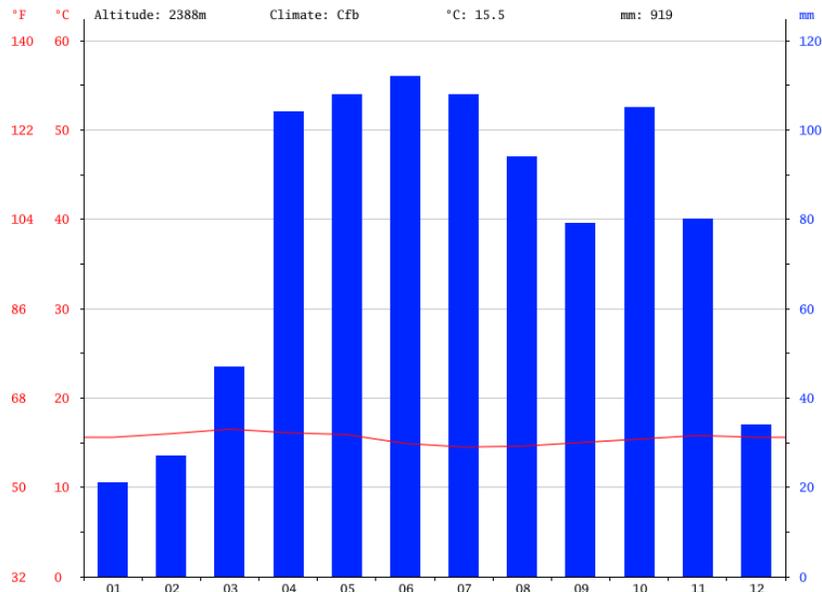
Fuente: Esta investigación

Particularmente en el caso del municipio de Turmequé, teniendo en cuenta los datos de la estación meteorológica de Nuevo Colón, la temperatura fluctúa entre los 12°C de temperatura mínima (promedios mensuales anuales), temperatura media de 14,4°C y temperatura máxima de 16,5°C (valores anuales). Los meses que registran incremento en la temperatura son: febrero, marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre; mientras

que los meses que registran bajas temperaturas son mayo, junio, agosto y septiembre, que coinciden con la época de lluvias. El patrón de distribución de lluvias es de tipo bimodal, con un periodo de concentración de aproximadamente de 3 meses de duración (figura 4-8). El valor máximo se alcanza en julio, mes más húmedo y los meses más secos son enero y febrero con 13,1 y 22,7 mm.

Sin embargo, al revisar el histórico de los últimos 30 años, se evidenció un aumento en la temperatura promedio anual de 0 - 0.2 °C cada año, mientras las precipitaciones parecen mantenerse dentro de los mismos rangos (1000 – 1500 mm) con pequeñas variaciones entre 1- 5 mm.

Figura 4-8. Climograma del municipio de Turmequé con valores actuales de temperatura (°C) y precipitación (mm).



Tomado de: climate-data.org con base en los datos reportados por el IDEAM.

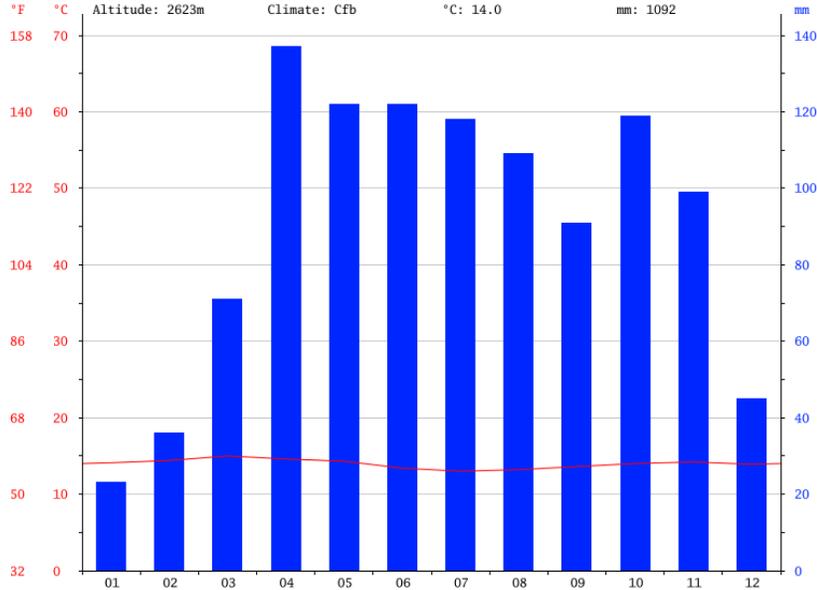
En el caso de Ventaquemada, se han registrado cambios en las temperaturas máximas y mínimas de -0.3 al 0.2 °C y de precipitación acumulada anual de 1-5 mm cada año durante los últimos 10 años con eventos más extremos marcados. El régimen de temperatura es generalmente bimodal. Aún cuando los contrastes térmicos no son muy marcados, aumentan a medida que la humedad atmosférica es menor, pero también aumentan con la altura. Así en términos relativos, las fluctuaciones de temperatura

mensual a través del año son del orden del 14.5% y en términos absolutos en el área municipal, las diferencias máximas de temperatura media entre un mes y el siguiente es de 0.8 °C y entre el mes más frío y el más cálido es de 2.2°C. Por lo general los meses más fríos corresponden a los periodos de tendencia seca, como marzo y abril, pero se acentúa en los meses de julio y agosto que corresponden a los meses de los vientos.

A nivel espacial, la precipitación tiene un comportamiento de tipo unimodal (figura 4-9), sin embargo, en el mes de septiembre se registra una disminución significativa que altera en algún grado este comportamiento, lo cual es demostrado en los datos pluviométricos tomados a partir del año de 1985 en la estación meteorológica de Ventaquemada.

La precipitación va aumentando a lo largo de toda la primera mitad del año, hasta alcanzar sus niveles máximos en los meses de mayo, junio y julio, que pueden ir hasta 123 mm mensual, y disminuyendo paulatinamente en la otra parte del año, mostrando que los meses con los niveles más bajos de precipitación corresponden a diciembre, enero y febrero con valores que pueden llegar a 17 mm. En general, se presentan altos porcentajes de lluvias desde marzo hasta noviembre, con valores que alcanzan los 217,9 mm. y escasas precipitaciones hasta febrero, con valores que descienden hasta los 41,9 mm.

Figura 4-9. Climograma del municipio de Ventaquemada con valores actuales de temperatura (°C) y precipitación (mm).

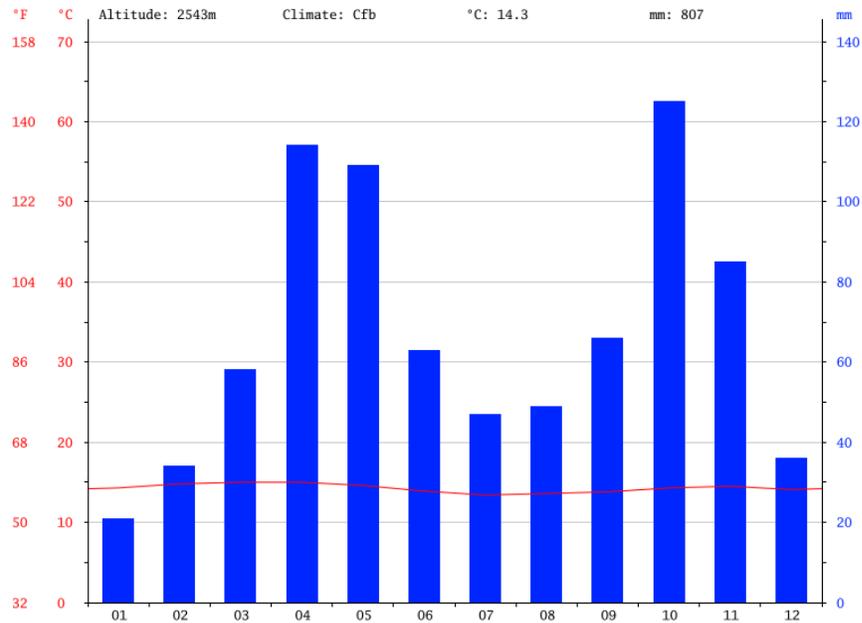


Tomado de: climate-data.org con base en los datos reportados por el IDEAM.

Por su parte en el municipio de Tibasosa la temperatura media es de 16 ° C, presenta dos periodos lluviosos bien marcados, el primero abril y mayo y el segundo octubre y noviembre. Presentó cambios en temperaturas máximas y mínimas de 0.2 al 0.6°C y de precipitación acumulada anual de 1-5 mm cada año durante los últimos 10 años con eventos extremos más marcados (figura 4-10).

Durante la última década la temperatura promedio de este municipio se registró en 13.8°C con temperaturas máximas promedio de 24°C y mínimas promedio de 3°C. La precipitación total promedio multianual se estableció en 779 mm siendo uno de los municipios con menos disponibilidad de agua de los tres evaluados.

Figura 4-10. Climograma del municipio de Tibasosa con valores actuales de temperatura (°C) y precipitación (mm).



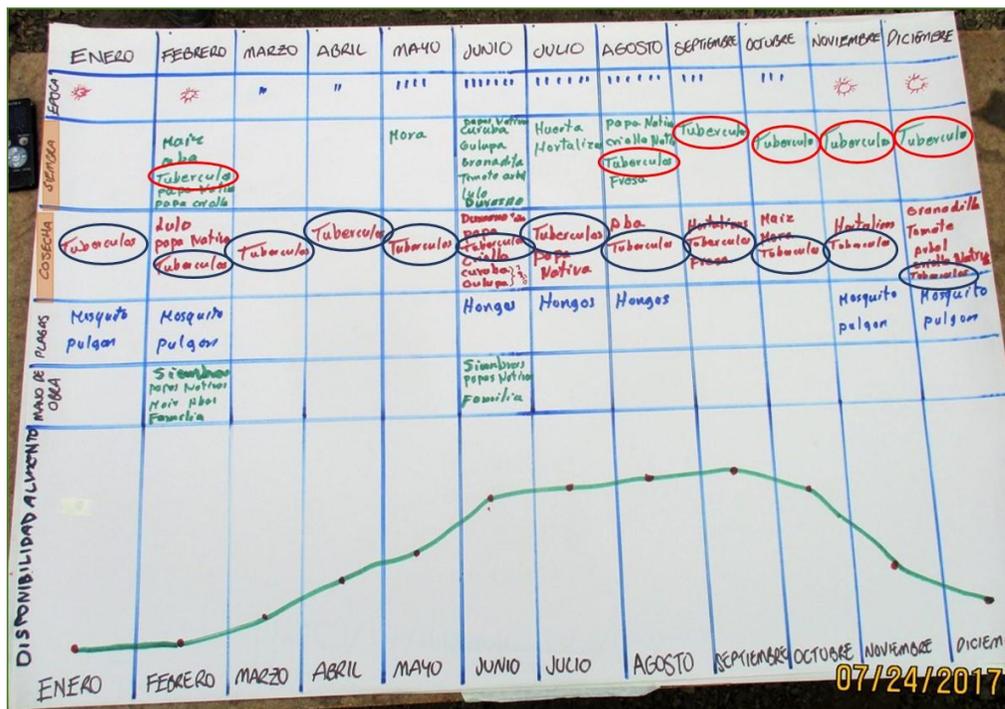
Tomado de: climate-data.org con base en los datos reportados por el IDEAM

Considerando los datos analizados y como se ampliará más adelante, se pudo determinar que la variación climática de los últimos años en la zona de estudio, ha tenido una incidencia directa en la instauración de distintas prácticas de manejo de los agroecosistemas tradicionales, así como en la selección de las especies vegetales y su distribución en el tiempo y en el espacio. Así, frente a este escenario y debido a otros factores de corte económico y social que también se especifican adelante, el cultivo de los tubérculos andinos ha retomado protagonismo, debido a que éstas especies en particular, toleran temperaturas bajas, prosperan sin problema en climas fríos (Tapia y Fries, 2007; Suquilanda, 2010). Aunque las heladas afecten su follaje, el tubérculo posee, en palabras de Bernal y Correa (1998), excepcionales capacidades regenerativas.

Así como puede apreciarse en la figura 4-11, su presencia en los ciclos de rotación y diversificación de cultivos en las fincas bajo estudio, se ha vuelto indispensable a lo largo del año debido a su particular rusticidad. Su siembra está organizada de acuerdo a la temporada de lluvias, las primeras de ellas ocurren en el mes de febrero para obtener las primeras cosechas en el mes de julio. De esta manera en agosto, vuelven a sembrarlos

hasta el mes de diciembre aprovechando las últimas lluvias, lo cual les asegura su producción constante a lo largo de todo el año.

Figura 4-11. Calendario estacional planificación de cultivos elaborado por agricultores del municipio de Ventaquemada.



Fuente: Esta investigación.

Sin embargo, a pesar de la rusticidad y amplia capacidad de adaptación asignada a estas especies para condiciones climáticas adversas, se teme que, si la variabilidad climática persiste en la zona y los incrementos de temperatura de 1.5 a 2°C, pronosticados por Rodriguez et al., (2010) y el IDEAM et al., (2017) para el año 2040 se materializan, éstas y otras especies andinas podrían correr el riesgo de ser desplazadas a zona aún más altas, producto de la ampliación de la frontera agrícola, en detrimento de ecosistemas frágiles como páramos o bosques andinos, e incluso corren el riesgo de perder su aptitud climática y llegar a desaparecer (Doering, et al., 2002; Egli, 2005; Cline, 2007; Lau, et al., 2011; Valderrama, 2014; Lescano, 2016).

Este escenario ya se ha pronosticado para el caso de la papa, especie que comparte para su cultivo, las mismas condiciones climáticas y de altitud que los tres tubérculos andinos y que de acuerdo con estudios adelantados por Gutierrez, (2008); Vargas,

(2009); Sanabria y Lhomme, (2012); Quiroz et al., (2018), en temperaturas superiores a los 9°C bajo del suelo, disminuye notablemente su capacidad de tuberizar.

Frente a este panorama, en palabras de Altieri y Nicholls (2008; 2013), por esta y otras razones, el diseño y manejo de los agroecosistemas que cultivan estas especies, resultan determinantes para disminuir su vulnerabilidad. Un aspecto que si bien no fue objeto de éste estudio, se amplía en el ítem 4.2

4.1.2 Tipos de cobertura vegetal, usos del suelo y conectividad con la estructura ecológica principal (CEEP)

El cambio de uso de la tierra que se relaciona con las transformaciones del paisaje es considerado uno de los principales motores de pérdida para la biodiversidad y causas del cambio global actual (Vitousek *et al.* 1997; Foley *et al.* 2005). El constante crecimiento de la población humana y la expansión de sus actividades para proveer bienes y servicios, ha intensificado la transformación de los paisajes naturales en magnitudes, intensidades y escalas sin precedentes en la historia de la tierra (Millennium Ecosystem Assessment 2005; Zalasiewicz *et al.* 2010).

Por estas razones, la transformación de los ecosistemas se considera un proceso socio-ecológico complejo. La interacción del componente biofísico (p. ej. la pendiente, clima, o suelo) y los factores socioeconómicos, tales como las instituciones sociales o los tipos de tenencia de la tierra, desempeñan un papel determinante en cómo se dan los patrones, procesos, tasas de cambio, y trayectorias de los ecosistemas (Southworth & Tucker 2001; Lambin *et al.* 2001; Aide *et al.* 2012). Así, entre las actividades humanas más importantes que han reconfigurado los paisajes, se encuentra la agricultura (FAO, 2019; IPBES, 2019).

Precisamente, una de las consecuencias más importantes de la ampliación de la actividad agrícola y pecuaria en el mundo ha sido la partición de los hábitats naturales y el consiguiente aislamiento de los parches remanentes, proceso que es conocido como fragmentación (Perfecto et al., 2009). De esta manera, los fragmentos o parches resultantes se comportan como islas incapaces de sustentar la misma cantidad de especies que contenían cuando estaban contiguos unos con otros. Como consecuencia de la disminución de tamaño del ecosistema original, su fragmentación y el aislamiento,

junto con las dinámicas de diseño y manejo de los agroecosistemas que lo rodean, las comunidades bióticas que habitan tanto en dichos remanentes naturales, como al interior de los sistemas de producción, sufren grandes transformaciones que pueden afectar la biodiversidad asociada que llega a los segundos (Perfecto et al., 2009; León, 2014). De esta manera, el cambio de usos del suelo que se relaciona con las transformaciones del paisaje es considerado uno de los principales motores de pérdida para la biodiversidad (FAO, 2019).

Para América Latina, los factores más importantes de cambio de uso del suelo de la región que se han propuestos son las características geográficas, los factores socio-económicos y los parámetros biofísicos (Wassenaar et al., 2007). Existen otros factores como la accesibilidad, demanda de mercados nacionales e internacionales y el crecimiento de la densidad poblacional, los cuales se proponen que afectan en menor medida, siendo las tierras bajas con transformaciones más activas (Armenteras et al., 2006; Armenteras et al., 2011; Gómez-Peralta et al., 2008; Rudel et al., 2009; Wassenaar et al., 2007).

En Colombia, las tasas más altas de transformación del paisaje, se presentan en las regiones Caribe y Andina, y en menor proporción en las regiones del Amazonas, Orinoco y Pacífico (González et al., 2011). En particular, la región andina es donde históricamente se han producido mayores cambios como resultado de los procesos de colonización y densificación humanos desde tiempos prehispánicos (Etter & van Wyngaarden 2000; Corrales, 2002; Cavelier, 2006). Éstos, han afectado principalmente los bosques secos y andinos debido a la expansión de la frontera agrícola (predominante en las primeras etapas) y el pastoreo (predominante en las etapas recientes) (Etter, McAlpine & Possingham 2008).

El resultado del proceso de transformación en los Andes es un mosaico de paisajes heterogéneo. Los pastizales son la cobertura más abundante (24%), seguida de las tierras para cultivo (19%) (Sánchez-Cuervo et al. 2012). La vegetación natural remanente se ubica principalmente sobre las tierras altas, donde las condiciones de accesibilidad han restringido los procesos de pérdida de cobertura natural en bosques y páramos (Armenteras et al. 2011).

Como evidencia de lo anterior y de acuerdo con la clasificación Corine Land Cover en Colombia, esta investigación pudo corroborar que, como resultado de actividades antrópicas, las coberturas dominantes durante los últimos cincuenta años para las zonas de estudio en los tres municipios, Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa, son de dos tipos: **i)** áreas agrícolas heterogéneas de mosaicos de pastos y cultivos y **ii)** mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales.

Es decir, en las tres zonas de estudio, **la matriz principal del paisaje en la cual se encuentran insertos los agroecosistemas tradicionales que conservan tubérculos andinos, es artificial de tipo agropecuaria**, con predominancia de pastos, monocultivos y cultivos asociados. En menor medida, se presentan coberturas de bosque denso, bosque de galería y/o ripario, bosque fragmentado, afloramientos rocosos y tierras desnudas o degradadas. Lo anterior, coexiste con otro tipo de coberturas que en menor proporción han sido igual de determinantes para la configuración del paisaje y, por ende, en el diseño y manejo de los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos, entre ellas se pueden mencionar obras de infraestructura como carreteras y actividades de minería.

En este panorama, resulta relevante estimar la relación en tanto conectividad con ecosistemas naturales, que puedan tener los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos, toda vez que, gran parte de su funcionalidad ecológica (y por ende de su permanencia en el tiempo) va a depender de la conexión que éstos tengan con elementos naturales del paisaje circundante (León et al., 2018).

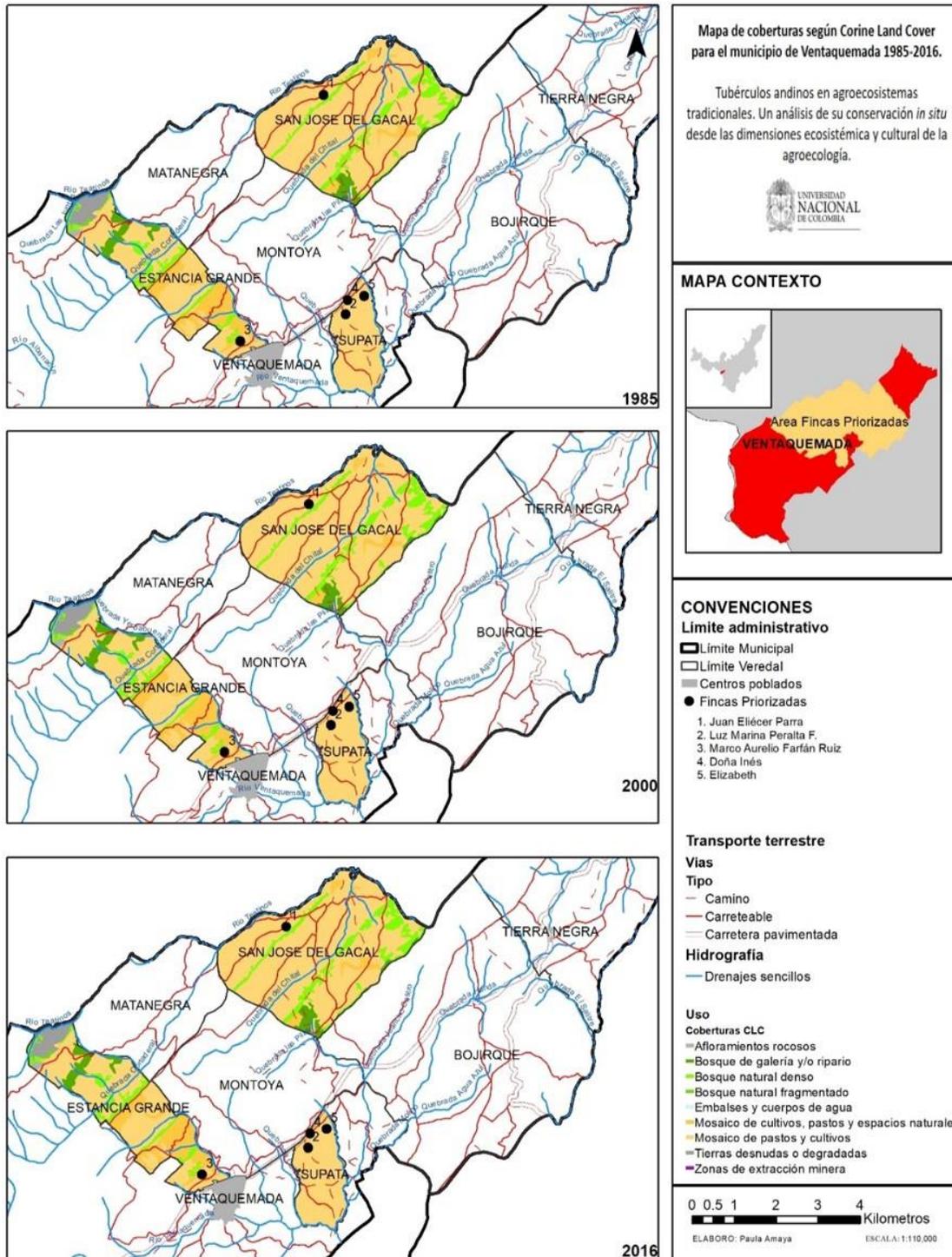
Al respecto, en el municipio de Ventaquemada, específicamente en las veredas Estancia Grande, Supatá y San José de Gacal donde se ubican los cinco (5) agroecosistemas que participaron en este estudio, el tipo de cobertura predominante ha sido por más de cincuenta años mosaico de pastos y cultivos (75%), seguida por la cobertura de bosque natural denso que pueden ser parches de pinos y eucaliptos mezclados con bosque altoandino, lo cual concuerda con lo reportado a nivel municipal en el EOT (2017).

Sin embargo, al analizar las coberturas vegetales en las tres ventanas de tiempo (1985-2000-2016) a una escala de 1:110.000 (Ver Figura 4-12 y tabla 4-3), los cambios no resultan fácilmente perceptibles, hecho que al parecer obedece a que la predominancia de una matriz agropecuaria en la zona andina, en detrimento de ecosistemas naturales,

se consolidó después de la época de la colonia y se acentuó desde mediados del siglo pasado, manteniéndose así hasta la fecha (Etter et al., 2008).

No obstante, los agricultores entrevistados aseguran que existe actualmente un incremento de espacios naturales, aunque estos se centran en un aumento del área de borde de parches naturales cercanos a sus fincas y en el establecimiento de cercas vivas, lo cual no se puede apreciar a la escala de análisis realizada, pero como se verá más adelante, si fueron identificados en las visitas a finca.

Figura 4-12. Mapa de transición de coberturas y uso del suelo en el municipio de Ventaquemada 1985-2016.



Fuente: Elaborado por Paula Amaya para esta investigación.

Tabla 4-3. Leyenda coberturas del suelo en el municipio Ventaquemada.

| Simbología | Cobertura | Código cobertura | Descripción |
|------------|--|------------------|---|
| | Zonas de extracción minera | 1.3.1 | Áreas dedicadas a la extracción de materiales minerales a cielo abierto. Incluye Arenales, Canteras, Gravilleras, Edificios e infraestructuras industriales asociadas (fábricas de cemento, por ejemplo), superficies de agua con área inferior a 5 ha, creadas por efecto de la extracción y sitios en actividad o abandonados desde hace poco tiempo, sin huella de vegetación. |
| | Mosaico de pastos y cultivos | 2.4.2. | Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. |
| | Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 2.4.3. | Esta cobertura comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales importantes. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de cultivos, pastos y espacios naturales no puede ser representado individualmente, con parcelas con tamaño menor a 25 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre el 30 y el 70% de la superficie total de la unidad. |
| | Bosque natural denso | 3.1.1. | Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo, con altura superior a 5 metros. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales. |
| | Bosque natural fragmentado | 3.1.2. | Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales con intervención humana que mantienen su estructura original. Se puede dar la ocurrencia de áreas completamente transformadas en el interior de la cobertura, originando parches por la presencia de otras coberturas como pasto, cultivos y/o rastrojos que reemplazan la cobertura original, las cuales no representan más del 30% del área de la unidad de bosque natural. |

| | | | |
|--|-------------------------------|--------|--|
| | Bosque de galería y/o ripario | 3.1.3. | Se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitado por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. Cuando la presencia de estas franjas de bosques ocurre en regiones de sabanas se conoce como bosque de galería o cañadas, las otras franjas de bosque en cursos de agua de zonas andinas son conocidas como bosque ripario. |
| | Afloramientos rocosos | 3.3.2. | Son áreas en las cuales la superficie del terreno está constituida por capas de rocas expuestas, sin desarrollo de vegetación, generalmente dispuestas en laderas abruptas, formando escarpes y acantilados; así como zonas de rocas desnudas relacionadas con la actividad volcánica o glacial. Asociados con los afloramientos rocosos se pueden encontrar depósitos de sedimentos finos y gruesos, de bloques o de cenizas. |
| | Tierras desnudas o degradadas | 3.3.3. | Esta cobertura corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como antrópicos de erosión y degradación extrema. Se incluyen las áreas donde se presentan tierras salinizadas, en proceso de desertificación, o con intensos procesos de erosión que pueden llegar hasta la formación de cárcavas. |
| | Embalses y cuerpos de agua | 5.1.4. | Esta cobertura comprende los cuerpos de agua de carácter artificial, que fueron creados por el hombre para almacenar agua usualmente con el propósito de generación de electricidad y el abastecimiento de acueductos, aunque también para prestar otros servicios tales como control de caudales, inundaciones, abastecimiento de agua, riego y con fines turísticos y recreativos. |

Fuente: Esta investigación

En este escenario, si bien cada agroecosistema estudiado en Ventaquemada, se encuentran a distancias diferenciales de fragmentos de bosques (figura 4-13 y 4-14), la proporción de éstos respecto al área de influencia de la finca es baja, ya que fluctúa entre 5 a 27%. No obstante, según la escala establecida por León et al., (2018), las fincas Victoria, El Recuerdo y el Delirio mostraron distancias promedio de los fragmentos de bosque al centro de la finca con (DFBCF), en un rango de 150 a 300m que les otorga un grado de conectividad medianamente alta (8), mientras que, para la misma categoría, las fincas El Pastalito y Los Pinos, registraron una conectividad de tipo media (6), con un promedio de distancia entre 300 a 450m. De otra parte, la distancia promedio entre los fragmentos del bosque (DFB) dentro del área de influencia de las fincas fue medianamente alta para la mayoría de ellas (8), a excepción de la Finca Victoria, que registro una conectividad entre fragmentos de bosque de tipo media. Ningún agroecosistema tradicional bajo estudio en Ventaquemada que cultiva tubérculos andinos en Ventaquemada, tiene conexión con cuerpos de agua (Tabla 4-4).

Tabla 4-4. Agroecosistemas priorizados en Ventaquemada y su grado de conectividad con fragmentos de bosque en el área de influencia de la finca.

| Finca | Área de influencia de la Finca (ha) | Fragmentos de Bosque Natural (FB). | | | | |
|-------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----|---------------------------------|-------|---------------------------------|
| | | (%) B | DFB | Valor en Escala de conectividad | DFBCF | Valor en Escala de conectividad |
| Victoria | 42.5 | 5 | 412 | 6 | 293 | 8 |
| El Delirio | 23.2 | 18 | 299 | 8 | 208 | 8 |
| El Recuerdo | 14.0 | 4 | 219 | 8 | 160 | 8 |
| Los Pinos | 28.6 | 27 | 303 | 8 | 232 | 6 |
| Pastalito | 50.0 | 14 | 310 | 8 | 249 | 6 |

%B: Se refiere al porcentaje de fragmentos de bosque en relación con el área de influencia de la finca

DFB: Distancia promedio entre fragmento de bosque dentro del área de influencia de la finca

DFBCF: Distancia promedio entre fragmentos de bosque al centro de la finca.

Figura 4-13. Finca Los Pinos

Elaborado por Lina Lozano para esta investigación.

Figura 4-14. Finca Victoria

Elaborado por Lina Lozano para esta investigación.

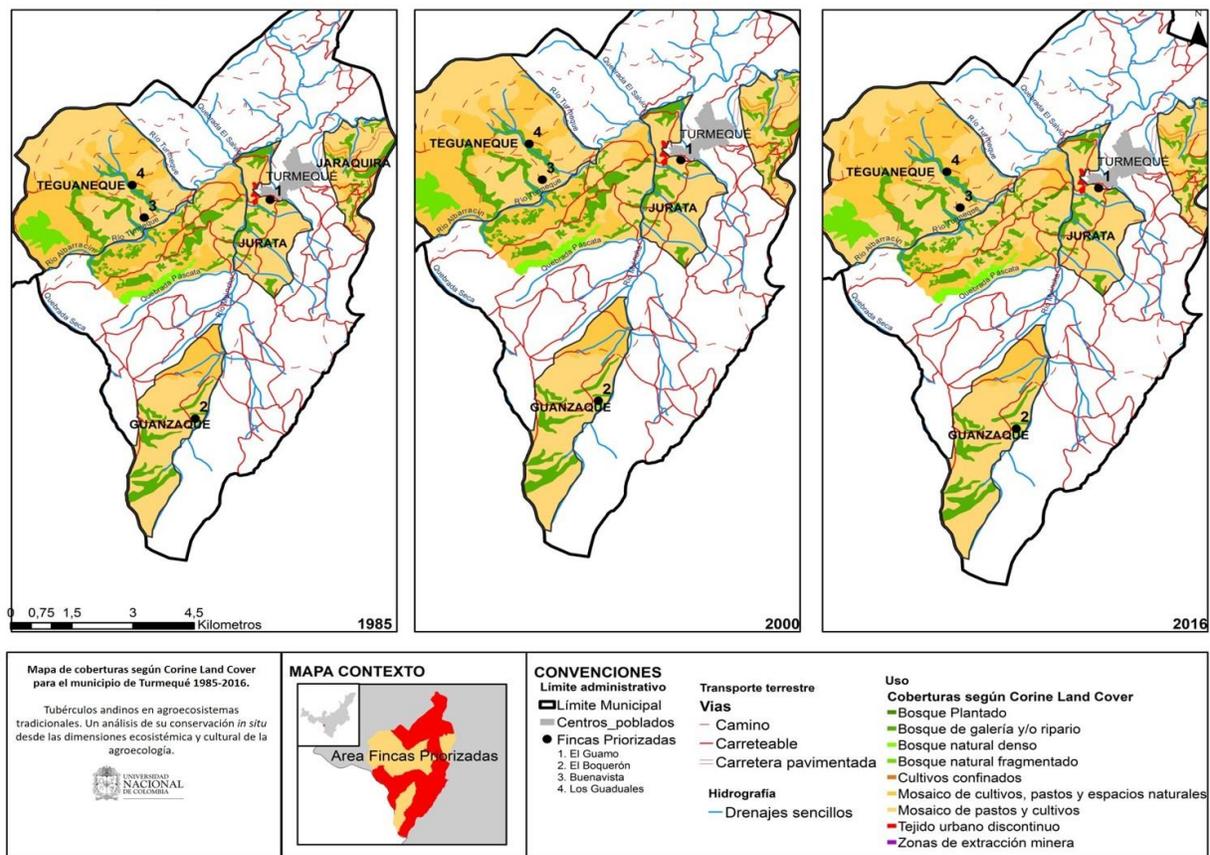
Nota: fincas en color amarillo. El área sombreada en color marrón, constituye el área de influencia de las fincas. En verde, los bosques o fragmentos de bosque ubicados dentro del área de influencia.

Por su parte en Turmequé la cobertura de ecosistemas nativos está transformada en su mayoría y por más de cincuenta años han predominado los pastos y pequeños rastrojos como matorrales dispersos entre los pastizales. En la zona sur, en límites con Úmbita vereda de Siguineque, Pozo Negro, y parte de Guanzaque en la Cueva la Antigua como el límite de vereda Bosavita con Villa Pinzón, predominan extractos arbóreos, arbustivo y herbáceo. El área paramuna correspondiente al municipio de Turmequé es de poca extensión en comparación con la totalidad del área de páramo que cubre al departamento de Boyacá. En ella, se ubican pobladores que han transformado el páramo por la actividad agrícola y ganadera extensiva, presión ejercida por habitantes de tres municipios: Villa Pinzón, Úmbita y Turmequé.

Adicionalmente la existencia de turberas, pantanos y lagunas corren riesgo de contaminación. La vegetación existente es propia de páramo con buenos parches conservados y otros de carácter secundario, dados los procesos que se llevan a cabo sobre la zona (EOT Municipio Turmequé, 2017).

Particularmente en las veredas de Guanzaque, Teguaque y Juratá, dentro de las cuales se encuentran los cuatro agroecosistemas que participaron en el presente estudio, se encontraron 9 categorías de coberturas (figura 4-15 y tabla 4-5), donde los mosaicos de pastos y cultivos representaron la más extensa, seguido de la cobertura de mosaico de pastos, cultivos y espacios naturales. Al igual que lo acontecido en Ventaquemada, una matriz agropecuaria consolidada desde mediados del siglo pasado predomina en el paisaje, razón por la cual los cambios en las coberturas durante el período de tiempo analizado, no resulta fácilmente perceptible a escala 1:100.000, a pesar que los agricultores de la zona argumentan un deterioro en los páramos y bosques naturales debido al incremento de actividades de minería y ampliación de la frontera agrícola en zonas cercanas a páramo.

Figura 4-15. Mapa de transición de coberturas y uso del suelo en el municipio de Turmequé, 1985-2016.



Fuente: Elaborado por Paula Amaya para esta investigación.

Tabla 4-5. Leyenda coberturas del suelo. Municipio Turmequé.

| Simbología | Cobertura | Código cobertura | Descripción |
|---|--|------------------|---|
|  | Tejido urbano discontinuo | 1.1.2. | Son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren artificialmente la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierto por vegetación. Esta unidad puede presentar dificultad para su delimitación cuando otras coberturas se mezclan con áreas clasificadas como zonas urbanas. |
|  | Zonas de extracción minera | 1.3.1 | Áreas dedicadas a la extracción de materiales minerales a cielo abierto. Incluye Arenales, Canteras, Gravilleras, Edificios e infraestructuras industriales asociadas (fábricas de cemento, por ejemplo), superficies de agua con área inferior a 5 ha, creadas por efecto de la extracción y sitios en actividad o abandonados desde hace poco tiempo, sin huella de vegetación. |
|  | Cultivos confinados | 2.2.9 | El invernadero y la infraestructura asociada con área mayor a 25 Ha y estanques artificiales de agua asociados a los invernaderos con área menor a 25 ha. |
|  | Mosaico de pastos y cultivos | 2.4.2. | Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. |
|  | Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 2.4.3. | Esta cobertura comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales importantes. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de cultivos, pastos y espacios naturales no puede ser representado individualmente, con parcelas con tamaño menor a 25 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre el 30 y el 70% de la superficie total de la unidad. |

| | | | |
|--|-------------------------------|--------|--|
| | Bosque natural fragmentado | 3.1.2. | Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales con intervención humana que mantienen su estructura original. Se puede dar la ocurrencia de áreas completamente transformadas en el interior de la cobertura, originando parches por la presencia de otras coberturas como pasto, cultivos y/o rastrojos que reemplazan la cobertura original, las cuales no representan más del 30% del área de la unidad de bosque natural. |
| | Bosque de galería y/o ripario | 3.1.3. | Se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitado por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. Cuando la presencia de estas franjas de bosques ocurre en regiones de sabanas se conoce como bosque de galería o cañadas, las otras franjas de bosque en cursos de agua de zonas andinas son conocidas como bosque ripario. |
| | Bosque plantado | 3.1.5. | Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera o bienes no madereros. |

Fuente: Esta investigación.

En este contexto, particularmente en la vereda Juratá, la finca El Guamo, presenta el más bajo porcentaje de fragmentos de bosque dentro de su área de influencia (7%). No obstante, la distancia promedio entre dichos fragmentos de bosque (DFB) y la distancia promedio de los fragmentos de bosque, respecto al centro de la finca (DFBCF), la ubican como un agroecosistema con medianamente alta y alta conectividad, respectivamente (tabla 4-6). Lo contrario, ocurre con la Finca Buenavista, ubicada en la vereda Teguanegue, si bien el porcentaje de fragmentos de bosque en su área de influencia corresponde a 12%, tanto la distancia entre ellos, como de los fragmentos de bosque, respecto al centro de la finca, son muy altos, otorgándole una categoría de conectividad baja (2).

La finca los Guadales, propiedad de don Rodrigo Muñoz, también en la vereda Teguanque, presenta una distancia entre fragmentos de bosque muy alta, pero una distancia promedio de éstos, con respecto al centro de la finca (DFBCF) moderadamente baja, razón que lo ubica en la escala 6 de conectividad para ésta última variable y 2 para la DBF. Finalmente, La finca el Boquerón, en la vereda Guanzaque tiene el porcentaje más alto de fragmentos de bosque (34%), dentro de su área de influencia, mostrando una distancia entre fragmentos de bosque moderadamente alta y una DFBCF que le otorga un valor conectividad alta. Hay que anotar, que la finca el Boquerón es la única cuya conectividad se relaciona con parches de bosque nativo, que se conecta con el páramo de Guacheneque, gracias a su cercanía, además esta finca está conectada también con el bosque de galería que se mantiene en la ronda del río Muincha, mientras que las otras tres fincas tienen presencia en su área de influencia, de eucaliptos y pinos, cuyo aporte en términos de albergar biodiversidad asociada (polinizadores, descomponedores, enemigos naturales, etc.) no es la esperada.

Tabla 4-6. Agroecosistemas priorizados en Turmequé y su grado de conectividad con fragmentos de bosque en el área de influencia de la finca.

| Finca | Área de influencia de la finca (ha.) | Fragmentos de Bosque Natural (FB). | | | | |
|--------------|--------------------------------------|------------------------------------|------|---------------------------------|-------|---------------------------------|
| | | B (%) | DFB | Valor en Escala de conectividad | DFBCF | Valor en Escala de conectividad |
| Buenavista | 263.6 | 12 | 902 | 2 | 662 | 2 |
| El Boquerón | 61.9 | 34 | 343 | 6 | 269 | 8 |
| El Guamo | 11.1 | 7 | 187 | 8 | 124 | 10 |
| Los Guadales | 115.3 | 10 | 1611 | 2 | 421 | 6 |

%B: Se refiere al porcentaje de fragmentos de bosque en relación con el área de influencia de la finca.

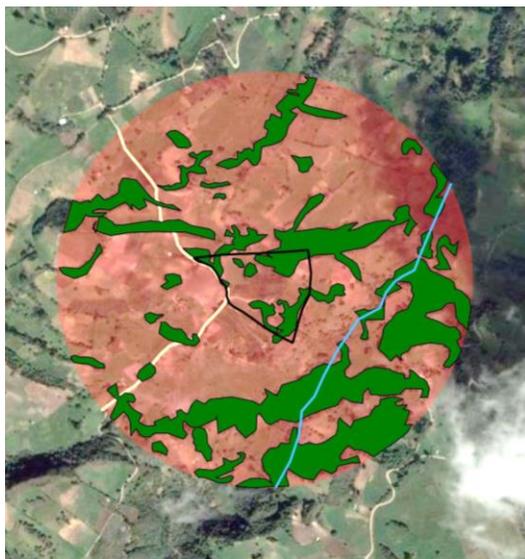
DFB: Distancia promedio entre fragmento de bosque dentro del área de influencia de la finca

DFBCF: Distancia promedio entre fragmentos de bosque al centro de la finca.

A diferencia del municipio de Ventaquemada, 3 de los cuatro agroecosistemas de Turmequé, reportaron presencia de cuerpos de agua (CA) en su zona de influencia, aunque con porcentajes muy bajos en tanto su cercanía entre ellos (DCA) y con el centro de la finca (DCACF), alcanzan a oscilar entre rangos de conectividad bajo (2) a medio (4). Por ejemplo, en la zona de influencia de la Finca el Boquerón, se encuentra el río Muincha; mientras que para la finca Los Guadales, el cuerpo de agua que sobresale es

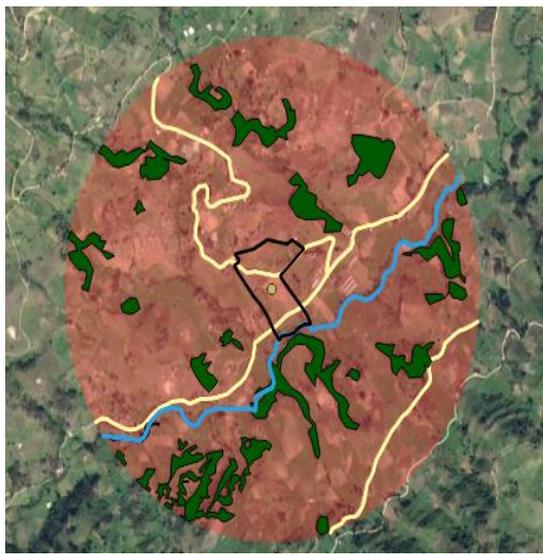
la quebrada El Salitre. En la finca Buenavista, el río Albarracín, coincide con uno de sus linderos (figuras 4-16 y 4-17).

Figura 4-16. Finca El Boquerón.



Elaborado por Lina Lozano para esta investigación.

Figura 4-17. Finca Buenavista.



Elaborado por Lina Lozano para esta investigación.

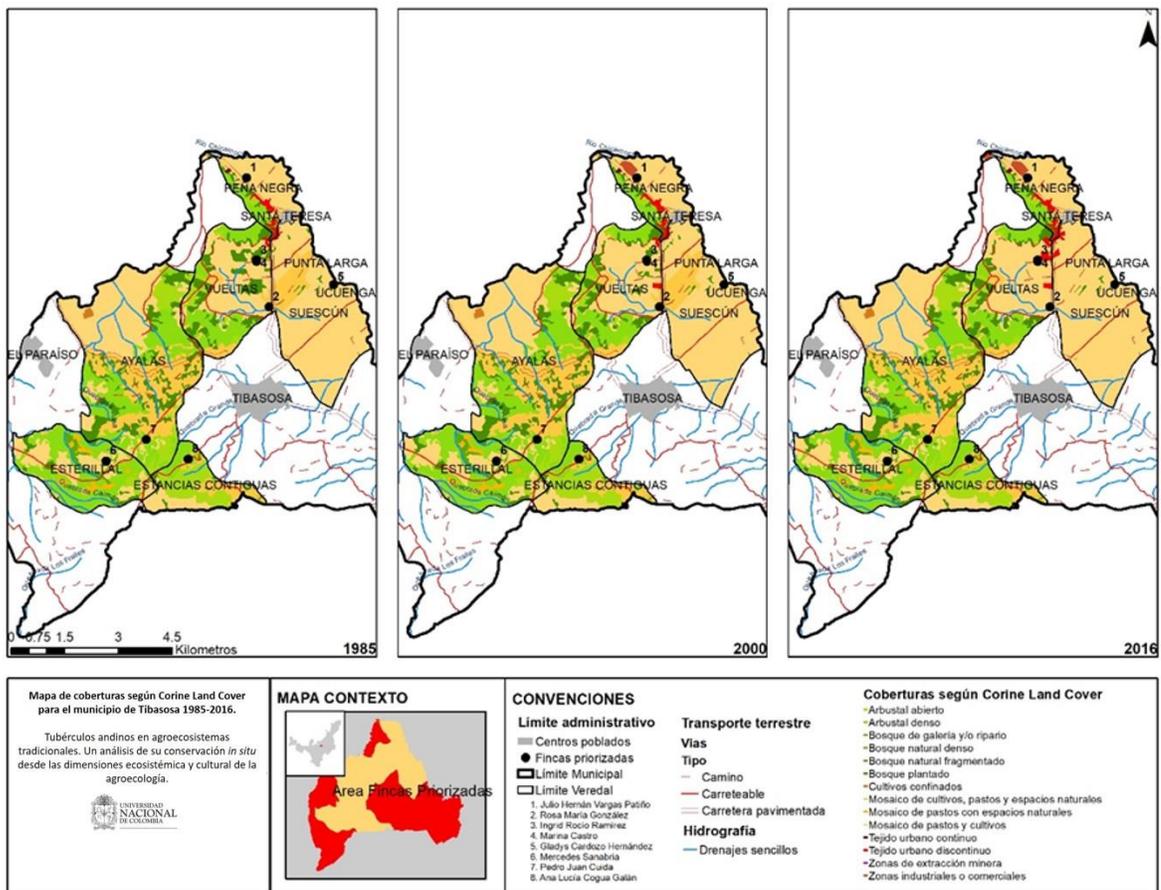
Nota: fincas delimitadas en color negro. El área sombreada en color marrón, constituye el área de influencia de las fincas. En verde, los bosques o fragmentos de bosque ubicados dentro del área de influencia. En azul los cuerpos de agua.

Por su parte en Tibasosa, en la zona de estudio que corresponde a los ocho agroecosistemas priorizados, se pudo determinar 13 tipos de coberturas (figura 4-18 y tabla 4-7). De las coberturas artificializadas, la más predominante fue el mosaico de pastos y cultivos representando el 48% en el 1985 y aumentando a 51% en el 2016. Las zonas industriales o comerciales tuvieron un leve aumento, pasando de no contar con ningún porcentaje de cobertura en 1985 a contar con 0.339% para el 2016. Esta transición se dio de mosaico de pastos y cultivos y bosque denso.

El mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales representaba en 1985 el 13% del área evaluada, disminuyendo en un 3 % y en el 2016 alcanzando el 11% del área. De las coberturas no artificializadas, la más representativa fue el arbustal denso con un 20% en los tres periodos (1985 a 2016), esta corresponde a las coberturas constituidas por

vegetación natural de porte bajo, con un dosel irregular en donde predominan los elementos arbustivos, pero que puede presentar elementos arbóreos dispersos. Esta vegetación puede ser producto de las condiciones naturales o de la acción antrópica. En este caso corresponde a un arbustal dónde no se observa espacio entre las plantas, por lo contrario, se observa una matriz continua de arbustos o matorrales.

Figura 4-18. Mapa de transición de coberturas y usos del suelo en el municipio de Tibasosa.



Fuente: Elaborado por Paula Amaya para esta investigación.

Tabla 4-7. Leyenda de coberturas del suelo. Municipio de Tibasosa.

| Simbología | Cobertura | Código cobertura | Descripción |
|------------|--|------------------|---|
| | Tejido urbano continuo | 1.1.1. | Son espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada. Las edificaciones, vías y superficies cubiertas artificialmente cubren más del 80% de la superficie del terreno. La vegetación y el suelo desnudo representan una baja proporción del área del tejido urbano. La superficie de la unidad debe ser superior a 5 ha. |
| | Tejido urbano discontinuo | 1.2.1. | Son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren artificialmente la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierto por vegetación. Esta unidad puede presentar dificultad para su delimitación cuando otras coberturas se mezclan con áreas clasificadas como zonas urbanas. |
| | Zonas industriales o comerciales | 1.2.1. | Áreas recubiertas por infraestructura artificial (terrenos cimentados, alquitranados, asfaltados o estabilizados), sin presencia de áreas verdes dominantes, las cuales se utilizan también para actividades comerciales o industriales. |
| | Cultivos confinados | 2.2.9 | Comprenden las tierras ocupadas por cultivos bajo infraestructuras de invernaderos, principalmente dedicadas al cultivo de flores, frutales y hortalizas. Incluye toda aquella estructura cerrada cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas en condiciones óptimas. |
| | Mosaico de pastos y cultivos | 2.4.2. | Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual. |
| | Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales | 2.4.3. | Esta cobertura comprende las superficies del territorio ocupadas principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales importantes. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de cultivos, pastos y espacios naturales no puede ser representado individualmente, con parcelas con tamaño menor a 25 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre el 30 y el 70% de la superficie total de la unidad. |

| | | | |
|--|--|----------|--|
| | Mosaico de pastos con espacios naturales | 2.4.4. | Esta cobertura está constituida por las superficies ocupadas principalmente por coberturas de pastos en combinación con espacios naturales. En esta unidad, el patrón de distribución de las zonas de pastos y de espacios naturales no puede ser representado individualmente y las parcelas de pastos presentan un área menor a 25 hectáreas. |
| | Bosque natural denso | 3.1.1. | Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo, con altura superior a 5 metros. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales. |
| | Bosque natural fragmentado | 3.1.2. | Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales con intervención humana que mantienen su estructura original. Se puede dar la ocurrencia de áreas completamente transformadas en el interior de la cobertura, originando parches por la presencia de otras coberturas como pasto, cultivos y/o rastrojos que reemplazan la cobertura original, las cuales no representan más del 30% del área de la unidad de bosque natural. |
| | Bosque plantado | 3.1.5. | Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera o bienes no madereros. |
| | Arbustal abierto | 3.2.2.1. | Corresponde a las coberturas constituidas por vegetación natural de porte bajo, con un dosel irregular en donde predominan los elementos arbustivos, pero que puede presentar elementos arbóreos dispersos. Esta vegetación puede ser producto de las condiciones naturales o de la acción antrópica. En este caso corresponde a un arbustal dónde se observa espacio entre las plantas. |
| | Arbustal denso | 3.2.2.2. | Corresponde a las coberturas constituidas por vegetación natural de porte bajo, con un dosel irregular en donde predominan los elementos arbustivos, pero que puede presentar elementos arbóreos dispersos. Esta vegetación puede ser producto de las condiciones naturales o de la acción antrópica. En este caso corresponde a un arbustal dónde no se observa espacio entre las plantas, por lo contrario, se observa una matriz continua de arbustos o matorrales. |

Fuente: Esta investigación.

En este contexto, se pudo determinar que el porcentaje de fragmentos de bosque, dentro del área de influencia de tres de los ocho agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos en Tibasosa, resulta representativo comparado con los ya reportados. Este es el caso de las fincas La Suerte (87%); La Tomita (77%) y Monserrate (65%), cuya distancia entre fragmentos de bosque (DFB) y la distancia promedio de ellos, con respecto al centro de la finca (DFBCF), les otorgan rangos de conectividad alta; medianamente alta y media respectivamente (ver tabla 4-8). Por otra parte, aunque la finca las Brisas presenta apenas el 13% de fragmentos de bosque en su área de influencia, la DFB y la DFBCF, la ubican también en un rango de conectividad alta. No ocurre lo mismo con las fincas La Francia, San Rafael y Canaguay, cuya conectividad para ambas variables resultó en los rangos bajos.

Tabla 4-8. Agroecosistemas priorizados en Tibasosa y su grado de conectividad con fragmentos de bosque en el área de influencia de la finca.

| Finca | Área de influencia de la finca (ha.) | Fragmentos de Bosque Natural (FB). | | | | |
|------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------|---------------------------------|-------|---------------------------------|
| | | B (%) | DFB | Valor en Escala de conectividad | DFBCF | Valor en Escala de conectividad |
| Canaguay | 92.9 | 8 | 614.35 | 2 | 502 | 4 |
| El Salitre | 61.9 | 15 | 566 | 4 | 371 | 6 |
| La Francia | 1.6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| La Suerte | 36.3 | 87 | 83 | 10 | 127 | 10 |
| La Tomita | 265 | 77 | 221 | 8 | 299 | 8 |
| Las Brisas | 3.4 | 13 | 69 | 10 | 53 | 10 |
| Monserrate | 116 | 65 | 364 | 6 | 331 | 6 |
| San Rafael | 5.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

%B: Se refiere al porcentaje de fragmentos de bosque en relación con el área de influencia de la finca.

DFB: Distancia promedio entre fragmento de bosque dentro del área de influencia de la finca

DFBCF: Distancia promedio entre fragmentos de bosque al centro de la finca.

En lo que respecta a cercanía con cuerpos de agua (CA), solo las fincas Canaguay y Salitre, presentaron en su área de influencia un grado de conectividad, que, aunque bajo en distancia entre los cuerpos de agua (DCA); fue alto respecto a la distancia de estos con el centro de la finca (DCACF), otorgándoles un valor de conectividad para esta

variable de medianamente alta (8) a alta (10), respectivamente. Sin embargo, hay que anotar que en ambos casos los cuerpos de agua registrados son artificiales, se trata de canales que corresponden al distrito de riego USO-Chicamocha (figuras 4-19 y 4-20).

Figura 4-19. Finca El Salitre.



Elaborado por Lina Lozano para esta investigación.

Figura 4-20. Finca Canaguay.



Elaborado por Lina Lozano para esta investigación.

Nota: Fincas delimitadas en color negro. El área sombreada en color marrón, constituye el área de influencia de las fincas. En verde, los bosques o fragmentos de bosque ubicados dentro del área de influencia. En azul los cuerpos de agua.

Con base en los resultados preliminares y siguiendo lo estipulado por León et al., (2018), después de ponderar y sumar los valores obtenidos para los porcentajes de fragmentos de bosque identificados en el área de influencia de la finca (%B), el promedio de la distancia entre éstos fragmentos (DFB); la distancia promedio de los fragmentos de bosque, respecto al centro de la finca (DFBCF); el porcentaje de los cuerpos de agua presentes en la zona de influencia (%CA) la distancia promedio entre cuerpos de agua (DCA) y la distancia promedio de los cuerpos de agua, respecto al centro de la finca (DCACF), se pudo determinar que el grado de conectividad de los agroecosistemas tradicionales en la zona de estudio, que cultivan tubérculos andinos, con la Estructura Ecológica del Paisaje (CEEP), es en su mayoría baja (ver tabla 4-9).

Tabla 4-9. Grado de Conectividad con la Estructura Ecológica Principal (CEEP) de los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos, con base en categoría establecida por León et al., (2018).

| Municipio | Finca | % B | DFB | DFBCF | %CA | DCA | DCACF | TOTAL CEEP | CEEP |
|--------------|--------------|-----|-----|-------|-----|-----|-------|------------|-----------|
| Tibasosa | Canaguay | 8 | 2 | 4 | 2 | 0 | 8 | 2 | Baja |
| | El Salitre | 15 | 4 | 6 | 2 | 0 | 10 | 3 | Baja |
| | La Francia | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Baja |
| | La Suerte | 87 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 | 6 | Media |
| | La Tomita | 77 | 8 | 8 | 0 | 8 | 6 | 7 | Media |
| | Las Brisas | 13 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 | 3 | Baja |
| | Monserate | 65 | 6 | 6 | 0 | 0 | 0 | 4 | Mte. Baja |
| | San Rafael | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Baja |
| Turmequé | Buenavista | 12 | 2 | 2 | 0,3 | 0 | 8 | 2 | Baja |
| | El Boquerón | 34 | 6 | 8 | 0,6 | 0 | 8 | 4 | Mte. Baja |
| | El Guamo | 7 | 8 | 10 | 0,0 | 0 | 0 | 2 | Baja |
| | Los Guadales | 10 | 2 | 6 | 0,4 | 0 | 10 | 2 | Baja |
| Ventaquemada | Victoria | 5 | 6 | 8 | 0,0 | 0 | 0 | 2 | Baja |
| | El Delirio | 18 | 8 | 8 | 0,0 | 0 | 0 | 2 | Baja |
| | El Recuerdo | 4 | 8 | 8 | 0,0 | 0 | 0 | 2 | Baja |
| | Los Pinos | 27 | 8 | 6 | 0,0 | 0 | 0 | 3 | Baja |
| | Pastalito | 14 | 8 | 6 | 0,0 | 0 | 0 | 2 | Baja |

%B: Porcentaje de fragmentos de bosque en relación con el área de influencia de la finca.

DFB: Distancia promedio entre fragmento de bosque dentro del área de influencia de la finca

DFBCF: Distancia promedio entre fragmentos de bosque al centro de la finca.

%CA: Porcentaje cuerpos de agua en área de influencia.

DCA: Distancia promedio entre cuerpos de agua en el área de influencia.

DCACF: Distancia promedio de los cuerpos de agua al centro de la finca.

CEEP: Conectividad con la Estructura Ecológica Principal.

Lo anterior, resulta coherente con los resultados obtenidos en el análisis de coberturas adelantados en esta investigación, ya que como pudo apreciarse, la cobertura que predomina en la zona de estudio en los tres municipios, es de tipo artificial: **mosaico de pastos y cultivos**, muy por encima de la de bosques naturales, dando como resultado una matriz principal del paisaje de tipo agropecuaria, donde monocultivos de pastos y papa son los arreglos que se destacan y dentro de los cuáles, los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos, en su mayoría se vislumbran hasta el momento como parches aislados, sumergidos en un paisaje relativamente homogéneo y con un bajo porcentaje de ecosistemas naturales en su área de influencia (figura 4-21).

Figura 4-21. Vista panorámica de la ubicación de la Finca el Guamo en Turmequé (bordeada de rojo), respecto a la matriz principal agropecuaria que predomina en el paisaje.



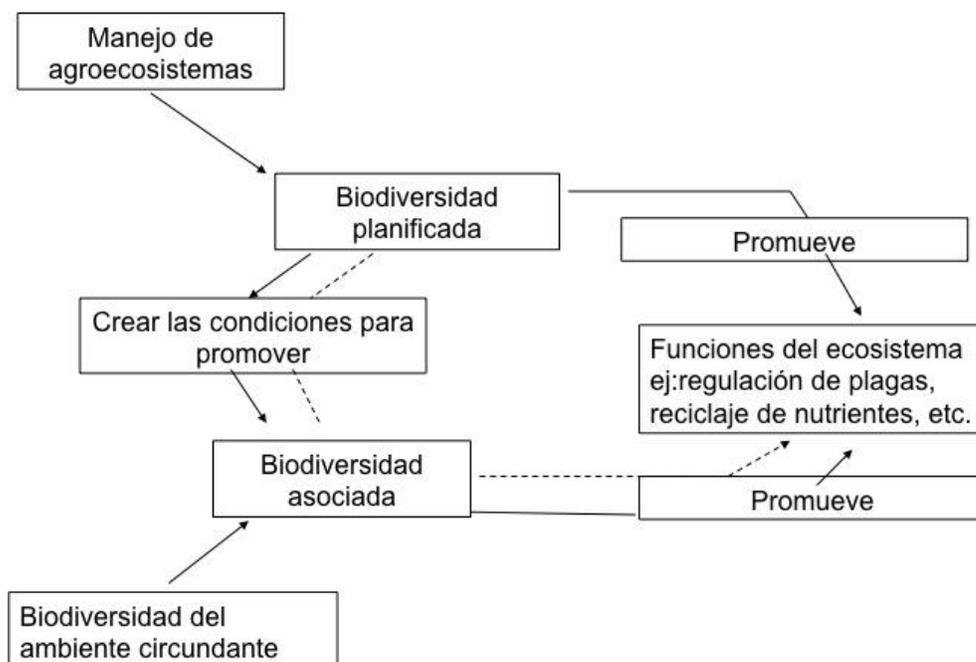
Fuente: Esta investigación, fotografía tomada con dron, mayo 2017. Escala 1:500

Este hecho de baja conectividad de los agroecosistemas tradicionales con ecosistemas naturales, incide directamente en su funcionalidad ecológica y por lo tanto, posiblemente lo hará también de manera negativa en su permanencia en el tiempo, pues cabe recordar que el aislamiento relativo de la estructura ecológica principal del paisaje, se relaciona con desequilibrios poblacionales y la pérdida de diversidad de especies, tanto dentro como fuera de los agroecosistemas (Barnés, 1999; Vitousek et al., 1997; Foley et al., 2005).

El anterior enunciado se soporta con los argumentos de Altieri y Nicholls, (2007); Brookfield y Padoch (2007); Sarandón, (2014) y Moya (2014), quienes aducen que en la agricultura bajo el principio de reciprocidad que rige a los sistemas complejos en la naturaleza, la biodiversidad planificada, es decir aquella que el agricultor dispone de forma deliberada como cultivos, árboles, arvenses, animales domésticos, entre otros, está en función de la biodiversidad asociada (toda la flora y fauna del suelo, fitógagos,

carnívoros, descomponedores, polinizadores, enemigos naturales, arvenses, mamíferos, aves, entre otros); y esta a su vez, guarda estrecha relación con la biodiversidad circundante, es decir aquella que pueda estar presente en el paisaje dentro del cual se encuentra el agroecosistema (Ver figura 4-22).

Figura 4-22. Relación entre la biodiversidad planificada, la biodiversidad asociada y circundante, en un agroecosistema.



Tomado de Altieri y Nicholls (2007).

En este mismo sentido, Altieri y Nicholls (2007) aseveran que existe una clara evidencia que las plantas que se encuentran fuera del campo cultivado, si son diversas y corresponden a ecosistemas naturales o agroecosistemas vecinos agrodversos, aportan importantes recursos para incrementar la abundancia y el impacto de los enemigos naturales. Los hábitats asociados a los campos agrícola pueden proporcionar recursos que no están a disposición de los artrópodos benéficos dentro de los cultivos, tales como hospederos o presas alternativas, alimento, agua y refugio, microclimas favorables, lugares de invernación o de apareamiento y protección frente al uso de insecticidas.

Los autores también referencian que la abundancia y diversidad de los insectos entomófagos dentro de un cultivo, están estrechamente relacionados con la naturaleza de la vegetación circundante, para ello citan un estudio realizado en el norte de Florida, donde la densidad y diversidad de depredadores fueron mayor en parcelas de maíz rodeados de pinares quemados anualmente y de un complejo de malas hierbas, con respecto a las parcelas rodeadas de cultivos de sorgo y soya (Altieri y Whitcomb, 1980).

De la misma manera, la vegetación adyacente puede determinar el nivel de colonización y los gradientes poblacionales de los insectos benéficos dentro de un determinado cultivo. Por ejemplo, de acuerdo con Kevan y Wojcik (2011), la eliminación de arvenses, árboles o arbustos que se consideren como fuente de alimento para polinizadores cuando los cultivos no están florecidos, incide negativamente en su presencia al interior de los agroecosistemas y posteriormente en los servicios ecosistémicos que estos organismos prestan y que tienen incidencia directa con la reproducción de muchas especies vegetales y posteriormente en su diversidad.

De esta manera, incluso la aspersion de herbicidas a lo largo de las carreteras y caminos transitados puede reducir la diversidad y la abundancia de fuentes alternativas de alimentos para los polinizadores (Brookfield y Padoch, 2007). Y no solo eso, el uso de productos químicos tanto dentro como fuera del agroecosistema ya sea producto de la agricultura o de otro tipo de actividad humana como la minería, puede llegar a contaminar fuentes superficiales y subterráneas de agua, que al igual que otros elementos abióticos, forman parte del paisaje e inciden directamente en procesos de conservación de la biodiversidad (Crissman, et al., 1998; Pengue, 2005; Balmford et al., 2012; Sarandón, 2014).

Así, el mantenimiento del agroecosistema, como de las especies que lo habitan, dependerá entre otros aspectos, de la heterogeneidad u homogeneidad del paisaje en el cual éste se encuentre inmerso (Perfecto et al., 2009). Si bien, el diseño y el manejo que el agricultor le otorga a su sistema de producción es determinante, y que este a su vez depende de otros factores de orden económico, social, político, y tecnológico, hay que recordar que los agroecosistemas son sistemas abiertos, y que la influencia que en ellos ejercen otros sistemas adyacentes es igual de importante para mantener en el largo plazo, tanto la funcionalidad de sus componentes, como las de todo el sistema en su conjunto (Bertalanffy, 2000; Garciandía, 2011).

En este sentido, la conservación *in situ* de los tubérculos andinos, no solo estará mediada por el cultivo, el uso y la comercialización de éstos, sino que también dependerá de la permanencia en el tiempo del tipo de los agroecosistemas que los contienen, en este caso los tradicionales. Sin olvidar que éste último se mantendrá solo si, entre otros componentes de orden cultural, las condiciones del paisaje circundante les son favorables.

De acuerdo con la figura 4-22, si bien la biodiversidad planificada tiene una incidencia directa en las funciones ecosistémicas tales como regulaciones poblaciones, ciclaje de nutrientes, ciclos de agua, ciclos de energía y procesos sucesionales la biodiversidad asociada (Moya, 2014), es necesaria para desarrollar estas funciones, pero lo hará solo sí, existe una biodiversidad presente en el paisaje circundante que facilite su flujo y consiguiente intercambio (Gliessman, 2002). En este sentido, mientras menor sea la conectividad que tenga un agroecosistema con un ecosistema natural, existen menos probabilidades de su permanencia en el tiempo y en el espacio (Jarvis et al., 2007). Un aspecto, alarmante para la mayoría de los agroecosistemas bajo estudio.

No obstante, si bien esta condición de baja conectividad induce un factor de riesgo para la sostenibilidad de los agroecosistemas que cultivan tubérculos andinos, cabe anotar que también por el principio de reciprocidad y jerarquía, que rige a los sistemas abiertos, lo que ocurra al interior de estos agroecosistemas también podría influir de manera positiva o negativa en el paisaje circundante y a su vez en sus componentes o subsistemas, de ahí la importancia de llevar a cabo una caracterización al interior de estos predios que permita complementar la información anterior y conocer a una escala mayor lo que acontece en ellos en tanto sus diseños, prácticas de manejo y diversidad planificada.

4.2 Los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos en Tibasosa, Turmequé y Ventaquemada.

Pese a estar inmersos en una matriz principal de paisaje donde predominan pastos y monocultivos, ubicados en suelos propensos a erosión y baja fertilidad y en el marco de un clima que ha variado a lo largo de los últimos años, a continuación se pone en evidencia que los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos, se caracterizan por ser agrobiodiversos, con diseños de tipo estratificado, en la mayoría de ellos se incluyen árboles y arbustos, cultivos perennes como frutales, cultivos transitorios y plantas rastreras. Estas especies coexisten en un mismo espacio bajo diseños que corresponden a cultivos mixtos y policultivos y en algunas fincas, aún se mantienen parcelas individuales de monocultivo. Todos ellos como se explica en este aparte, vienen atravesando desde finales del siglo pasado un proceso paulatino de transición hacia la agroecología con el fin primordial de asegurar su alimentación.

En los agroecosistemas tradicionales bajo estudio de Turmequé, Tibasosa y Ventaquemada su sistema productivo corresponde a una agricultura de tipo familiar, es decir, la familia es quien se encarga de la toma de decisiones al interior del predio, el manejo de los cultivos y otras actividades que contribuyen de manera directa al autoconsumo y/o al ingreso de recursos económicos al núcleo familiar (FAO, 2013).

Las edades de los propietarios de las fincas varían entre 28 y 72 años de edad, con un promedio de 55 años. El número de personas por cada familia va desde 2 hasta 8 integrantes. De acuerdo con la clasificación establecida por Arriagada (2014) para los tipos de familias presentes en Latinoamérica, se determinó que la mayoría de las familias participantes en esta investigación corresponde al grupo nuclear biparental con hijos (13) y la minoría se distribuye en nuclear monoparental jefe (1) (el caso de la finca El Boquerón) y compuesta (2) (Casos Fincas Buenavista y La Tomita), adicionalmente se presenta el caso de un hogar sin núcleo conyugal con una estructura principal de tipo nuclear (1) (Finca Los Guadales).

Cabe anotar que a pesar de existir niños/as y adolescentes en las familias visitadas, fue factible evidenciar la escasa posibilidad de relevo generacional, debido a un alto índice

de migración del campo a la ciudad por parte de los jóvenes para realizar sus estudios, sobre todo a la ciudad de Tunja, capital del departamento de Boyacá, por cuanto en la mayoría de los casos, los miembros de la familia que trabajan en las fincas suelen ser los padres y abuelos. En muy pocas ocasiones se contratan trabajadores para las labores de la finca y los niños aportan su ayuda los fines de semana o cuando tienen vacaciones.

En cuanto a nivel de escolaridad, se constató que la mayoría de hombres y mujeres adultos se encuentran por debajo del nivel básico de primaria, así 3 mujeres y 2 hombres no cursaron ningún grado, otro grupo de las mismas proporciones cursó la básica primaria incompleta y 4 mujeres y 4 hombres la básica primaria completa. De manera minoritaria 4 mujeres y un hombre alcanzan niveles de escolaridad mayores, situándose 2 mujeres en la media vocacional, una mujer y un hombre en el nivel técnico y tecnológico y 2 mujeres en el universitario. Sin embargo, todos los niños y adolescentes presentes en las 13 familias biparentales con hijos, actualmente asisten a la escuela y/o colegio.

Respecto al área de las fincas, como ya se ha enunciado, la mayoría de agroecosistemas no sobre pasan las 3 hectáreas, aspecto que ratifica el hecho que, para la zona, principalmente son microfundios (IGAC, 2012). La tenencia de la tierra según todos los entrevistados es propia, sin embargo, algunos aún no poseen la titularidad debido a que, en su mayoría, los predios han sido heredados por sus padres y ocupados sin el respectivo trámite de traspaso o sucesión.

Se debe anotar que la mayoría de los participantes se dedican casi que, de manera exclusiva a actividades agrícolas al interior de sus agroecosistemas. Solo en un caso finca Victoria en Ventaquemada, tales labores ocasionalmente son asumidas por otras personas que no son miembros de la familia pero que se encargan de las fincas en condición de empleados cuando hay ausencias prolongadas de quienes alternan su vivienda entre la ciudad y el campo. Finalmente, en cuanto a la distribución de tareas al interior del hogar, las mujeres comúnmente se encargan del cuidado y la crianza de ciertos animales, de la huerta casera y el cultivo de alimentos de pan coger y de cultivos como hortalizas, aromáticas y ornamentales. Adicionalmente son responsables del cuidado de los hijos, la limpieza del hogar y labores domésticas como el lavado de la

ropa y la preparación de alimentos. Los hombres por su parte, se dedican al mantenimiento de las fincas, al manejo de cultivos más extensos como la papa, los frutales, las legumbres y la comercialización de los productos en el mercado local, entre otros (Ver tabla 4-10).

Tabla 4-10. Distribución de las actividades que realizan hombres y mujeres en los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos en Turmequé; Tibasosa y Ventaquemada.

| ACTIVIDADES | Representatividad de género |
|---|-----------------------------|
| Cuidado y crianza de pequeños animales (conejos, gallinas), ganado vacuno y lanar, producción de leche y lana, avicultura. | M |
| Cultivo de frutales, maíz, arveja, frijol, tubérculos(papa, arracacha), pastos | H |
| Cultivo de hortalizas, plantas aromáticas y ornamentales, transformación de alimentos y elaboración de productos cosméticos. | M |
| Labores relacionadas con el mantenimiento de la finca (p.ej. cercar, podar, etc.) y los cultivos (p.ej. fumigar, elaboración de abonos, preparación de la tierra, etc.) | H |
| Parte administrativa de la finca | H |
| Actividades tales como cocinar, lavar, rajar leña y otros oficios de la casa, cuidado de los niños. | M |
| Mercado y actividades de comercialización | M y H |
| Huerta casera (siembra de alimentos de consumo familiar diario) | M |
| Cultivo de tubérculos (<i>Tropaeolum tuberosum</i> Ruiz & Pavón, <i>Oxalis tuberosa</i> Molina y <i>Ullucus tuberosus</i> Caldas) | M y H |
| Conservación de semillas en semilleros (<i>Tropaeolum tuberosum</i> Ruiz & Pavón, <i>Oxalis tuberosa</i> Molina y <i>Ullucus tuberosus</i> Caldas) | M y H |

M=mujer, H=hombre.

Fuente: Elaborado por Angela Mendieta para esta investigación.

Como puede apreciarse, las actividades en el agroecosistema ocurren generalmente de manera diferenciada, es decir por hombres o mujeres exclusivamente, aunque también existen otras ejecutadas por ambos, las cuales dependen de sus necesidades prácticas, así como de las limitaciones que enfrentan a la hora de acceder a ciertos recursos, como por ejemplo mano de obra. Al respecto, Cadavid (2012) y Martínez (2012) citados por Mendieta (2019), aseguran que el manejo de la finca y los procesos de conservación y

uso de agrobiodiversidad, se dan a partir de inclinaciones, capacidades y gustos, dependientes de los roles de género. Así hombres y mujeres se dedican a actividades diferentes, los primeros inclinados hacia los beneficios económicos que pueden dejar los sistemas productivos convencionales y las segundas propendiendo al manejo adecuado de sus cultivos y variedades locales que sustentan la alimentación y el bienestar familiar.

Por ejemplo, a través de las visitas a las fincas y las entrevistas realizadas durante la fase de campo de este estudio, se pudo determinar que las mujeres suelen ser las más interesadas en cultivar plantas medicinales y aromáticas, así como de cuidar plantas ornamentales para embellecimiento del hogar (figuras 4-23 y 4-24). De tal manera que, para mantener las fincas y sobre todo las huertas diversas, las mujeres adultas y adolescentes cumplen un papel preponderante, pues también se interesan por cultivar nuevas variedades, así como por mantener las semillas locales.

Su motivación según sus propias palabras es la de brindar garantía de una dieta variada, suficiente y apetitosa para su familia. También valoran el hecho de tener al alcance plantas medicinales, o tener frutas constantes para el consumo entre comidas o para para enviar como refrigerio o lonchera a los hijos e hijas a la escuela o colegio. De igual forma la mayoría de ellas aducen que ésta diversidad cultivada constituye un bien que se puede compartir o intercambiar con familiares, vecinos o amigos que llegan a su casa o a quienes van a visitar. Al respecto, estudios preliminares, han demostrado como el rol de la mujer en los sistemas productivos agrobiodiversos, gira en torno al manejo, uso y conservación de las variedades cultivadas para el consumo de la familia (Oakley y Momsen, 2005; Padmanabhan, 2011; Vargas et al., 2012). Su participación, junto con la de los hombres, niños, niñas y ancianos, constituye el eje fundamental para el sostenimiento y funcionamiento de la finca familiar (Zuluaga y Cárdenas, 2014).

Figura 4-23. Casa de Doña Mercedes Sanabria, finca La Tomita, Tibasosa.



Figura 4-24. Huerta de Doña Hermencia Rubiano, finca Buenavista, Turmequé.



Fuente: Esta investigación.

4.2.1 Componentes de los agroecosistemas tradicionales

De acuerdo con los recorridos transecto y los mapas de finca levantados en campo con los agricultores participantes (figura 4-25), en todos los agroecosistemas tradicionales se identificaron dos componentes básicos: el agrícola y el pecuario; asimismo en la mayoría de ellos se resalta un tercer componente semi-natural donde se incluyen cercas vivas y/o árboles dispersos. En 6 de las 17 fincas se encontró un cuarto componente de relicto de bosque natural. A continuación, se describe cada uno de ellos.

Figura 4-25. Mapa de la finca La Tomita en Tibasosa.



Fuente: Elaborado por la familia Sanabria

a) El **componente agrícola** presente en todas las fincas, posee dos tipos de subcomponentes: i) cultivos de tipo comercial, cuyo manejo suele estar a cargo del hombre cabeza de familia, aquí también se cuentan las áreas de pasturas o espacios de descanso que se dejan para alimentación de animales; y ii) las huertas, ubicadas generalmente en el espacio peri-domiciliario. A diferencia de los cultivos comerciales, el manejo de las huertas es casi exclusivo de las mujeres, en tanto su producción es destinada al autoconsumo alimentario, el uso medicinal y ornamental, actividades que como se mencionó, corresponden a su rol reproductivo.

En conjunto, se resalta que las 17 fincas poseen gran variedad de especies cultivadas expresada en una riqueza que fluctuó entre 32 y 108 especies, con una media de 68 especies de plantas. Entre ellas se destacan en su orden de riqueza plantas medicinales 30%; hortalizas 29,3%; frutas 24%, tubérculos y raíces 6%; cereales 5%; especias 4% y leguminosas 2% (ver tabla 4-11).

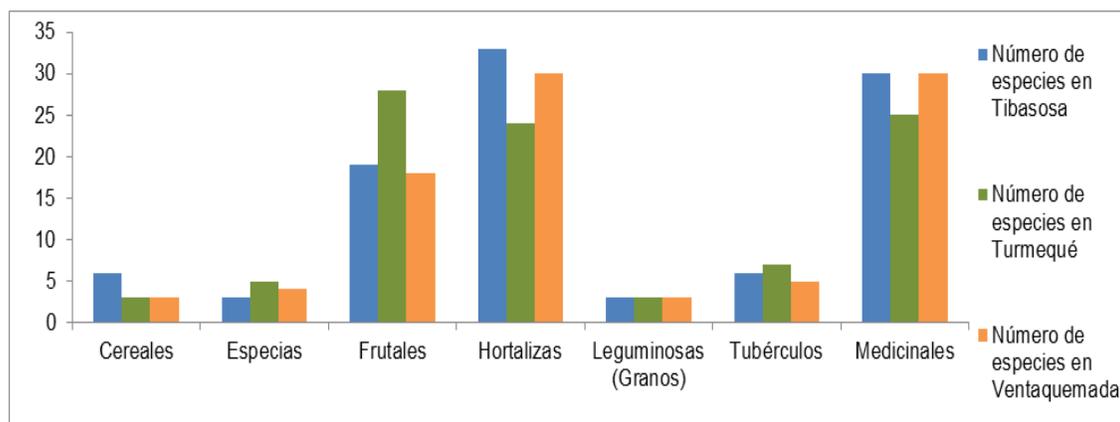
Tabla 4-11. Especies cultivadas en los 17 agroecosistemas tradicionales de Turmequé; Ventaquemada y Tibasosa que cultivan tubérculos andinos.

| Cultivo | Especies | Nombre científico | |
|-----------------------------|----------------------------|--|---------------------------|
| Frutales | Papayuela | <i>Vasconcellea pubescens</i> , A.DC. | |
| | Fresa | <i>Fragaria spp</i> | |
| | Mora | <i>Rubus glaucus</i> , B. | |
| | Tomate de árbol | <i>Solanum betaceum</i> , Cav. | |
| | Lulo | <i>Solanum quitoense</i> , Lamarck | |
| | Uchuva | <i>Physalis peruviana</i> , L. | |
| | Feijoa | <i>Acca sellowiana</i> , B. | |
| | Ciruela | <i>Prunus domestica</i> , L. | |
| | Durazno | <i>Prunus pérsica</i> , L. | |
| | Curuba | <i>Passiflora tripartita</i> , J. | |
| | Brevo | <i>Ficus carica</i> , L. | |
| | Manzana | <i>Malus domestica</i> , B. | |
| | Chirimoya | <i>Annona cherimola</i> , L. | |
| | Pepino de guiso | <i>Solanum muricatum</i> , A. | |
| | Hortalizas | Acelga | <i>Beta vulgaris</i> , L. |
| Lechugas | | <i>Lactuca sativa</i> , L. | |
| Repollo | | <i>Brassica oleraceae</i> , L. | |
| Tomate | | <i>Solanum lycopersicum</i> , L. | |
| Remolacha | | <i>Beta vulgaris</i> , L. | |
| Pepino de rellenar | | <i>Cyclanthera pedata</i> , L. | |
| Zanahoria | | <i>Daucus carota</i> , L. | |
| Espinaca | | <i>Spinacia oleracea</i> , L. | |
| Cebolla larga | | <i>Allium fistulosum</i> , L. | |
| Rábano | | <i>Raphanus sativus</i> , L. | |
| Brócoli | | <i>Brassica oleracea</i> , L. | |
| Coliflor | | <i>Brassica oleracea</i> , L. | |
| Cilantro | | <i>Coriandrum sativum</i> , L. | |
| Tubérculos y Raíces Andinas | | Variedades de papa comercial | <i>Solanum sp</i> |
| | | Variedades de papa Nativa | <i>Solanum sp</i> |
| | Variedades de papa criolla | <i>Solanum sp</i> | |
| | Rubas | <i>Ullucus tuberosus</i> , C. | |
| | Cubios | <i>Tropoaelum tuberosum</i> , R&P. | |
| | Ibias | <i>Oxalis tuberosa</i> , M. | |
| | Arracacha | <i>Arracacia xanthorrhiza</i> , Bancr. | |
| | Yacón | <i>Smallanthus sonchifolius</i> (P&E) | |
| Cucurbitáceas | Ahuyama | <i>Cucurbita máxima</i> , D. | |
| | Calabaza | <i>Cucurbita moschata</i> , D. | |
| | Calabacín | <i>Cucurbita pepo</i> , L. | |

| | | |
|-------------|------------------------------|-------------------------------------|
| | Pepino | <i>Cucumis sativus</i> , L. |
| Leguminosas | Variedades de frijol | <i>Phaseolus sp</i> |
| | Arveja | <i>Pisum sativum</i> , L. |
| | Haba | <i>Vicia faba</i> , L. |
| Cereales | Maíz | <i>Zea mayz</i> , L. |
| | Quinoa | <i>Chenopodium quinoa</i> , W. |
| | Trigo | <i>Triticum sativum</i> , Lam. |
| | Avena | <i>Avena sativa</i> , L. |
| | Linaza | <i>Linum usitatissimum</i> , L. |
| Aromáticas | Orégano | <i>Origanum vulgare</i> , L. |
| | Yerbabuena | <i>Mentha viridis</i> , L. |
| | Menta | <i>Mentha piperita</i> , L. |
| | Manzanilla | <i>Matricaria chamomilla</i> , L. |
| | Romero | <i>Rosmarinus officinalis</i> , L. |
| | Toronjil | <i>Melissa officinalis</i> , L. |
| | Caléndula | <i>Calendula officinalis</i> , L. |
| | Tomillo | <i>Thymus vulgaris</i> , L. |
| | Laurel | <i>Laurus nobilis</i> , L. |
| | Cedrón | <i>Aloysia citrodora</i> , P. |
| | Ruda | <i>Ruta graveolens</i> , L. |
| | Borraja | <i>Borrago officinalis</i> , L. |
| | Hinojo | <i>Foeniculum vulgare</i> , Mill. |
| | Mejorana | <i>Origanum majorana</i> , L. |
| | Altamisa | <i>Artemisia vulgaris</i> , L. |
| | Perejil | <i>Petroselinum crispum</i> , Mill. |
| | Ajenjo | <i>Artemisia absinthium</i> , L. |
| Árnica | <i>Arnica montana</i> , L. | |
| Chipaca | <i>Bidens pilosa</i> , L. | |
| Albahaca | <i>Ocimum basilicum</i> , L. | |

Fuente: Esta investigación.

Sin embargo, los grupos de cultivos al igual que el número de especies difieren entre agroecosistemas. En la figura 4-26, puede apreciarse los cultivos agrupados de acuerdo al número promedio de especies registradas en las fincas cada municipio.

Figura 4-26. Número de especies registradas en los agroecosistemas de cada municipio.

Fuente: Esta investigación.

Dentro de los cultivos destinados a la comercialización sobresalen principalmente la papa, frutales como la curuba, mora, manzanas, ciruelos y tomate de árbol. También se destacan el frijol, el maíz, la arveja y las habas. Los cultivos comerciales son transitorios, generalmente se encuentran dispuestos en policultivos, cultivos mixtos o en parcelas individuales en calidad de monocultivos. Por su parte, en las huertas, se concentra la mayor agrobiodiversidad, su producción es destinada principalmente al autoconsumo, la alimentación de los animales menores, el abastecimiento de insumos para las microempresas locales de amasijos o arepas, así como la venta o intercambio con familias vecinas. En ellas son imprescindibles maíz, arracacha, ahuyama, calabacín, cubios, alverja, rubas, fríjol, habas, ibias, ají, pepino de rellenar, yacón, papas nativas, plantas medicinales, condimentos, ornamentales y frutales como uchuva, papayuela y moras.

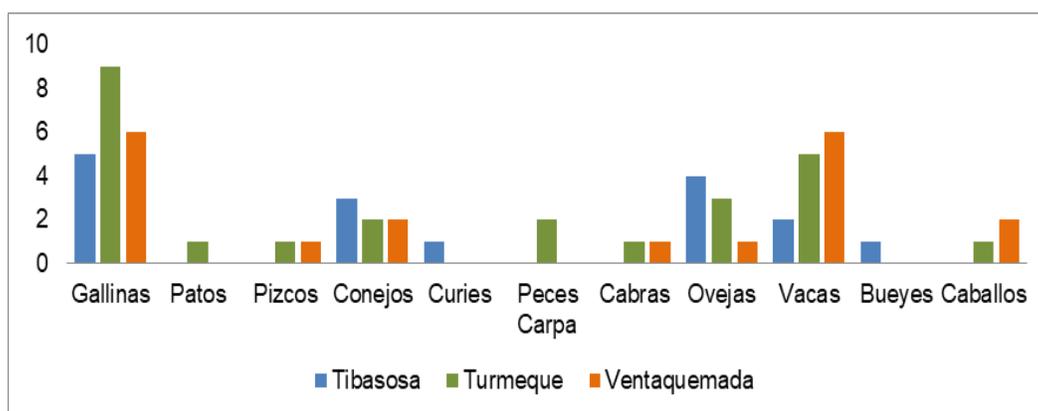
“Lo más importante de todo, la huerta, de ahí recogemos nuestra comida, yo no sé qué haríamos ahora sin la huertita” (agricultora de Turmequé, 2016).

Al relacionar el tamaño general de los predios con el número de especies encontradas no se evidenció una relación directa ($r^2=0,03$), confirmando el hecho que el tamaño de las propiedades no influye directamente en la riqueza y diversidad presentes en ellas. Esto ratifica lo estipulado por Tarrason (2008); Hidalgo (2014) y Parraguez et al., (2018) cuando aducen que las pequeñas producciones familiares campesinas, suelen ser diversas como estrategias para su auto subsistencia. Por su parte, Altieri (2008) asegura

que la diversificación de especies en áreas reducidas, forma parte de las estrategias exitosas producto de la creatividad de los agricultores tradicionales que promueven la biodiversidad, reportan un nulo o escaso uso de agroquímicos y sostienen producciones todo el año, además de estabilizar los rendimientos a largo plazo y promover la diversidad de dietas. Es precisamente en este tipo de agroecosistemas que Tapia, 1993; Lescano, 1994 y Brack, 2003 citados en Tapia y Fries (2007), sostienen que en los Andes aún existen cerca de 40 especies nativas, cultivadas y conservadas en distintos pisos altitudinales, como base de la alimentación regional. Este último aspecto confirmado en el presente estudio y que se detalla más adelante.

b. Componente pecuario: Todas las fincas visitadas poseen especies animales menores y mayores. Entre las primeras sobresalen gallinas, pavos, patos, peces, curíes, conejos, ovejas y cabras. En el grupo de especies mayores, ganado vacuno y caballos (ver figura 4-27). Los animales menores, son alimentados con los residuos de las cosechas, las especies arvenses que se encuentran en las huertas o en las parcelas de los cultivos y con los residuos que se obtienen de la cocina; para complementar la alimentación de las aves y peces se compran concentrados comerciales en los mercados locales. Las fincas que tienen ganado vacuno los alimentan con pastos dentro de las fincas.

Figura 4-27. Número de agroecosistemas con especies menores y mayores en los tres municipios.



Fuente: Esta investigación

En los agroecosistemas, el uso que se les da a los animales difiere según la especie, por ejemplo, las aves se destinan a la alimentación familiar, al igual que las cabras y los peces. Los conejos y curíes son para autoconsumo, pero también se comercializan. Respecto al ganado vacuno se destina tanto para leche en los municipios de Tibasosa y Ventaquemada y como doble propósito en el municipio de Turmequé. Al igual que los cultivos del componente agrícola; estos productos son comercializados en los mercados locales.

Con relación a los animales que tienen un uso diferente al alimenticio se encuentran las ovejas, presentes de forma mayoritaria en las fincas de Tibasosa, seguidas por las de Turmequé y luego las de Ventaquemada. El principal uso es el de proveer lana, que luego es hilada por las mujeres para realizar tejidos en el hogar. Por otra parte, en una finca en el municipio de Tibasosa se encontraron bueyes, que se ocupan para labrar la tierra. Finalmente, en 2 agroecosistemas se registraron caballos, que se usan para transporte y también como fuerza de trabajo.

Lo anterior coincide plenamente con lo estipulado por Benzing, (2001) quien refiere que en los agroecosistemas tradicionales de producción en los Andes, las actividades ganaderas tienen dinámicas diferentes a las extensivas. En muchas circunstancias, en la agricultura tradicional la ganadería es una actividad complementaria a los cultivos y existe una fuerte interacción entre ambas producciones (Corrales y Forero, 2007). Los subproductos agrícolas de los cultivos pueden aportar hasta el 40% del forraje requerido para la alimentación de los vacunos y ovinos, sobre todo en la época de postcosecha (Murgueitio et al., 2013). Sus deyecciones debidamente compostadas, son usadas como abonos orgánicos para el mantenimiento de la fertilidad de suelos, aspecto que como se verá más adelante, también se corroboró en las fincas estudiadas

c) Componentes fragmentos de bosque y espacios semi-naturales: De los 17 agroecosistemas, seis (6) reportaron relictos de bosque nativo dentro de los límites de su predio, con una cobertura importante de especies autóctonas. Las más relevantes y que fueron registradas para esta investigación se reportan en la tabla 4-12. Es importante resaltar que, de estas seis fincas, tres (3) están localizadas en Tibasosa (Las Brisas, La Tomita y Monserrate), 2 en Turmequé (El Boquerón, el Guamo) y 1 en Ventaquemada (Finca Los Pinos) (figura 4-28).

Figura 4-28. Relicto de bosque nativo dentro de los límites de la finca Los Pinos en Ventaquemada.



Fuente: Esta investigación, fotografía tomada con dron, mayo 2017 escala 1:700

Como se anunció en el ítem anterior, aunque en las décadas pasadas los agricultores disminuyeron su cobertura para ampliar sus cultivos agrícolas o pastizales, actualmente las corporaciones autónomas regionales, con influencia en la zona de estudio, CorpoBoyacá y Corpochivor, restringieron la deforestación de estas áreas naturales, por lo tanto, en los últimos años ha aumentado la conservación de estos relicto de bosque, aunque aún no sean perceptibles a escalas de 1:100.000.

Tabla 4-12. Especies encontradas en los relictos de bosque nativo en las seis fincas que los reportan.

| Nombre científico | Nombre común |
|-------------------------------------|-----------------------|
| <i>Abatia parviflora</i> | Duraznillo |
| <i>Alnus acuminata</i> | Aliso |
| <i>Baccharis floribunda</i> | Chilco |
| <i>Baccharis prunifolia</i> | Chilco de monte |
| <i>Caesalpinia spinosa</i> | Dividivi |
| <i>Cedrela montana</i> | Cedro |
| <i>Citharexylum subflavescens</i> | Cajeto |
| <i>Clusia multiflora</i> | Gaque |
| <i>Cordia cylindrostachya</i> | Salvio negro |
| <i>Croton sp.</i> | Drago, sangregao |
| <i>Diplostegium rosmarinifolium</i> | Romero de páramo |
| <i>Dodonaea viscosa</i> | Hayuelo |
| <i>Duranta mutisii</i> | Espino, garbancillo |
| <i>Escallonia paniculata</i> | Tíbar |
| <i>Escallonia pendula</i> | Mangle de tierra fría |
| <i>Hesperomeles goudotiana</i> | Mortiño |
| <i>Inga sp.</i> | Guamo |
| <i>Juglans neotropica</i> | Nogal |
| <i>Miconia squamulosa</i> | Tuno esmeraldo |
| <i>Morella parvifolia</i> | Laurel hojimenudo |
| <i>Morella pubescens</i> | Laurel hojiancho |
| <i>Myrcianthes leucoxylla</i> | Arrayán blanco |
| <i>Myrcianthes rhopaloides</i> | Arrayán negro |
| <i>Myrsine coriacea</i> | Espadero |
| <i>Myrsine guianensis</i> | Cucharo |
| <i>Oreopanax trinervis</i> | Mano de oso |
| <i>Piper bogotense</i> | Cordoncillo |
| <i>Pyracantha coccinea</i> | Holly espinoso |
| <i>Quercus humboldtii</i> | Roble |
| <i>Salix humboldtiana</i> | Sauce llorón |
| <i>Smallanthus pyramidale</i> | Arboloco |
| <i>Vallea stipularis</i> | Raque |
| <i>Viburnum triphyllum</i> | Garrocho |
| <i>Weinmannia tormentosa</i> | Encenillo |
| <i>Xylosma spiculifera</i> | Corono |

Fuente: Elaborado por Hellen Sánchez para ésta investigación.

También hay que anotar que, en 13 de las 17 fincas estudiadas, se han plantado algunas especies arbóreas y arbustivas. La plantación de estas especies se ha realizado tanto en cercas vivas, como en barreras rompevientos y árboles dispersos, asociados no sólo con los cultivos agrícolas, sino también en las áreas de pastoreo. De tal manera que en la

mayoría de los agroecosistemas estudiados se han creado una suerte de perímetros vivos, que en ciertos casos pueden generar conexiones entre los componentes de la finca y con ecosistemas naturales (Burel, 1996).

Así, las cercas vivas se definen como elementos lineales divisorios arbolados que separan áreas de pasturas, áreas de cultivos y algunos parches de bosques (Harvey et al., 2005). Estas pueden estar conformadas por árboles, arbustos o un compuesto estratificado, por cuanto se ha podido determinar que las cercas vivas que presentan una mayor complejidad estructural y mayor diversidad florística, pueden ayudar a conservar un mayor número de especies que las cercas vivas simples (Lang et al. 2003, Harvey & Haber 1999; Harvey et al. 2006). De otra parte, además de proveer productos (por ejemplo, leña, frutos o forraje para animales), las cercas vivas también pueden brindar servicios dentro del agroecosistema, como áreas que funcionan de hábitat para numerosos organismos, por su función en la regulación del microclima (prevención de heladas, disminución de la velocidad de los vientos, entre otros), en la reducción de escorrentía superficial y erosión de los suelos y como refugio de predadores (Sarandón, 2014).

Por ejemplo, Harvey et al. (2003), a partir de un inventario realizado en Costa Rica y Nicaragua, señalan que la presencia de cercas vivas aumentó en gran medida la cobertura arbórea, con las copas de los árboles cubriendo desde el 3,2 hasta el 12% del total del área de pastura de los paisajes estudiados y que las mismas fueron particularmente importantes para aumentar la conectividad estructural de los hábitats arbolados en el paisaje. En este estudio registraron la presencia de 170 especies de aves, murciélagos, escarabajos estercoleros y mariposas en las cercas vivas monitoreadas en dos de los paisajes.

Bennett (2003) señala que la promoción, extensión y/o mantenimiento de cercas vivas en zonas agrícolas pueden ser utilizadas para incrementar la conectividad de los paisajes agrícolas. Esto es sumamente importante dado que el aislamiento causado por la fragmentación de la estructura ecológica principal, limita el potencial de dispersión y colonización de plantas y animales, lo que puede como ya se advirtió, generar un escenario adecuado para procesos de extinción local o regional de elementos

importantes de la agrobiodiversidad, incluso de especies vegetales, en este caso como los tubérculos andinos (Wilson, 2004; FAO, 2019).

Además de lo anterior, es importante considerar la funcionalidad de las cercas para el manejo del agroecosistema por la presencia de plantas que ofrezcan diferentes servicios (polinización, trampas, alelopatías, refugio, alimento, efectos contra heladas, regulaciones de temperatura y humedad, disminución de escorrentía superficial y sombra). Como ya se dijo, una mayor funcionalidad estará dada por cercas altamente diversas que combinen varias hileras de vegetación natural con una fuerte estratificación y plantas con flores (Benett, 2003).

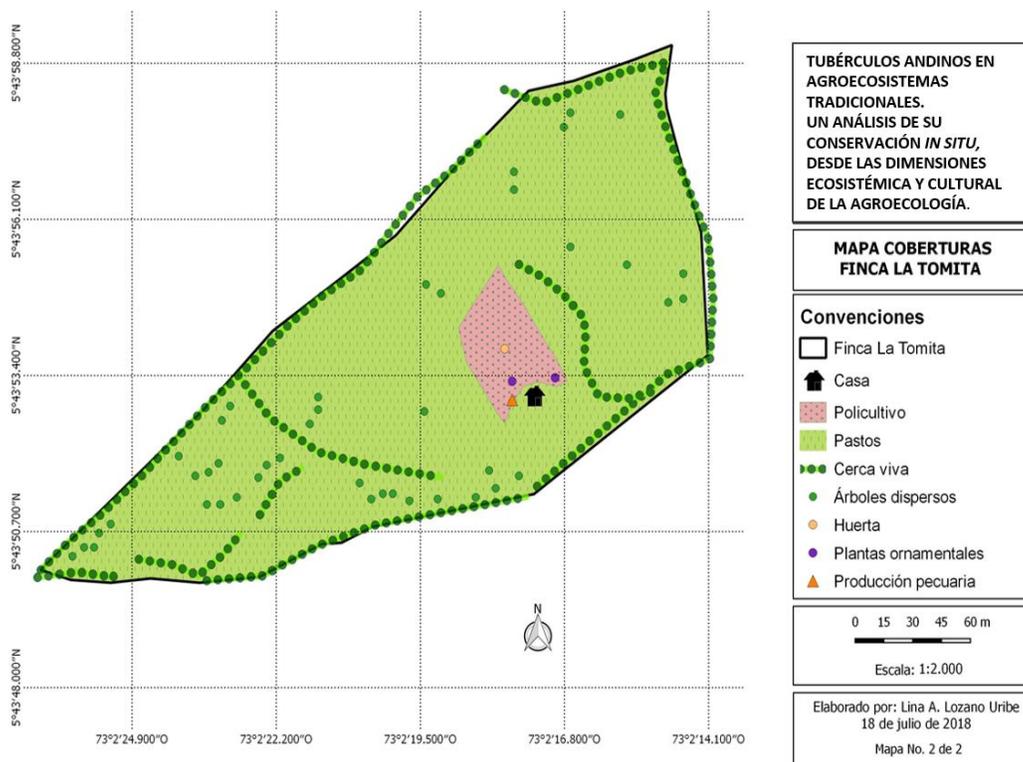
En este orden de ideas, el tipo de cobertura y la vegetación adyacente al agroecosistema, cumple una función determinante en la presencia y funcionalidad de la biodiversidad asociada, ya que en tanto la cerca viva que cubra el perímetro o parte del perímetro del agroecosistema sea compatible con la vegetación circundante, incidirá en una mayor conectividad, por cuanto resultaría en un mejor y mayor hábitat para los distintos organismos vivos que cohabiten estos espacios y tengan por lo tanto influencia en la biodiversidad planificada (León, 2014). Para mayor explicación, cabe citarse el estudio de Useche et al., (2011), quienes indagaron los beneficios que pueden tener cercas vivas diversificadas de agroecosistemas ganaderos, al convertirse en corredores y hábitat para fauna silvestre ubicada en zonas adyacentes, particularmente aves dispersoras de semillas y mamíferos que aportaban materia orgánica a través de sus deyecciones. Adicionalmente la presencia de polinizadores y algunos enemigos naturales, también fueron inventariados.

En este sentido, los beneficios de incluir árboles en los agroecosistemas serán tangibles, conforme su presencia no se restrinja a unas pocas especies dispersas y si además la conectividad con ecosistemas naturales sea óptima (Mazo et al., 2016). Un aspecto que como pudo apreciarse no ocurre con la mayoría de casos estudiados

Por ejemplo, en el municipio de Tibasosa, las fincas Monserrate y la Tomita tienen cercas vivas con diversos árboles nativos, dispuestos en hilera y en diseño de un solo estrato, ambas fincas también presentan árboles dispersos en algunas áreas. Además, tienen policultivos manejados con prácticas ecológicas que favorecen la diversidad productiva (ver figura 4-29).

Lo anterior, no ocurre con la Finca La Suerte, que a pesar de ubicarse en el cerro de Guática y tener buena conexión con el paisaje, no posee árboles o arbustos. Las cuatro fincas restantes: La Francia, Las Brisas, El Salitre y San Rafael, no poseen cercas vivas, ni árboles dispersos dentro de sus predios, aunque su diseño sea en policultivos, esta falta de conectores internos incide en la configuración de su estructura y por ende en su funcionalidad ecológica, la misma que como ya se anotó, se relaciona con la conservación de la agrobiodiversidad en el mediano y largo plazo.

Figura 4-29. Esquema de coberturas y presencia árboles y arbustos en la finca La Tomita, municipio de Tibasosa.

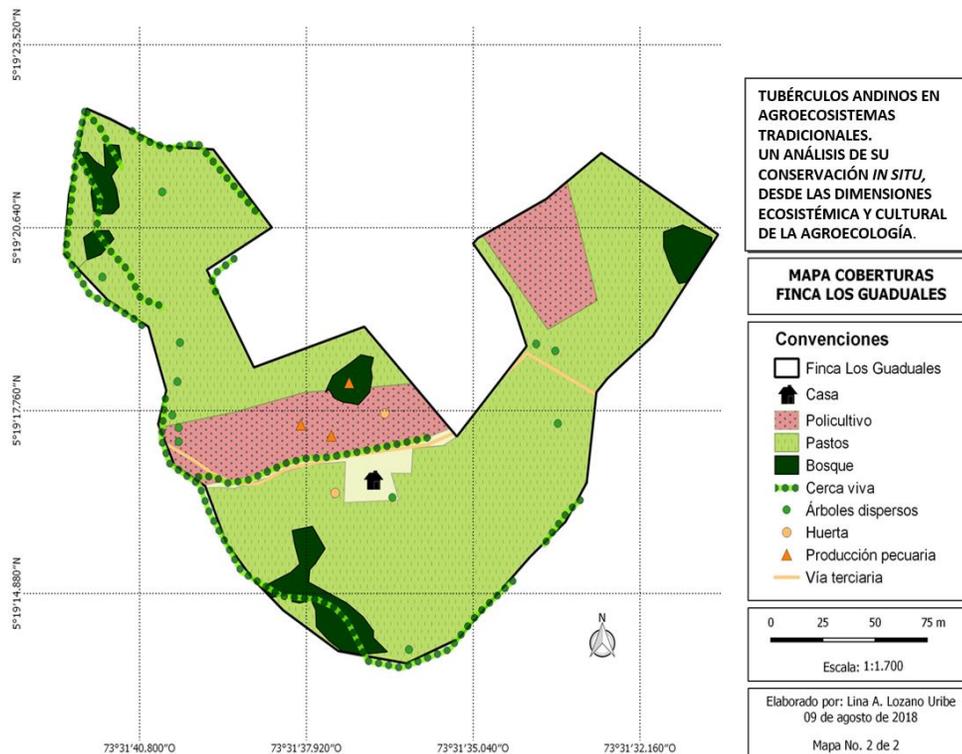


Fuente: Elaborado por Lina Lozano para esta investigación.

De la misma manera, en el municipio de Turmequé, a pesar que en general todas las fincas presentaron baja conectividad con la Estructura Ecológica del Paisaje (CEEP) las fincas los Guadales, El Guamo y el Boquerón tiene cerca del 50% de su perímetro delimitado con cercas vivas, dispuestas en una sola hilera y en diseño de un solo estrato, también se resalta que el 40% de las áreas internas están conectadas debido a la

presencia de árboles y arbustos dispersos, lo cual favorece como ya se dijo a la estructura del agroecosistema y por ende su funcionalidad y conservación de tubérculos andinos (ver figura 4-30). Lo anterior no ocurre con la finca Buenavista, ya que apenas el 20% de su perímetro tiene cercas vivas, al igual que un pequeño porcentaje de conexión interna.

Figura 4-30. Esquema de coberturas y presencia de árboles y arbustos en finca Los Guadales, municipio de Turmequé.



Fuente: Elaborado por Lina Lozano para esta investigación.

En los agroecosistemas del municipio de Ventaquemada resalta la finca los Pinos, que como pudo apreciarse, su cercanía al páramo de Rabanal le otorga la posibilidad de conectarse con fragmentos de bosque, a pesar que su perímetro no está totalmente establecido en cerca viva. En este caso en particular los árboles se presentan en el área de conservación que pudo apreciarse en la ilustración 16, que es vegetación de bosque secundario y en el reservorio de agua que está rodeado de árboles nativos, especialmente seleccionados para conservar el agua. De otra parte, la finca Victoria tiene la mayoría de su perímetro establecido con cercas vivas diversificadas, pero la

presencia de árboles y arbustos internos que permitan conectarlos entre sí, es escasa (figura 4-31).

Figura 4-31. Esquema de coberturas y presencia de árboles y arbustos en finca Victoria, municipio de Turmequé.



Fuente: Elaborado por Lina Lozano para esta investigación.

Como puede apreciarse por su diseño en policultivos y la presencia de árboles y arbustos en su estructura, algunos de los agroecosistemas que cultivan tubérculos andinos podrían asemejarse a una suerte de oasis para aquellas especies de aves, mamíferos e insectos, que, al encontrar una matriz principal de paisaje homogénea y fundamentada en monocultivos y pastos, quizá encuentren en ellos refugio y alimento. No obstante, la mayoría de agroecosistemas aún requiere adicionar a su diseño más cercas vivas, y/o cortinas rompevientos que incluyan más de un estrato, ojalá con especies arbóreas y arbustivas nativas, así como añadir árboles dispersos.

Lo anterior, con el propósito de poder mejorar y optimizar el grado de conectividad interna y en algunos casos optimizar la conectividad con la estructura ecológica principal

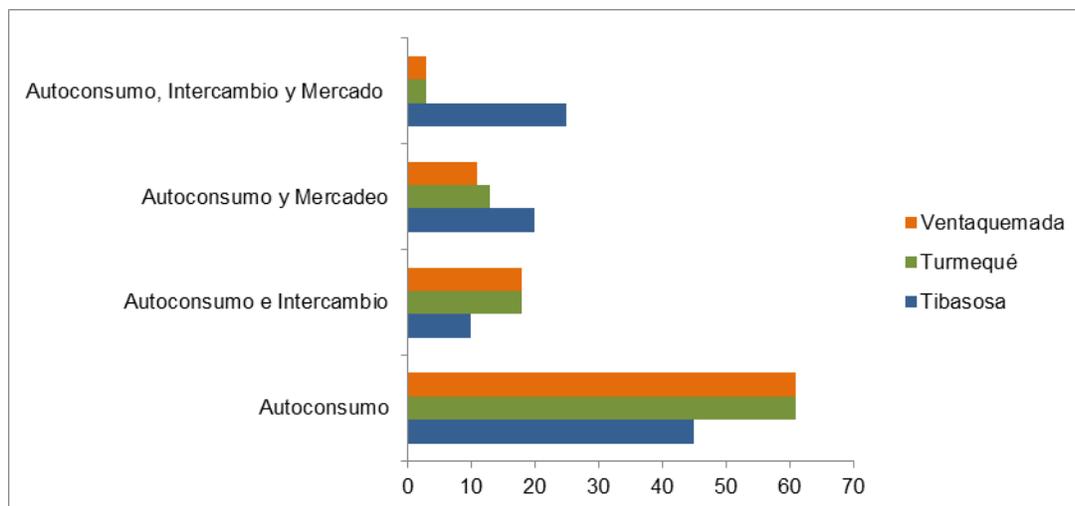
del paisaje, o incluso, para compensar la usencia de la misma, debido a la predominancia de una matriz eminentemente agropecuaria, aspecto que como ya se advirtió incidiría positivamente en la funcionalidad del agroecosistemas y por ende en la conservación de su agrobiodiversidad (Scherr and McNeely 2008; Borodowsky, 2014; León et al., 2018).

4.2.2 Autoconsumo en los agroecosistemas tradicionales de Tibasosa, Turmequé y Ventaquemada

Los agroecosistemas tradicionales de acuerdo con Toledo et al., (2014), evidencian un aporte diversificado de alimentos, lo cual implica no solo una respuesta a las diferentes vocaciones productivas de los ecosistemas a los cuales ellos se han adaptado, sino también y en primer término, como una estrategia para el reconocimiento y aprovechamiento de los potenciales alimentarios de estos espacios. Así esta estrategia productiva, garantiza la diversidad alimentaria, como consecuencia de la diversidad ecológica y biológica, lo cual favorece dentro de determinados límites ecológicos y tecnológicos, la autosuficiencia de los agricultores, las localidades y las regiones. Tal modo de producción en los Andes, se encuentra representado por pequeños sistemas agrodiversos en los cuales prevalecen el cultivo de papas, otros tubérculos andinos, raíces, cebolla, habas, arvejas, maíz, frijol, hortalizas, frutales, café, ganado vacuno y especies menores (Suquilanda, 2011).

Efectivamente, en los 17 agroecosistemas este estudio constató que así se traten de cultivos comerciales, todas las especies cultivadas en la finca son destinadas para el autoconsumo, al igual que las producidas en la huerta y la producción pecuaria. También algunos cultivos pueden tener dos o más usos, adicionales como lo son el intercambio no monetario y hasta el obsequio entre familiares y vecinos (ver figura 4-32).

Figura 4-32. Número de especies cultivadas según su uso en los agroecosistemas de cada municipio.



Fuente: Esta investigación.

Como puede apreciarse, el destino que tiene cada especie cultivada es similar en los municipios de Turmequé y Ventaquemada; sin embargo, es diferente en el municipio de Tibasosa, aquí los grupos de cultivos con mayor número de especies registradas para autoconsumo son el grupo de frutales y medicinales en el segundo grupo. No obstante, las hortalizas tienen un mayor destino de intercambio y mercadeo, las especies más sobresalientes en este grupo son la lechuga y la calabaza. Mientras que, el maíz, la papa y los tubérculos andinos, representan los cultivos con mayor producción tanto para su autoconsumo como para su comercialización.

Por su parte en los municipios de Turmequé y Ventaquemada, se registró un mayor número de especies destinadas para el autoconsumo (61), siendo los grupos más representativos las leguminosas, hortalizas, frutales y tubérculos. Para el primer grupo la especie más sobresaliente es el haba, mientras que para el segundo son la calabaza y la zanahoria; para el tercer grupo la especie más relevante es la papayuela y en el cuarto lugar la papa y los tubérculos andinos. En cuanto a los usos de intercambio no monetario, el grupo de cultivo que más sobresale es el de los tubérculos andinos. Por su parte, los cultivos con un mayor uso comercial son la papa, el maíz, la arracacha, el frijol y la arveja. Mientras que la comercialización de los frutales se diferencia en cada

municipio, siendo más relevante el mercado de curuba y manzana en Turmequé y de mora en Ventaquemada.

De otra parte el ejercicio de “El menú diario”, mediante el cual se indagó los momentos de alimentación que las familias tienen durante el día, así como los ingredientes que se usan para la preparación de sus alimentos en cada uno de estos momentos, permitió determinar que en promedio el 60% de la dieta familiar en estos agroecosistemas se suple directamente con la producción de sus predios, mientras que el 40% restante de su alimentación representado en azúcar, sal, aceite, arroz, panela, café, chocolate, pasta y algunos productos de tierra caliente como plátano y yuca, lo consiguen en el mercado local (Ver tabla 4-13).

En cuanto al horario de comidas, el desayuno ocurre entre las 6:am a 9:30 am, dependiendo de las labores de la finca. Por ejemplo, en las fincas que se dispone de ganado para ordeño o en aquellos momentos del año cuando el riego es imprescindible, los agricultores madrugan a las 4:am acompañados con el consumo de un tinto o agua de panela o agua aromática, así salen de su casa a realizar dichas labores. Al regresar, cerca de media mañana, toman su desayuno. La hora del almuerzo es entre las 12:00 pm y 1:00 pm, mientras que la cena se consume entre las 6:00 pm y 7:00 pm. En la mayoría de los hogares, sobre todo donde hay niños, el consumo de fruta, leche o queso a media mañana es una constante, así como el consumo a media tarde de arepa o queso, o cuajada, acompañada de alguna bebida caliente. Hay que anotar que en fechas especiales se sacrifican y consumen animales menores que se crían u engordan en las fincas con este propósito: conejos, gallinas, cerdos y hasta ovejas. También se prepara chicha de maíz, masato y se toma cerveza.

Tabla 4-13. Menú diario promedio de las familias agricultoras que conservan tubérculos andinos en los municipios de Tibasosa, Turmequé y Ventaquemada.

| DESAYUNO | INGREDIENTES | PROCEDENCIA | | | |
|--|--|-----------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | AUTOCONSUMO | INTERCAMBIO | COMPRA | |
| Tinto, aromática o agua de panela | Chocolate (comercial) o cacao a base de harina de 7 granos (chucula). | | | X | |
| | Chocolate o café en leche o agua de panela con arepa, queso. O caldo de papa, en ocasiones con costilla o huevos. | Queso | X | | |
| | | Aromáticas | X | | |
| | | Panela | | | X |
| | | Leche | X | X | |
| | | Papa | X | X | |
| | | Arepa de maíz o trigo | X | | |
| | | Huevos | X | X | |
| | | Café | X | | X |
| | | Costilla de res | | | X |
| | | Cilantro | X | | |
| | | Cebolla | X | | |
| | | ALMUERZO | | AUTOCONSUMO | INTERCAMBIO |
| Un primer plato con sopas (de maíz o cuchuco o mazamorras o sancocho). Segundo plato: arroz y/o pasta, y/o papas, y/o tubérculos andinos o arracacha, acompañado con ensalada de verduras o lentejas o frijoles y cuando es posible pollo o carne o huevo. Bebidas como jugos de frutas o agua de panela o guarapo. | Papa y arracacha | X | | | |
| | (Tubérculos en cosecha: cubios, rubas o ibias) | X | X | | |
| | Plátano, Pasta. | | | X | |
| | Trigo, cebada | X | X | | |
| | Arveja, Frijol, Habas, | X | X | | |
| | Lentejas, Balú, | | | X | |
| | Garbanzos. | | | X | |
| | Ahuyama | X | | | |
| | Ajo | X | X | X | |
| | Maíz | X | | | |
| | Carne, Pollo. | | | X | |
| | Huevos | X | X | | |
| | Lechuga, Tomate, | X | | | |
| | Cebolla, Acelga, | X | | | |
| | Espinaca, Repollo, | X | | | |
| | Remolacha, | X | | | |

| | | | | |
|-------------|--|--------------------|--------------------|---------------|
| | Zanahoria. | | | |
| | Frutas | X | X | |
| | Panela | | | X |
| | Sal | | | X |
| | Aceite o manteca | | | X |
| | Azúcar | | | X |
| | Yuca | | | X |
| CENA | | AUTOCONSUMO | INTERCAMBIO | COMPRA |
| | Pasta | | | X |
| | Avena | X | | |
| | Trigo, cebada | X | | |
| | Cebolla | X | | |
| | Cilantro | X | | |
| | Papa | X | X | |
| | Maíz | X | | |
| | Panela | | | X |
| | Chocolate (comercial) o cacao a base de harina de los 7 granos | | | X |
| | Leche | X | X | |

Fuente: Esta investigación.

Esta información permite inferir que la producción diversificada de los pequeños predios actualmente en su mayoría garantiza a las familias agricultoras, elementos de acceso, disponibilidad y estabilidad de alimentos diversos, frescos y culturalmente apropiados, a través de prácticas que recogen su conocimiento y tradición de consumo, como una estrategia clara de soberanía alimentaria frente a un panorama económico nacional y global adverso (Montaugt, 2010; Ramirez, 2016; Clavijo y Sánchez, 2019).

Estudios similares también avalan lo anterior, como por ejemplo los adelantados por Villa (2014) y Ramirez (2014) quienes también reportan la presencia de diversas especies cultivadas que son consideradas fuente primordial de alimentos para familias campesinas ubicadas en zona de conflicto armado al sur del departamento de Bolívar en Colombia, constituyéndose en este caso, las huertas familiares, agroecosistemas que brindan sustento en épocas y situaciones de crisis a través de usos que van desde los medicinales, ornamentales y por supuesto, alimenticios. También sobresalen

agroecosistemas tradicionales ubicados por Santos (2013) en el municipio de Matanzas Departamento de Santander, cuyas dinámicas productivas y diversificadas han permanecido a través del tiempo, significando un aporte relevante en la alimentación de sus habitantes. En Río Sucio Caldas, Corrales y Forero (2007) y en comunidades del Sur del Tolima Acevedo (2016), reportan agroecosistemas diversos, manejados de manera sostenible en los que aún se mantienen dinámicas de diseño y consumo, a través de tradiciones indígenas y campesinas que los identifican como tal. De otra parte, en el sur de Colombia, la experiencia de la Asociación para el Desarrollo Campesino (ADC), en la cual se agremian más de 800 socios distribuidos en cuatro asociaciones indígenas, con propósitos de conservación y consumo de especies andinas, promueven y cultivan agroecosistemas diversificados en el departamento de Nariño (Revelo, 2007).

Por todo lo anterior, la producción local de alimentos y la conservación de la agrobiodiversidad, se consideran determinantes de una alimentación apropiada, variada y saludable (Jhon, 2011). Aspectos en los cuales la conservación, cultivo y uso de especies tradicionales juegan un papel fundamental para garantizar la soberanía alimentaria de las poblaciones campesinas. Al respecto Hodgkin *et al.*, (2011:5) mencionan que:

“(…) para muchas poblaciones, los alimentos tradicionales, particularmente aquellos que son poco conocidos, verduras de hoja verde, tubérculos, especies silvestres de cultivos y frutos del bosque desempeñan un papel importante en las dietas tradicionales, son ricos en compuestos nutricionalmente importantes. Así (…) la reconstrucción de las dietas basadas en sistemas agrícolas sostenibles puede producir beneficios a medio plazo en la lucha contra la desnutrición y el deterioro ambiental”

Lo anterior se ve reflejado en las decisiones que tomó la FAO en el año 2013 y más tarde otros organismos nacionales⁹ e internacionales al considerar a los sistemas agrícolas locales y familiares, como fuentes primordiales para la provisión de alimentos. Condición

⁹ Por ejemplo, en Colombia, la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos del año 2012, referencia el papel de la biodiversidad para asegurar el bienestar de la población y se aproxima a valorar la agrobiodiversidad de los sistemas productivos tradicionales.

que en el año 2014 impulsaría el concepto que hoy convoca el interés por la agricultura familiar como la opción más apremiante para lograr uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), el hambre cero (FAO, 2018). Así, en su sentido inicial el término de agricultura familiar buscó visibilizar los procesos de la agricultura tradicional campesina, es decir aquella que tiene la peculiaridad de estar basada en un método empírico y espontáneo de obtención de conocimientos y en formas tradicionales de transmisión, conservación y cambio de dichos conocimientos, además de tener vínculos con agricultores de bajos recursos económicos, lo que establece un modo de producción predominante de autoconsumo (Díaz y Cruz, 1998; Mançano, 2014).

Tales aseveraciones centran la atención más allá de la provisión misma de alimentos, en el papel protagónico que tiene su producción, llevada a cabo principalmente en las zonas rurales y de manera primordial a cargo de pequeños agricultores que son especialmente para el caso colombiano, quienes abastecen cerca del 60% de los mercados locales (PNUD, 2011).

Considerando la descripción anterior y pese a la condición socioeconómica en la cual se pueda clasificar a los agroecosistemas tradicionales estudiados, debido al área de sus predios (microfundios) y su sistema productivo de subsistencia, parecería que las familias campesinas que participaron en el presente estudio, pudiesen alcanzar a cubrir sus requerimientos alimentarios y contribuir al fomento de éstos en sus comunidades mediante su participación en los mercados locales. De hecho, este tipo de sistemas de producción, actualmente producen entre el 30 y el 38% de suministro de alimentos a nivel mundial (Ricciardi et al., 2018). Particularmente en América Latina, cerca de diecisiete millones de campesinos con sus pequeñas unidades productivas diversas, ocupan cerca de 60.5 millones de hectáreas, con fincas cuya área promedio es de 1.8 ha (Altieri y Nicholls, 2010; Montiel y Pérez, 2013; Parraguez et al., 2018).

Incluso, los autores en referencia, aseguran que estos sistemas productivos considerados como tradicionales dado su origen, diversificación, bajo uso de insumos químicos y escasa mecanización agrícola, están ubicados en centros de diversidad de cultivos, por lo que suelen mantener especies nativas y hasta parientes silvestres, muchas de ellas calificadas hoy, como marginadas o subutilizadas (Paludossi, et al., 2013; FAO, 2015). El anterior enunciado, también puede apreciarse en los

agroecosistemas de Turmequé, Tibasosa y Ventaquemada, ya que además de variedades de papas nativas, arracacha, yacón, cucurbitáceas, ají, frijol y frutales andinos, sobresalen los tres tubérculos objeto de éste estudio: *O. tuberosum*; *U. tuberosus* y *T. tuberosum*, tubérculos que han sido cultivados y conservados por siglos, primero en parcelas comunitarias de los indígenas Muiscas (Patiño, 1965; Villate, 1991; Pradilla, 2017), más tarde en campos de haciendas y pequeñas parcelas en la época de la colonia (Bushnell, 1996; Tirado, 1998; Rodriguez, 1996), hasta llegar hoy en día a formar parte de la producción diversa de estos microfundios campesinos (Aguirre et al., 2012; Clavijo, 2014 y García et al., 2018).

4.2.3 Prácticas de manejo en agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos

Con base en la observación participante y las entrevistas desarrolladas en campo, se pudo determinar que, en la mayoría de los agroecosistemas bajo estudio, las técnicas e insumos que prevalecen están asociados con las prácticas agroecológicas (Gliessman, 2002; Altieri y Nicholls, 2007 y Sarandón, 2014). Entre ellas sobresalen:

- Diseño de policultivos en sistemas estratificados.
- Preparación y uso de abonos orgánicos provenientes de residuos de la misma finca como compostaje y lombri-compostaje.
- Cultivo y aplicación de abonos verdes (uso de nabo forrajero, habas y alfalfa);
- Laboreo manual del suelo y en ocasiones uso de yunta de bueyes.
- Diversificación de los cultivos en el tiempo y en el espacio (en general la finca es dividida en lotes, en los cuales se van rotando los productos cultivados y se dejan descansar por un determinado tiempo).
- Instauración de cercas vivas y mantenimiento de árboles dispersos.
- Cobertura de suelos con plantas rastreras (cucurbitáceas y algunos arvenses).
- Deshierbas manuales.
- Control de plagas y enfermedades con trampas, alelopatía (repelentes, atrayentes de polinizadores) y algunos bio-preparados.

No obstante lo anterior, contrario a la creencia que los agroecosistemas tradicionales son sistemas productivos que han permanecido inmutables en el tiempo, -creencia que

desconoce por completo su dinamismo-, los agroecosistemas bajo estudio son la evidencia que todo sistema abierto y complejo puede desestructurarse y re-estructurarse (García, 2010), pues para llegar a su configuración actual, en tanto diseño y manejo agroecológico de la mayoría de ellos, han atravesado desde mediados del siglo pasado, por distintos procesos de transformación y adaptación.

Así en campo, pudo constatarse que todos los agroecosistemas visitados se encuentran en un proceso de transición hacia la agroecología, con la intención de replantear y rediseñar un sistema de producción que desde mediados del siglo pasado se ha fundamentado en monocultivo de papa y ganadería en los municipios de Ventaquemada y Turmequé, así como en monocultivo de cebolla en el municipio de Tibasosa.

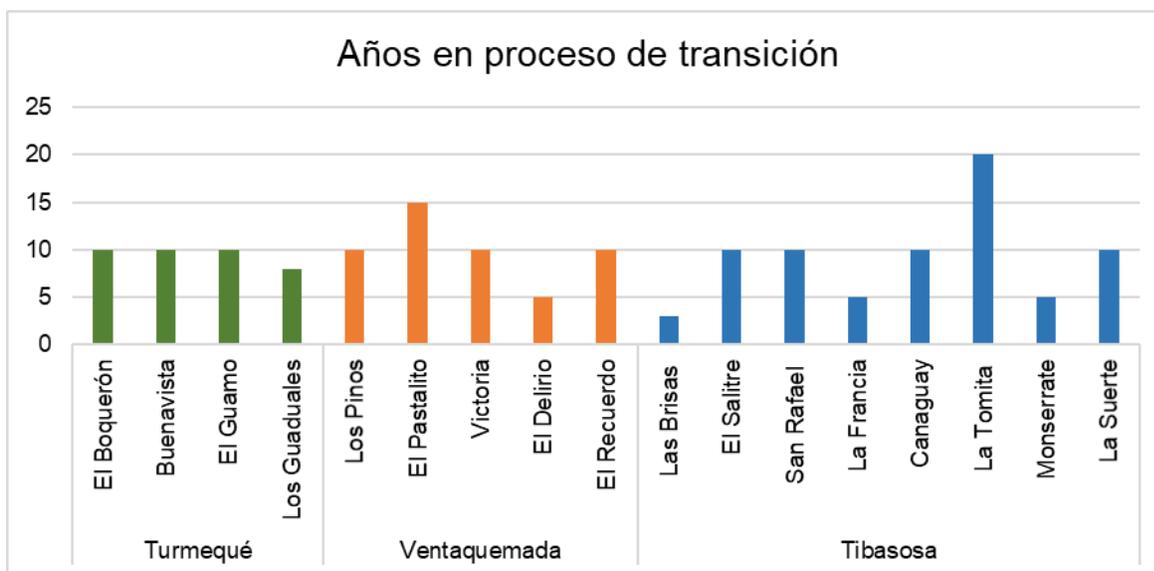
Estos procesos de reconversión presentan una temporalidad distinta entre agroecosistemas del mismo municipio y entre municipios (ver figura 4-33). Así, dos agroecosistemas iniciaron su proceso de transición hace más de 15 años: la Finca El Boquerón y La Tomita. De otra parte, diez agroecosistemas coincidieron en iniciar éste proceso de cambio hace diez años (El Boquerón, Buenavista, El Guamo, Victoria, Los Pinos, El Recuerdo, El Salitre, San Rafael, Canaguay y la Suerte), mientras que otros apenas hace unos cinco a tres años atrás (Los Guadales, El Delirio, La Francia, Las Brisas y Monserrate). Principalmente en éstos últimos, por encontrarse en las primeras etapas del proceso de reconversión, a pesar del uso de abonaduras orgánicas, prácticas manuales y tener huertas agrodiversas para su autoconsumo, todavía mantienen monocultivos comerciales de papa, cebolla y frutales, en los que además de fertilizantes orgánicos usan productos de síntesis química, como molusquicidas (matababosa), herbicidas (gramoxone y glifosato), insecticidas (curzate) y fertilizantes de síntesis química (triple 15; nutrimón; triple 18, súper 4, cal y úrea).

Al respecto Gliessman (2002), Rosset y Altieri (2017), refieren que, en los procesos de transición desde una agricultura con enfoque de revolución verde hacia una con enfoque agroecológico, puede presentarse coexistencia de prácticas e insumos orgánicos y de síntesis química, sobre todo en sus primeras etapas mientras se concreta el proceso de rediseño del sistema productivo. Lo anterior pese a que los agricultores cuentan ya con conocimiento ecológico de base, su evaluación de riesgo los impulsa a optar por la utilización de agroquímicos en sus cultivos comerciales, como un anclaje seguro para

obtener ingresos para su familia, hasta tanto, en su localidad no se cuente con mercados que retribuyan el valor real de su producción agroecológica (Altieri y Toledo, 2011).

La situación esperada es que ésta etapa sea transitoria y permita más adelante la sustitución de agroquímicos de alta toxicidad, como es el caso de gramoxone, curzate, manzate y glifosato, hacia otros de baja toxicidad, hasta llegar con el paso del tiempo a su supresión total. La siguiente etapa entonces, implicaría el reemplazo total de éstos productos químicos de baja toxicidad, por aquellos insumos orgánicos producidos en la propia finca, hasta llegar a obtener menos plagas, un suelo fértil, un cultivo más vigoroso y la presencia de enemigos naturales. Todo esto como resultado de un hábitat apropiado producto de un diseño estratificado, diverso, fértil y autosuficiente del sistema productivo (Castañeda, 1993, Clavijo, 2013).

Figura 4-33. Tiempo en años del proceso de transición hacia la agroecología de los agroecosistemas que cultivan tubérculos andinos en los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa.



Fuente: Esta investigación.

De acuerdo con lo manifestado por la mayoría de los entrevistados, esta transición inició años atrás, partiendo de iniciativas individuales de algunos miembros de sus comunidades, que posteriormente se consolidaron en procesos de organización colectiva

vinculados a intereses comunes, que se detallan más adelante en el ítem 4.4 de esta investigación. Entre tales motivaciones se destacan el alcance de la soberanía alimentaria, la conservación de especies con valor histórico y cultural dentro de sus agroecosistemas (incluyendo aquí los tubérculos andinos), la salud de sus familiares y conocidos, la visibilización de su quehacer en espacios locales, regionales y/o nacionales, el incremento de su participación en escenarios de comercio justo y en algunas ocasiones el establecimiento de relaciones de género equitativas tanto en el ámbito productivo como reproductivo, entre otros (Mendieta, 2019).

Los agricultores de los tres municipios que participaron en el estudio, aducen que antes de los años 70' sus predios eran unidades que se caracterizaban por tener especies tradicionalmente cultivadas. En ellas, se encontraban habas, maíz, frijol, arracacha, arvejas y tubérculos andinos, entre otras. Precisamente los tubérculos andinos, estaban presentes en las huertas caseras como también en los cultivos comerciales. Estos últimos se organizaban en monocultivos o asociaciones, entre las que se encontraban por ejemplo maíz con habas o papa con cubios, rubas e ibias, y tenían una rotación en el tiempo planificada según las necesidades y fines del agricultor. Posterior a los años 70' con la apropiación del modelo de revolución verde en el campo, las unidades de cultivo cambiaron sus componentes de siembra y producción (Fajardo, 1986). Para este periodo se notó un incremento en el monocultivo de papa, trigo y cebada, llegando incluso a eliminar de los ciclos de siembra y rotación a las ibias, los cubios y las rubas, entre otras especies nativas.

“Cuando llegaron los químicos, este paisaje se veía lleno de trigo, a donde uno mirara se veía amarillo y después se veía todo naranja” (agricultor de Turmequé, 2016)

Así mismo el incremento en las zonas de pastizales para el cuidado del ganado fue aumentando, evidenciado así en las palabras de una agricultora de Ventaquemada:

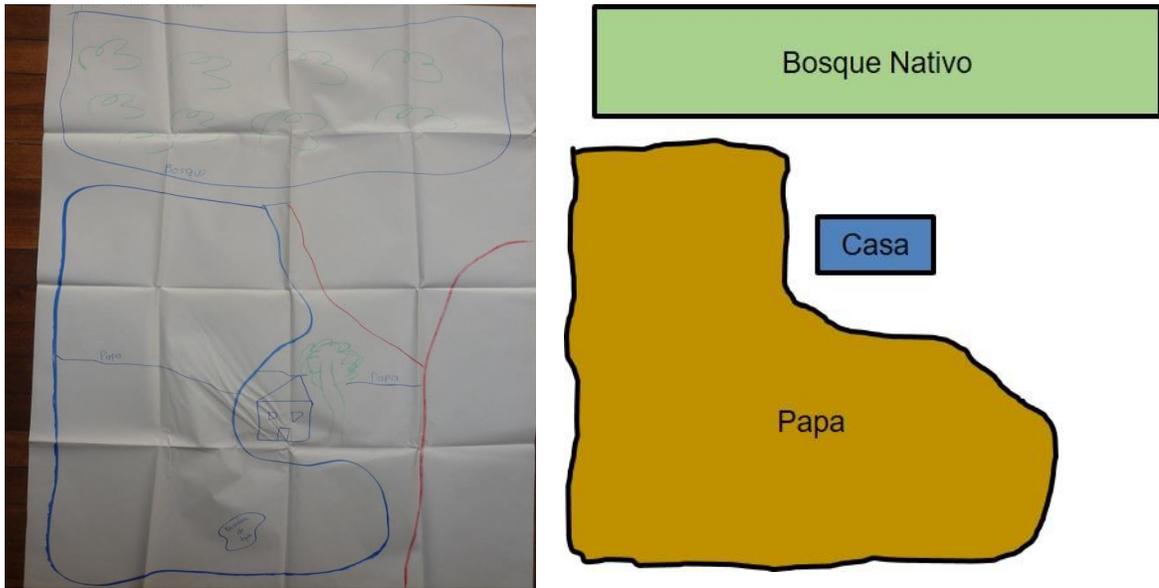
“Antes aquí nadie cuidaba ganado, si mucho el que tenía 1 o 2 reses, pero ya después, la gente prefirió tener vacas que cultivos”

Una vez adoptado y desarrollado el modelo de revolución verde, el cultivo de la papa se estableció en las zonas de mayor altitud (2900-3300 msnm) y de hecho, fue el cultivo encargado de la transformación del paisaje y de las zonas de vida presentes en estas franjas. Un agricultor de Turmequé recuerda:

“Mi padre nos llevaba al monte para tumbarlo y quemarlo para poder poner papa y así ganarle terreno al páramo. Una vez quedaba eso limpio se ponía la papa y luego en el remanente los cubios, las rubas y las ibias para que aprovechen el fertilizante y no se pierda lo que se echó”

Fue una generalidad para este caso, que las fincas visitadas, hacia las décadas de los años 70' y 80' fueran según los testimonios de los agricultores, menos agrodiversas, ya que la mayor parte de sus áreas estaban destinadas a cultivos comerciales bajo el modelo de monocultivo o tenían presencia de pastos para el levante de ganado (figura 4-34). En ese entonces, las decisiones que se tomaban con relación al establecimiento de alguna especie vegetal para la producción estaban influenciadas por políticas de estado y por la demanda de los mercados regionales, como en su momento fue la siembra y producción trigo y cebada, seguido por el cultivo de papa o la crianza de ganado en potreros con pastos introducidos (Fajardo, 2014). En el municipio de Tibasosa la producción de cebolla se empieza a consolidar y su monocultivo se vuelve común entre las familias campesinas.

Figura 4-34. Esquema de la finca el Boquerón, año 1980. Elaborado por Don Saúl Muñoz, municipio de Turmequé.



Fuente: Elaborado por Mario Jaramillo.

Lo anterior obedecía al modelo de desarrollo acogido en ese entonces por el estado en el cual el país debía responder al incremento del PIB agrícola que inducía la expansión del área productiva y la intensificación de las zonas tradicionales. En otras palabras, había que responder al planteamiento de modernizar el campo a través de una apropiación del territorio diferente (Machado, 1998).

Para ello el programa Desarrollo Rural Integral (DRI), a través de créditos subsidiados y programas de asistencia técnica, indujo a los campesinos a sustituir sus cultivos por una canasta reducida de productos hacia los mercados, a fin de ponerse a tono con lo que venía ocurriendo con la gran propiedad, aquellos grandes productores que por su disponibilidad de recursos ya habían introducido con éxito y en menor tiempo, estos cambios técnicos a fin de insertarse en mercados nacionales y extranjeros (Fajardo, 2009).

Si bien con los nuevos insumos químicos y la aplicación de novedosas técnicas de cultivo, el rendimiento por área en sus campos se incrementó en su momento, pronto su débil participación en el mercado los puso en desventaja, debido a la dependencia de intermediarios y la aparición de plagas y enfermedades para sus monocultivos que exigían cada vez más la compra de insumos químicos. Un hecho coincidente para gran

parte de los pequeños agricultores en la zona andina y América Latina (Benzing, 2001; Pengue, 2005; León, 2007; Pretty, 2005; Saavedra, 2010).

Así endeudados, más empobrecidos, sin flujo de caja para adquirir alimentos en el mercado, con hijos a quienes alimentar y heredar, a inicios del presente siglo tomaron algunas decisiones: vender parte de su tierra para subsanar deudas, emplearse como mano de obra en otras actividades y empezar a rediseñar sus sistemas de producción acogiendo en parte de su predio un esquema de policultivo con uso de abonos orgánicos. Estrategias que, según ellos, por los menos les iba aportar sustento diario para alimentación. Así sin abandonar del todo los cultivos principales con uso de agroquímicos, decidieron retomar cultivos y prácticas de antaño destinando un área importante de su finca para ello, por lo que, los tubérculos andinos nuevamente aparecen en escena.

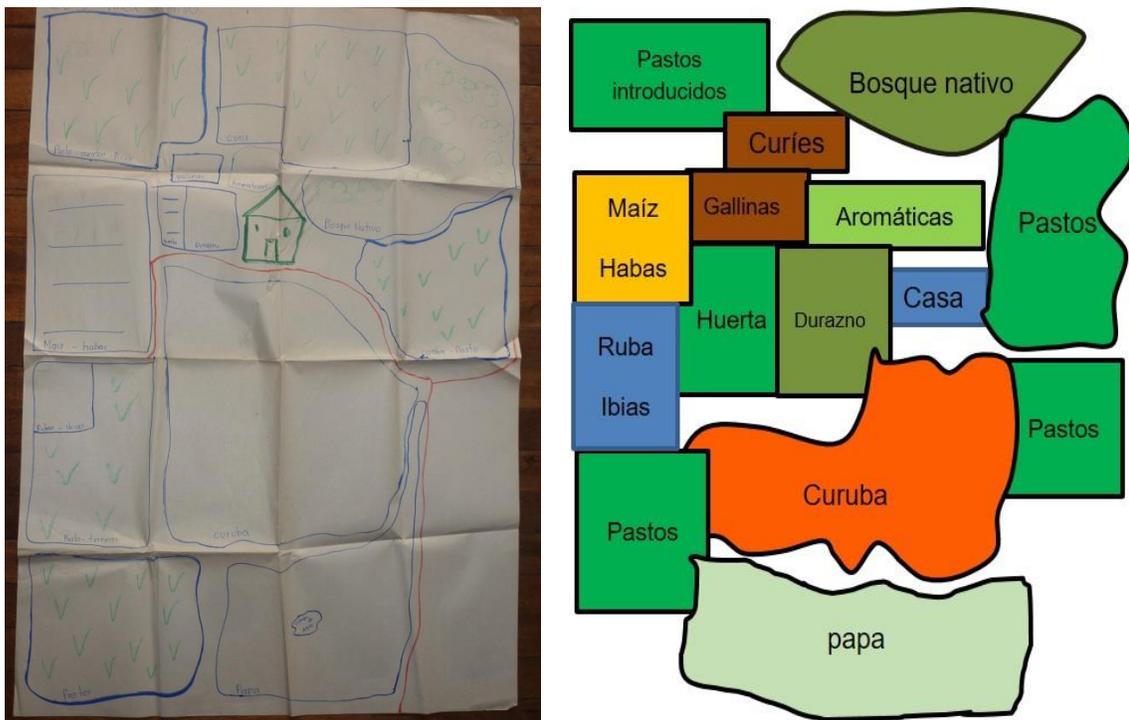
De esta manera, como las primeras evidencias de un proceso de transición hacia la agroecología, reaparecen las abonaduras orgánicas, los cultivos tradicionales y las especies menores. La huerta familiar lentamente se reactiva y empieza a reconfigurarse como una incipiente despensa. Los agricultores entrevistados aducen que el proceso de cambio de modelo productivo de monocultivo a la recuperación del policultivo no fue difícil, toda vez que recordaron a sus padres y abuelos llevar a cabo este tipo de prácticas y en cuyos diseños productivos siempre estaban presentes los cubios, las ibias y las rubas.

“Yo recuerdo mucho a mi abuelo como sembraba estos cubios, las ibias y esas rubas, con papas, habas, maíz y arracacha. La comida daba sin echarle nada y yo dije, ya no más químicos, por lo menos para la comidita del diario volvamos a sembrar así. Entonces nos devolvimos a lo de antes, claro que la papa seguimos sembrando, así como nos dijeron que hagamos los ingenieros, pero por lo menos ya no todo el terreno se contamina” (agricultor de Ventaquemada, 2016).

De esta manera, para la segunda década de este siglo, las huertas familiares se ampliaron, la diversidad cultivada se incrementó, (como bien pudo apreciarse en la tabla 20 de ésta investigación) y aunque la papa y la cebolla no dejaron de ser importante en

sus fincas, los frutales empezaron a repuntar como cultivos principales, entre ellos los caducifolios y la curuba (*Passiflora tripartita var. Mollissima*) (figura 4-35). Los agricultores mencionan que para esta época el acceso y disponibilidad de alimentos, ya no estaba supeditado únicamente al ingreso obtenido por la venta de sus cosechas, sino que ahora su alimentación empezaba a abastecerse poco a poco de la producción de sus fincas, aunque continuaban adquiriendo varios productos en los mercados regionales.

Figura 4-35. Esquema de la finca el Boquerón, año 2016. Elaborado por Don Saúl Muñoz, municipio de Turmequé.



Fuente: Elaborado por Mario Jaramillo.

Sin embargo, el paro nacional agrario suscitado en el año 2013 fue un hito que, para las familias de la zona de estudio, reafirmó la vulnerabilidad que tienen los sistemas de producción, puesto que, por un lado, dependían del acceso a sus alimentos de los

mercados urbanos y, por el otro, para la venta de su producción estaban en manos de los intermediarios que la venden en las grandes ciudades¹⁰.

A partir de este momento, los procesos de intercambio local, monetario y no monetario se fortalecieron. El Paro Agrario ratificó el hecho que la dependencia hacia el mercado de Tunja, Duitama, Sogamoso y Bogotá no era ya la mejor y única opción. Así se hicieron más frecuentes los trueques entre vecinos y familiares, y, junto con ellos, se reavivaron los procesos de recuperación e intercambio de semillas y cultivos nativos; además se dejó atrás en gran medida el uso de agroquímicos y maquinaria agrícola. Como pudo apreciarse, la diversidad cultivada empieza a ser el eje central de las fincas visitadas y la coexistencia se reafirma con los espacios naturales como los bosques nativos.

A continuación, la tabla 4-14, resume las principales prácticas de manejo que actualmente se desarrollan en los agroecosistemas bajo estudio. Como ya se anotó, los productos químicos que se incluyen, corresponden al uso dado en los cultivos comerciales de los cinco agroecosistemas que aún se encuentran en primeras etapas de transición.

¹⁰ Este hecho movilizó a miles de campesinos del país en aras de reclamar por los altos costos de los insumos agrícolas, la necesidad de subsidios, el acceso a crédito, la falta de asistencia técnica, entre otros motivos, suspendió por semanas la movilidad en las vías en el departamento de Boyacá. El paro restringió no solo el transporte de alimentos que salían de Tibasosa, Turmequé y Ventaquemada hacia las ciudades principales, sino también al interior del sector rural. A la par, cargas de alimentos represados se perdieron, la leche del ganado que no pudo salir se consumía, se regalaba, se daba a los animales y hasta se botaba. Hectáreas de cultivos de papa listas para la cosecha tuvieron que dejarse en los campos y luego voltearse nuevamente en la tierra para que terminarán de descomponerse. Más información en Salcedo, L; Pinzón, R y Duarte, D (2013). El paro nacional agrario: un análisis de los actores agrarios y los procesos organizativos del campesinado colombiano. Recuperado de https://www.javerianacali.edu.co/sites/ujc/files/node/field-documents/field_document_file/el_paro_nacional_agrario_un_analisis_de_los_actores_agrarios_y_los_procesos_organizativos_del_campesinado_colombiano_centro_de_estudios_interculturales_.pdf

Tabla 4-14. Prácticas de manejo de los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos en los municipios de Tibasosa, Turmequé y Ventaquemada.

| PRACTICA | TIBASOSA | TURMEQUE | VENTAQUEMADA |
|--|---|--|--|
| Preparación del suelo | Manual. Yunta de bueyes. Arado de disco | Manual. Arado de cincel. Arado de disco y cincel | Manual. Arado con caballos. Arado de cincel |
| Época de siembra | En la huerta es permanente. Cultivos comerciales en invierno. | En la huerta es permanente. Cultivos comerciales en invierno. | En la huerta es permanente. Cultivos comerciales en invierno. |
| Origen de la semilla | Propia finca. Intercambio entre vecinos, familiares y amigos. Centros agrícolas en: Nobsa, Tocogua y Duitama. Alcaldía de Tibasosa. | Propia finca. Intercambio entre vecinos, familiares y amigos. Centros agrícolas en: Garagoa, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Red de semillas. | Propia finca. Intercambio entre vecinos, familiares y amigos. Centros agrícolas en: Nobsa, Samacá, Capellanía. Fincas agroecológicas en la sabana de Bogotá, Universidad Jorge Tadeo Lozano. |
| Fertilización | Abonos orgánicos: compostaje, estiércol de animales, microorganismos efectivos. Fertilizantes químicos: Triple 15, Cal, Nutrimón, Triple 18. | Abonos orgánicos: compostaje, lombricompostaje, estiércol de animales, bioles. Fertilizantes químicos: Triple 15, Triple 18, Súper 4, Cal y Urea. | Abonos orgánicos: compostaje, lombricompostaje, estiércol de animales, bioles. Fertilizantes químicos: Triple 15, Cal y Urea |
| Equipos utilizados al momento de cosechar | Manual. | Manual. Motocultor. | Manual. |

| | | | |
|--|--|--|--|
| Manejo de enfermedades, plagas y arvenses | Control manual de babosa y caracol, uso de trampas con cerveza, cal viva, o ceniza. Matababosa y manzate. | Control biológico, trampas biológicas, repelentes y fungicidas e insecticidas de origen vegetal. Matababosa | Control biológico, trampas biológicas. Alelopatía: plantas acompañantes a los cultivos que ayudan a repeler y controlar plagas y enfermedades. Repelentes de origen vegetal: ajo, ají, chipaca (<i>Bidens pilosa</i>), ajenojo. |
| Manejo de arvenses | Manual Glifosato | Manual Glifosato y Gramoxone | Manual Gifosato. |

Fuente: Esta investigación.

Adicionalmente hay que anotar que, como pudo apreciarse en el ítem anterior, dadas las condiciones de variabilidad climática acentuada durante la última década para los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa, sobre todo en cuanto al incremento de temperaturas mínimas y máximas, los agricultores durante este período de transición hacia la agroecología, también han desarrollado una serie de prácticas y estrategias para poder adaptar sus agroecosistema a este contexto y complementar así su re-estructuración. La tabla 4-15 resume las prácticas más comunes para los períodos de sequía, heladas, lluvias y vientos fuertes que registraron en los 17 agroecosistemas:

Tabla 4-15. Estrategias de los agroecosistemas tradicionales frente a la variabilidad climática registrada en los tres municipios.

| Eventos climáticos reportados en la zona | Estrategias | Municipios (No. De agroecosistemas) | | |
|--|--|--|-----------------|---------------------|
| | | Tibasosa (8) | Turmequé (4) | Ventaquemada (5) |
| Sequías | Recolección de agua lluvia en reservorios y tanques | 2 | 3 | 1 |
| | Riego (mangueras, aspersores, motobomba) | 6 | 1 | 1 |
| | Conservación de nacederos y cuerpos de agua dentro de la finca | 1 | 3 | 1 |
| | Siembra en época de lluvia | 8 | 4 | 5 |
| | Reserva de pasto seco para la alimentación de ganado | 0 | 1 | 1 |
| | Cobertura del suelo con arvenses | 0 | 0 | 2 |
| | Siembra de árboles y cercas vivas | 2 | 3 | 2 |
| | Siembra de variedades nativas | 5 | 2 | 2 |
| | Conservar y mejorar las rondas de las quebradas a nivel veredal (comunidad) | 1 | 2 | 1 |
| Heladas | Siembra en época distinta a las heladas (dic-ene) | 2 | 0 | 1 |
| | Riego en la noche (10 p.m.) o en la madrugada (2 a 4 a.m.), en el mes de enero | 4 | 3 | 2 |
| | Establecimiento de invernadero | 1 | 0 | 1 |
| | Siembra de árboles y cercas vivas | 0 | 1 | 1 |
| | Cobertura del suelo con arvenses | 0 | 0 | 1 |

| | | | | |
|-------------------|---|---|---|---|
| | Siembra de variedades nativas o cultivos tolerantes | 2 | 3 | 1 |
| | Drenaje y zanjas dentro de la finca | 6 | 1 | 2 |
| | Siembra de árboles y cercas vivas | 0 | 2 | 1 |
| Exceso de lluvias | Establecimiento de surcos a través de la pendiente | 1 | 2 | 3 |
| | Implementación de camas de cultivo elevadas | 0 | 1 | 1 |
| | Limpieza canales de riego | 1 | 0 | 0 |
| Vientos fuertes | Establecimiento de barreras vivas cortavientos | 2 | 1 | 1 |
| | Siembra de árboles | 1 | 0 | 1 |

Fuente: Elaborado por Lina Lozano para esta investigación.

Estas estrategias desarrolladas en los agroecosistemas tradicionales como: mantener y promover diversidad genética, usar sistemas de policultivos y sistemas agroforestales, proteger y reciclar agua, implementar sistemas de drenaje, conservar semillas, usar abonos orgánicos, reducir o restringir el uso de productos químicos, actualmente son valoradas como estrategias campesinas que minimizan el riesgo frente a climas inciertos y que se encuentran estrechamente relacionada con la resiliencia de sistemas productivos (Howden, 2007; Nicholls et al., 2015).

De acuerdo con Fiskel (2006) la resiliencia se define como la capacidad de un sistema de tolerar las perturbaciones mientras mantiene su estructura y función. Corresponde a la capacidad de los sistemas para recuperar los equilibrios y absorber esfuerzos o fluctuaciones externas teniendo en cuenta su habilidad auto organizativa (Jiménez, 2002)

Para Altieri y Nicholls (2013), un agroecosistema es resiliente si es capaz de continuar produciendo alimentos a pesar de un evento climático importante, como una sequía, helada o una inundación. Para que tal funcionamiento ocurra a pesar de los embates naturales, se requiere que la estructura del agroecosistema sea lo suficientemente compleja, característica que se expresa tanto por el número y la diversidad de especies,

sus distintas interacciones y las prácticas de manejo que configuran el sistema productivo.

Hasta el momento, autores como Toledo y Barrera (2008); Vásquez (2013); Córdoba y León (2013); Altieri y Nicholls (2013); Ríos et al., (2013), atribuyen capacidad de resiliencia ecológica a la agricultura familiar campesina, entre otras razones, debido a que suele ser agrodiversa. De esta manera las principales conexiones entre la diversidad de los agroecosistemas y la resiliencia al cambio climático de acuerdo con Altieri y Nicholls (2008), se pueden resumir como sigue a continuación:

En general hay más especies que funciones por lo que existe redundancia en los agroecosistemas. Es decir, varias especies haciendo las mismas funciones, por ejemplo, carábidos que descomponen materia orgánica al igual que lombrices, varios hongos y bacterias. Son precisamente aquellos componentes que parecen redundantes en un tiempo determinado, los que se tornan importantes cuando ocurre un cambio ambiental. Es decir, cuando se producen cambios ambientales, particularmente climáticos, la redundancia construida por varias especies, permiten al ecosistema continuar funcionando a pesar de las adversidades. De esta manera la diversidad proporciona un seguro frente a fluctuaciones ambientales, debido a que cada especie responderá de manera diferente, por cuanto la diversidad en el agroecosistema se traduce en heterogeneidad ecológica, una característica fundamental y necesaria para la resiliencia.

Si bien el presente estudio no evaluó específicamente elementos de resiliencia al cambio climático, con base en la información analizada en tanto diversidad cultivada (68 especies en promedio por agroecosistema); la prevalencia de policultivos y cultivos mixtos; presencia de árboles y arbustos; conservación de semillas y especies nativas; y prácticas de manejo que tienden a la agroecología, se puede inferir que los agroecosistemas tradicionales que conservan tubérculos andinos si bien se encuentran inmersos en una matriz de paisaje uniforme que limita su conectividad con la estructura ecológica principal del paisaje (CEEP) y que por ende incide en la biodiversidad asociada (presencia de polinizadores, enemigos naturales, meso y micro fauna del suelo, entre otros), durante la última década han iniciado un proceso de reconversión que en el mediano plazo podría otorgarles elementos de resiliencia frente a las variaciones de clima que se evidenciaron en la zona.

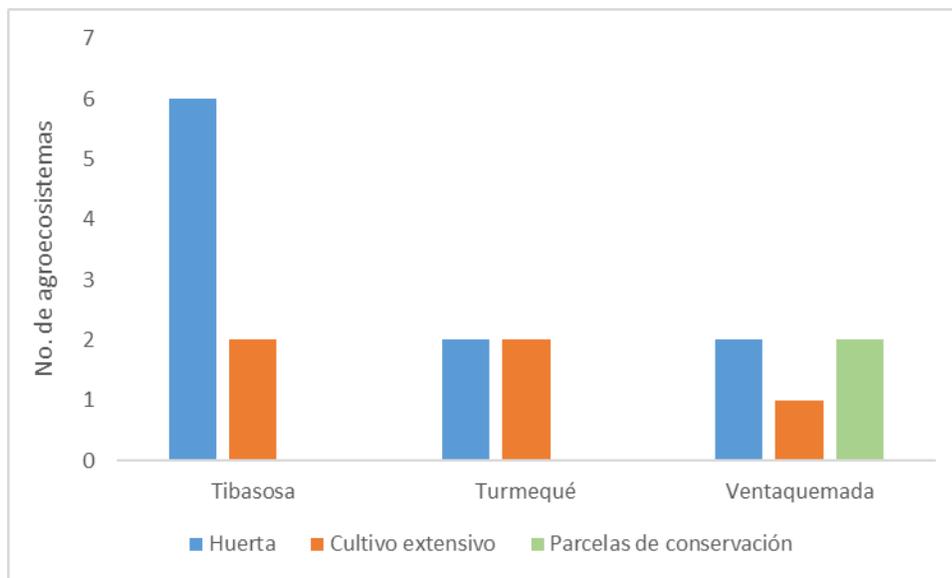
Sin embargo, es claro que a pesar de lo anterior algunos agroecosistemas requieren mejorar su estructura y conectividad interna con la incorporación de árboles y arbustos, ampliar las zonas de policultivos y restringir el uso definitivo de agroquímicos.

4.3 Los tubérculos andinos en los agroecosistemas de Tibasosa, Turmequé y Ventaquemada

En el marco de éstos microfundios agrodiversos, aunque situados dentro de una matriz de paisaje agropecuaria, con pocas coberturas de bosques naturales, pero con prácticas y diseños productivos que los ubican en la transición hacia la agroecología, y probablemente con tendencia a ser resilientes al cambio climático dada su estructura y diversidad, *Oxalis tuberosa*, *Ullucus tuberosus* y *Tropaeolum tuberosum*, ocupan dentro de su componente agrícola, pequeñas áreas de cultivo en diseños de policultivo y cultivos mixtos, tanto en las huertas o entre los cultivos comerciales, las cuáles varían entre 0.0025 ha a menos de 0.02 ha. Aunque ocasionalmente, cuando el mercado ofrece buenos precios, se siembran como cultivo extensivo en áreas que no superan los mil metros cuadrados. En ambos casos se utilizan semillas provenientes de sus cosechas anteriores (40%), del mercado (30%) y de intercambio entre vecinos y familiares (30%).

No obstante, en el municipio de Ventaquemada en las fincas Victoria y Pastalito, se encontraron pequeñas parcelas de conservación destinadas a la siembra de morfotipos de las tres especies con áreas de hasta 500 metros cuadrados cada una (figura 4-36).

Figura 4-36. Sitio de cultivo de *Oxalis tuberosa* M; *Tropaelum tuberosum* R&P y *Ullucus tuberosus* C en de los agroecosistemas bajo estudio.



Fuente: Esta investigación

Hay que recordar que su presencia en las fincas se cimienta en un contexto histórico en el cual las prácticas agroproductivas se han venido transformando de acuerdo a dinámicas económicas y sociales, que han llevado a que la manera de cultivar y producir alimentos cambie en respuesta a los retos que enfrentan las familias agricultoras, tal como se vió en el apartado anterior. Sin embargo, a pesar de tales cambios, los agricultores de los tres municipios aseveran que independientemente del principal uso que le han dado a su suelo, los tubérculos andinos han sido constantes en sus sistemas productivos a lo largo de los años, por tratarse de alimentos básicos en su mesa. Así lo demuestra la tabla 4-16 que resume lo acontecido con los agroecosistemas tradicionales bajo estudio durante las últimas 7 décadas.

Tabla 4-16. Presencia de los tubérculos andinos en agroecosistemas tradicionales durante los últimos 70 años. Información ilustrada por décadas, hasta el presente.

| 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 | 2010-2017 |
|--|---|---|---|---|--|
| Sistemas de policultivos | Incremento de cultivos comerciales (ajo, cebada y trigo) | Auge la producción de monocultivos de ajo, cebada y trigo | Se termina la producción de ajo, trigo y cebada | Se acentúan los problemas de comercialización de cultivos principales | Pérdida de alimentos debido a paros agrarios |
| Aumenta producción de trigo y cebada | Predomina monocultivo | Incremento en la producción de papa | Repunta la producción de papa | Cambio de uso del suelo cultivable por pastizales | Continúa el auge de los cultivos frutales |
| Cultivo de especies nativas (tubérculos andinos) | Pequeños espacios con cultivos de pan coger, entre ellos tubérculos andinos | Se consolida la producción ganadera | Se incrementa la producción ganadera | Aumentan los cultivos de frutales | Se retoma diseño de policultivos. Se conservan relictos de bosque y se siembran árboles. |
| | | Disminuye notablemente la producción de tubérculos andinos. | Disminuye e incluso en algunos casos desaparecen áreas de pan coger | Se retoman la huerta familiar para cultivos de pan coger | Se promueve intercambio de semillas y el uso de abonos orgánicos. |
| | | | | Inicia proceso de transición a la agroecología. | Incremento y diversificación de huertas familiares |
| | | | | Aumenta el cultivo de tubérculos andinos | Se cultivan y conservan tubérculos andinos |

Fuente: Esta investigación y datos de Jaramillo (2016), Sánchez (2018) y Clavijo (2018).

Fruto de esa permanencia a través del tiempo es la diversidad intra-específica de tubérculos andinos, identificada en las 17 fincas mediante visitas a campo, la misma que se reporta en las tablas 4-17, 4-18, 4-19. Dicha diversidad para este estudio se fundamenta en características morfológicas, particularmente otorgadas por el color, ya que esta resulta ser el indicador más usado por los agricultores al momento de identificarlas (Figura 46).

La información sobre la diversidad encontrada en los muestreos en finca fue validada en un taller con las familias participantes quienes además en consenso afirmaron que la

presencia de estos cultivos se remonta en la zona desde la época de los muiscas, de quienes heredaron la costumbre de sembrarlos y consumirlos.

Lo anterior no dista de los hallazgos reportados por Pradilla (2017) y de las aseveraciones de Langabaek (1985; 87), quien menciona que en la época prehispánica en los páramos cundiboyacenses se intensificó el cultivo de tubérculos de altura, principalmente rubas, ibias y cubios. De acuerdo con Rodríguez, (1998; 1999), los muiscas tenían el maíz como su sustento principal, además de papas de altura y los demás tubérculos andinos, acentuando así la idea de que éstas especies constituían un pilar fundamental en la nutrición de este grupo humano. Como pudo apreciarse tal condición aún se mantiene y por esa razón todavía se cultiva.

Las tres especies andinas, exhiben en la zona de estudio una alta diversidad morfológica que se evidencia principalmente a través de los distintos colores de los tubérculos. Este es el principal criterio utilizado por los agricultores para distinguir la diversidad. Sin embargo, la limitada cantidad o disponibilidad de estudios de variabilidad genética impiden que estos grupos con características comunes entre sí puedan denominarse con certeza como variedades. Por esta razón es más preciso utilizar la unidad taxonómica “morfotipo” (Pissard et al., 2008). Así en los agroecosistemas de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa, fue factible identificar cuatro (4) morfotipos de ibias; ocho (8) morfotipos de cubios y cinco (5) morfotipos de rubas.

Tabla 4-17. Morfotipos de Ibia (*Oxalis tuberosa*, M) encontrados en agroecosistemas tradicionales de los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa.

| Especie | Color | Fotografía |
|------------------------------------|----------|--|
| Ibia (<i>Oxalis tuberosa</i> , M) | Roja |  |
| | Rosada |  |
| | Blanca |  |
| | Amarilla |  |

Fuente: Esta investigación y Clavijo et al., 2014.

Tabla 4-18. Morfotipos de cubios (*Tropaelum tuberosum* R&P), encontrados en los agroecosistemas tradicionales de los municipios de Turmequé, Ventaquemda y Tibasosa.

| Especie | Color | Fotografía |
|---|-------------------------|--|
| Cubio (<i>Tropaelum tuberosum</i> R&P) | Morado |  |
| | Blanco con ojos morados |  |
| | Amarillo |  |
| | Blanco jaspeado |  |

Amarillo ojos rosados



Blanco



Amarillos jaspeados



Púrpura



Tabla 4-19. Morfotipos de rubas (*Ullucus tuberosus*, C), encontrados en agroecosistemas tradicionales de los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa.

| Especie | Color | Fotografía |
|--------------------------------------|----------|--|
| Ruba (<i>Ullucus tuberosus</i> , C) | Verde |  |
| | Roja |  |
| | Amarilla |  |
| | Rosadas |  |
| | Púrpura |  |

Fuente: Esta investigación y Clavijo et al., 2014.

De acuerdo con Malice et al., (2010) las prácticas de cultivo ejercidas por los cultivadores pueden contribuir en gran medida a la diversidad de tubérculos andinos, particularmente el intercambio constante de semillas entre cultivadores, así como la tradición de guardar semilla de sus propias cosechas para los siguientes ciclos de siembra.

Sin embargo, a pesar de lo anterior, los agricultores adultos mayores argumentan que la diversidad intra-específica que hoy se evidencia en sus fincas no demuestra aquella que se tuvo en el pasado ya que en aquellos episodios de su historia local en los cuales se redujo la siembra de especies nativas, debido a la instauración de monocultivos en el auge de la revolución verde, algunas variedades se perdieron en el tiempo y no ha sido posible su recuperación. Entre ellas los agricultores mencionan a un “nabo antiguo”, haciendo referencia a un cubio al que nombraban como “variedad gato”. También recuerdan una ruba amarilla con manchas rojas, que no volvieron a sembrar y que ya no se encuentra en sus fincas y a una ibia amarilla con rayas rojas que no se volvió a sembrar.

“(…) Yo me he dado cuenta que éstos tubérculos son como las personas, se resienten y se van para siempre si uno les cambia por otros. Así nos pasó, dejamos de sembrarles una buena temporada y algunos se fueron resentidos para no volver (…). Yo sí creo que las plantas tienen memoria, y no soportan la ingratitud, por eso ahora a estas que logramos recuperar les cuidamos mucho…” (agricultora de Ventaquemada, 2017).

De las tres especies, los cubios resultan ser los más comunes y numerosos. Se encontraron en todas las fincas bajo estudio (100%), seguidos por la ruba (85%) y finalmente la ibia (45%), cuya presencia se registró en todos los agroecosistemas de Turmequé y Ventaquemada y solo en dos de los ocho estudiados en Tibasosa. Lo anterior, parece ser común en el altiplano cundiboyascense, donde el cubio y la ruba sobresalen en cultivo y producción. Así lo corroboran los hallazgos de García et al., 2018 quienes para cuatro municipios del departamento de Cundimarca (Cogua, Sesquilé, Zipaquirá y Tenjo) reportan dos tipos lbias, cuatro morfotipos de rubas y cinco morfotipos de cubios. Por su parte Aguirre et al., (2012) en un estudio realizado en los municipios de Pesca, Iza, Tota, Aquitania, Mongua, Tibasosa, Cuítiva, Sogamoso y Gámeza en el

departamento de Boyacá reportaron que *T. tuberosum* fue la especie con mayor número de unidades productivas registradas (65; 58%), siendo la más cultivada seguida de *U. tuberosus* (40; 36%) y *O. tuberosa* (7; 6%), respectivamente.

Lo anterior hace pensar que en el altiplano cundiboyascense dentro del grupo de los tres tubérculos andinos existe una submarginación y olvido más marcado hacia la ibia (*Oxalis tuberosa*), debido entre otras condiciones, a la dificultad de mantener su semilla, ya que, en palabras de los mismos agricultores, es de los tres tubérculos la que mayor predisposición a daño por pudrición presenta durante el almacenamiento y la que menor preferencia tiene a la hora de consumirlo por niños y jóvenes. De igual manera dicen los agricultores que resulta poco apetecida en el mercado local y más aún en el mercado urbano. No obstante, el conocimiento sobre su uso alimentario y medicinal todavía prevalece en la zona al igual que el de los otros tubérculos, como se verá a continuación

4.4 Elementos culturales asociados al cultivo de tubérculos andinos en agroecosistemas tradicionales de los municipios de Tibasosa, Turmequé y Ventaquemada.

Desde la perspectiva agroecológica y en plena coincidencia con lo enunciado por Toledo y Barrera (2008), Paludossi et al., 2013; FAO (2018), la conservación de las especies subutilizadas (NUS), como en el caso de los tubérculos andinos, si bien guarda estrecha relación con las condiciones ecosistémicas de su entorno, ya sean aquellas relacionadas con el paisaje circundante o las características biofísicas de los agroecosistemas que los contienen, los aspectos de orden cultural, aunque juegan un rol determinante en su conservación, han sido escasamente explorados.

No obstante, como ya se advirtió, los niveles de análisis de la agroecología consideran importante la matriz cultural del agricultor, la cual dota de una praxis intelectual y política a su identidad local y a su red de relaciones sociales (Sevilla, 2000). Bajo ésta precisión, en palabras de Morales (2004), el campo cultivado, no se asume como un ente aislado, sino como la representación de la forma que tienen los campesinos de relacionar la naturaleza y su cultura, a través de unos mosaicos de vivencias polivalentes y multidimensionales en el cual la parte social y natural no tienen división.

Por lo anterior, en el marco de ésta investigación agroecológica resulta por demás importante determinar los elementos culturales coligados a estas especies, que han marcado los procesos productivos y adaptativos de los pobladores rurales de la zona de estudio, a diferentes contextos biofísicos y socioeconómicos que, en su mayoría les han sido adversos, como pudo constatarse a través de su historia. En este escenario, la presente investigación, hace una aproximación a las prácticas y tecnologías aplicadas para su cultivo; al sistema de conocimiento asociado a estas especies que se expresa en sus, valoraciones y creencias; las instituciones o reglas de juego que organizan su producción, y las distintas formas de intercambio de la cosecha, como parte sustancial de las estrategias de vida de las familias agricultoras que han diseñado y manejado éstos sistemas tradicionales de producción, no obstante la matriz homogénea de paisaje que les rodea (figura 4-37).

Figura 4-37. Cultivo de cubios (*Tropaelum tuberosum* R&P) entre plantas medicinales y hortalizas. Finca La Tomita, municipio de Tibasosa, Boyacá. 2017.



Fuente: Esta investigación.

4.4.1 Prácticas y tecnologías relacionadas con los tubérculos andinos.

De las especies cultivadas en los agroecosistemas bajo estudio, los tubérculos andinos son, en los tres municipios, aquellas cuyo manejo tiende más a la agroecología por estar orientados primordialmente al autoconsumo. De hecho, sus prácticas y usos denotan una tradición que ha permanecido con pocas modificaciones desde la época prehispánica (Pradilla, 2017 y Clavijo, 2018). Entre las prácticas de manejo de cultivo de éstas especies, resultan comunes para todas las fincas el uso de abonos orgánicos, semilla producida en sus propios predios, deshierbas y aporques manuales, entre otros (Ver tabla 4-20).

En los agroecosistemas visitados, se pudo advertir que la siembra de los tres tubérculos, suele realizarse con el inicio de las lluvias, generalmente entre marzo y abril. El tiempo de cosecha varía de acuerdo a su ciclo de vida. Por ejemplo, el ciclo de cultivo de *Ullucus tuberosus* y *Oxalis tuberosa* puede durar entre 7 a 9 meses. Mientras que *Tropaelum tuberosum* puede completar su ciclo entre 4 a 5 meses después de la siembra, lo cual le permite ser cultivado hasta en tres ocasiones durante un mismo año.

Como ya se anotó, por su siembra en sistema de policultivo, su adaptación a condiciones climáticas adversas y suelos de baja fertilidad, la incidencia de plagas y enfermedades son poco frecuentes. Sin embargo, los agricultores de la zona han identificado que en el cultivo de rubas se presentan ataques de babosas durante la etapa de tuberización. Las ibias por su parte en épocas secas, presentan ataques de trozadores y chizas¹¹. También se han identificado manchas en los tubérculos en momentos de poca humedad sin establecerse si hay algún agente causal de este síntoma o si se trata de una fisiopatía de la planta. Por su parte los cubios, no parecen presentar problemas sanitarios de importancia, posiblemente por la presencia de compuestos metabólicos (glucosinolatos) que al parecer los protegen del ataque de plagas y enfermedades (National Council Research, 1989).

Sin embargo, para el manejo de la babosa los agricultores mencionaron la práctica de un control manual, generalmente en horas de la mañana, o dependiendo del tamaño del

¹¹ Estado larval de coleópteros de la familia Melolonthidae.

área sembrada. Cuando no poseen mucho tiempo, la noche anterior colocan trampas en vasos con cerveza o agua-sal para que las babosas caigan en ellas. Si esta plaga sigue afectando los cultivos de manera poco controlada, recurren al uso de un plaguicida: el matababosa (un cebo granulado cuyo principio activo es un metaldehído).

De otra parte, para el caso del trozador (*Agrotis ipsilon*) que afecta particularmente a las hojas y tallos de éstos tubérculos, ayudándose de una regadera o fumigadora los agricultores dicen rosear las plantas con soluciones que se preparan en casa y que incluyen ingredientes que se consiguen en las mismas fincas tales como ají, ortiga o ajo y masa de maíz fermentada.

En las fincas Victoria, El Pastalito, Los Pinos, Buenavista, La tomita, El Boquerón y El Guamo, se realiza el manejo de plagas y enfermedades mediante el uso de plantas acompañantes que desempeñan un papel fundamental en servir de barreras a diversas plagas. Entre estas plantas se destacan la caléndula (*Calendula officinalis*), el ajenjo (*Artemisia absinthium*), el ajo (*Allium sativum*), la ruda (*Ruta graveolens*), entre otras. Es importante mencionar que cuando ibias, rubas y cubios se encuentran sembrados junto a un monocultivo como la papa, reciben directa o indirectamente soluciones que contienen un fungicida conocido como manzate, que se mezcla ya sea con leche o con una solución de agua con ají y se aplica con ayuda de la fumigadora. Esta práctica ocurre en menor medida, pues en pocos casos se les siembra entre cultivos extensos como se pudo evidenciar en el apartado anterior.

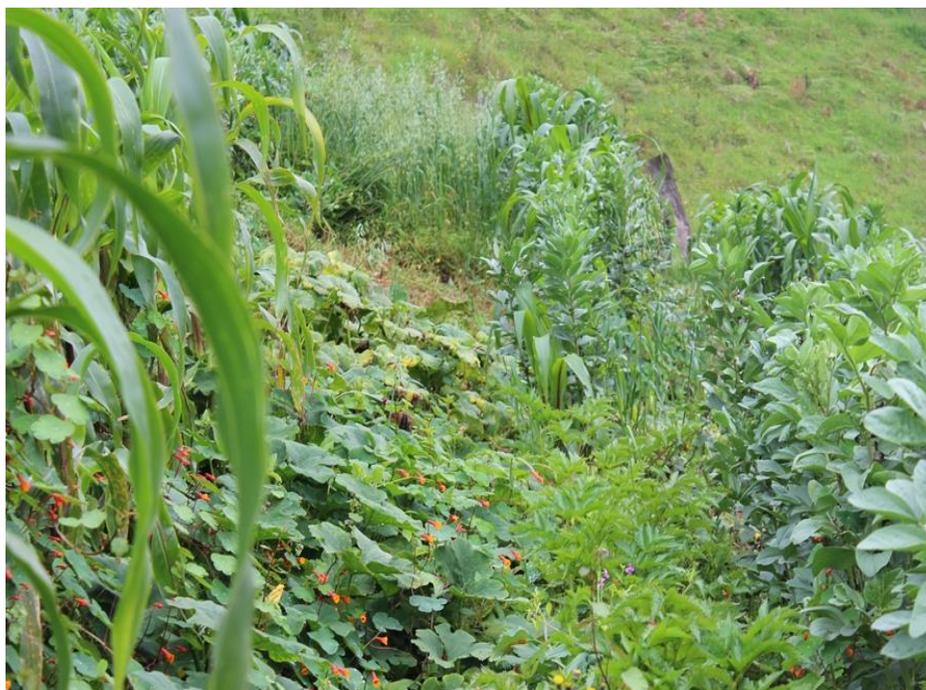
Tabla 4-20. Prácticas y tecnologías en el cultivo y manejo de tubérculos andinos en agroecosistemas tradicionales de los municipios de Turmequé; Tibasosa y Ventaquemada.

| PRÁCTICA | DESCRIPCIÓN |
|---------------------------------------|---|
| <p>Preparación del terreno</p> | <ul style="list-style-type: none"> — Se remueve la capa vegetal del suelo, se pica y voltea, todo con herramientas manuales o si es extensivo con ayuda de tracción animal. — Se hacen los surcos con azadón para establecer el cultivo. — En ocasiones, cuando están asociados con especies comerciales, el alistamiento del terreno es mecanizado (tractor) pero los surcos se realizan manualmente. — Después de arreglar el terreno algunos agricultores dejan reposar la tierra hasta por 15 días, otros por 2 a 3 días y luego siembran. |
| <p>Siembra</p> | <ul style="list-style-type: none"> — Las épocas de siembra están en relación con el inicio de la época de lluvias (finales de marzo e inicios de octubre). — Generalmente se establecen en compañía con la papa, el maíz, habas y arracacha ya sea en surcos intercalados o en policultivo (ver figura 4-38) — La siembra es en surcos y en algunos casos incluso al voleo cuando se siembran en la huerta. — Se usa semillas talladas (con brotes), 2-3 por hoyo dependiendo de su tamaño. A una distancia promedio de 40 a 45 cm entre planta y 60 cm entre surcos. — Se coloca un poco de abono orgánico en cada hoyo y se cubre con tierra. |
| <p>Labores Culturales</p> | <ul style="list-style-type: none"> — Deshierbas manuales al cumplirse un mes de la emergencia de las plantas. — Fertilizaciones orgánicas y en pocos casos se reportaron el uso de algún fertilizante químico, particularmente 15-15-15 o 13-26-6. — Se aporcan manualmente cuando la planta tenga entre 20 a 30 cm de altura y en ocasiones se realizan podas. — No es común hacer uso de insecticidas químicos, sin embargo, dos agricultores en Ventaquemada mencionaron que cuando sembraban monocultivo, dependiendo de la gravedad del ataque de trozador, aplicaban un insecticida y matababosa en el caso de la ruba. — Para el trozador en algunas fincas se aplican insecticidas naturales como se anotó arriba. — Generalmente no hay riego, las lluvias son la fuente de agua para las plantas. Por su rusticidad suelen tolerar períodos largos de sequía. |

| | |
|---|--|
| <p>Cosecha</p> | <ul style="list-style-type: none"> — Se conserva la práctica manual de la cosecha, generalmente con ayuda de las personas de la familia y con el uso de un azadón; hoz o cuchillo. — Se realiza cuando las plantas toman un color amarillo, la flor se ha marchitado y los tubérculos ya han engrosado. — Si es para la venta, se cosechan todas las plantas; mientras que para autoconsumo, regalo o intercambio con vecinos y familiares se hacen cosechas intercaladas hasta agotar la producción. |
| <p>Selección, Cuidado y almacenamiento de la semilla</p> | <ul style="list-style-type: none"> — Para la selección de la semilla se toman los tubérculos de tamaño medio-grande, se almacena en costales en lugares con poca luz y buen flujo de aire con el fin de evitar descomposición de la semilla y que a su vez promover que broten (tallar) para ser sembrada. — En algunos casos los agricultores dejan tubérculos en sus campos para que los “toyes” broten con el tiempo y produzcan nuevas plantas. |

Fuente: Esta investigación

Figura 4-38. Cubios en policultivo con papa nativa, cucurbitáceas, avena, maíz y habas. Finca El Pastalito, Ventaquemada, 2016.



Fuente: Esta investigación.

Si bien son poco dependientes de insumos de origen externo a la finca, los fertilizantes de síntesis química se utilizan en algunas ocasiones, aunque éstos sean complementados con abonos orgánicos, sobre todo en cubios y rubas, los dos tubérculos que en ocasiones suelen ser comercializados. Sin embargo, al respecto los entrevistados señalan que, a pesar de que estos cultivos no demandan una cantidad alta de insumos para su adecuado desarrollo, han notado que cuando se los siembra en un terreno con abono orgánico su rendimiento es más alto y su semilla resulta más saludable que cuando aplican “abono blanco”, es decir fertilizante sintético.

“(…) el abono orgánico hace que los tubérculos sean más sabrosos, estén más fuertes, aguanten mejor cuando no hay agua, además dura la semilla cuando se almacena, en cambio con el abono químico en seguida una cosecha ya se empiezan a dañar, o salen picados (...) cuando se cocina el sabor no es el mismo, enseguidita se siente ese amargo al final” (agricultura Tibasosa, 2017).

Como se hizo evidente, la mayoría de los agroecosistemas tienen un componente pecuario, así mujeres y hombres recolectan excremento proveniente de las diversas especies animales, ya sea de ganado bovino o lanar, de caballos, gallinas y conejos y en casos reducidos, consiguen esta materia comprándola a otros campesinos que poseen mayor cantidad de animales u obteniendo por ejemplo contenido ruminal de plantas de sacrificio. En el caso de aquellos que cuentan con esta materia orgánica en sus fincas, la recolectan y juntan manualmente con ayuda de rastrillos o palas y la depositan en baldes o costales. Posteriormente pasa a ser parte de otras preparaciones que implican la fermentación del estiércol, las cuales son usadas como abono orgánico. Hay que anotar, que otra razón que los agricultores aducen para el uso de abonos orgánicos en sus predios es el hecho que los suelos de la zona no son de buena calidad. Como se apreció en el capítulo anterior, su fertilidad es baja y su acidez alta, por cuanto las aplicaciones constantes de las abonaduras, les resulta imprescindibles para tener mejores cosechas y mejorar poco a poco la estructura de sus suelos.

“(…) yo me acuerdo que cuando aquí se sembraba papa, esto era un peladero después de cosechar. Ese suelo terminaba de color casi amarillo y seco y había que estarle echando más químico cada vez que se volvía a sembrar para que la papita tenga de que alimentarse. Ahora

después de unos años de echarle solo abono orgánico de ese que hacemos aquí, ya es otra cosa. Vea usted ese suelo más oscuroito, más sueltito y yo le siento hasta más húmedo, así acá fuera esté seco” (agricultora de Turmequé, 2017).

Adicionalmente, las familias agricultoras mantienen la creencia que los abonos orgánicos evitan la dispersión de malezas, plagas y otras enfermedades dentro del cultivo de tubérculos andinos. Dichas preparaciones pueden concentrar residuos orgánicos provenientes de otros cultivos de la finca y de aquellos que se originan posterior al autoconsumo. Esta materia orgánica también la usan de manera directa sobre los cultivos, acompañándola de fertilizantes minerales como la cal agrícola y las cenizas de la leña.

“(…) se prepara con estiércol de res o de conejo y con los residuos de la cocina y la huerta, entonces se le pone cal lomita y se le pone melaza y la melaza es la que hace que fermente, acá recogemos todos los residuos de la huerta y luego con eso hacemos el abono para sembrar” (Agricultora, Turmequé).

En cuanto a las prácticas de cosecha, hay que anotar que ésta se realiza con azadón para remover y volcar un poco el terreno, con la finalidad de colocar a los tubérculos sobre y a lo largo de todos los surcos. Una vez que éstos se encuentran así dispuestos, se recogen en un costal de fique o en una canastilla-para dirigirlos al autoconsumo y la venta-. Se anota además que, en algunos casos, los tubérculos suelen ser dejados en la tierra para que se sequen un poco al sol y luego se recogen al finalizar la jornada (figura 4-39).

Figura 4-39. Cosecha de cubios morados en Finca Victoria, Ventaquemada.



Fuente: Esta investigación

Aquí es preciso mencionar que algunos adultos mayores que fueron entrevistados, mencionan llevar a cabo una práctica de manejo tradicional, la cual consiste en dejar ciertos tubérculos sin recoger y volverlos a tapar, permitiendo que éstos tubérculos se conviertan en semilla y den inicio a otro ciclo vegetativo y con ello a otra cosecha. A estos tubérculos que no son cosechados, se les reconoce como “toy”; “toyes” o “toyas”¹².

Hay que destacar que la participación de todos los miembros de la familia en el manejo de estos cultivos es la constante. Generalmente las actividades suelen tener alta participación del jefe de hogar sobre todo en aquellas que demandan importante esfuerzo físico como el alistamiento del terreno con azadón, deshieras y aporques, aunque la mujer también tiene un papel importante tanto en el cuidado del cultivo como por ejemplo en la siembra, manejo y cosecha. Sobre ello, hay que anotar, que a la par de los procesos de reconversión hacia la agroecología en los sistemas productivos,

¹² Según Monsalve (2004) los “toyes” son “semillas que por descuido se quedaron dentro de la tierra después de haber cosechado una sementera y que vuelven a germinar por sí solas al tiempo de la siguiente siembra. Cualquier semilla que nace sin intervención humana” (pp.511)

varias mujeres han incrementado paulatinamente su participación activa en las distintas prácticas de cultivo, debido a diversos motivos: ya sea con la finalidad de establecer sus propias huertas, porque sus esposos tienen otras actividades productivas, por ser las únicas responsables de cultivar la tierra, o por simple gusto (Mendieta, 2019).

En las familias biparentales con hijos (13 de las 17 bajo estudio), los dos jefes de hogar, toman las decisiones de manera conjunta respecto al manejo de éstos cultivos en particular, mientras que la participación de los niños se restringe a los tiempos disponibles después de sus tareas escolares, fines de semana y días de fiesta. Esta distribución de responsabilidades obedece, como ya se vio, a que la mayor parte de las familias agricultoras visitadas basan sus ingresos económicos y la provisión de alimentos en productos agropecuarios de sus fincas y al ser pequeñas propiedades, donde generalmente los recursos económicos suelen escasear, el uso de mano de obra familiar suele ser casi obligatoria en todos los aspectos (Ploeg, 2014; Mendieta, 2019).

Esta dependencia entre familia-cultivos-alimentos-ingresos, hace que el relacionamiento con cada elemento de su entorno sea muy marcado, tanto así que como lo afirma Uzeda (1999), se generan “querencias” para cada uno de ellos, despertando esa sensibilidad hacia cada especie, hasta el punto de nombrarlas de manera particular, como lo es para el caso de los tres tubérculos andinos a los cuáles agricultores de Ventaquemada denominan por ejemplo “(...) *comidita agradecida*”, haciendo alusión a las varias cosechas que pueden hacer de una sola planta sin suministrarle mayores cuidados. Así, esta querencia o relacionamiento se orienta a la preocupación por el bienestar de cada componente del agroecosistema, de tal manera que su manejo y conservación suelen ser tareas primordiales para toda la familia (figura 4-40).

Figura 4-40. Familia de Don Marco Aurelio Farfán. Finca El Pastalito. Ventaquemada.



Fuente: Esta investigación

4.4.2 Usos, creencias y valoraciones asociadas a los tubérculos andinos.

Según Woodley (2006), la comprensión de la base epistemológica del conocimiento de los agricultores está ligado más al *Por qué*, que al *Cómo*. En este caso, acercarnos a las razones bajo las cuales las familias campesinas de los tres municipios, cultivan, así sea en pequeñas cantidades tubérculos andinos, corresponde a una primera aproximación al entendimiento de ese *Por qué*. En este sentido, se pudo determinar que la justificación para el cultivo y conservación de la ibia, el cubio y la ruba, se fundamenta en dos grandes pilares: La percepción de sus aportes alimenticios y la influencia de estos en la salud, dada las propiedades medicinales que les adjudican.

Sobre lo primero, en las 17 fincas se estima que el consumo de estas especies, constituye un importante aporte a su dieta, debido a que se producen en sus campos con

prácticas sostenibles. Gracias al contenido nutricional que reporta estas especies en cuanto a una alta concentración de carbohidratos, vitaminas A y C, hierro y zinc (Espin et al., 2004; Ugarte et al., 2005; Tapia y Fries, 2007; Barón, et al., 2011) los agricultores de los tres municipios, coinciden en que su consumo aumenta la energía física para contrarrestar trabajos de excesivo desgaste corporal. Incluso le atribuyen contenidos altos en vitaminas que traducen, según los testimonios dados, en efectos en la longevidad y buena salud de quienes las han consumido toda su vida. De hecho, los agricultores comparan los efectos negativos en la salud y el incremento de enfermedades a consecuencia de haber dejado de consumirlos durante el auge de la revolución verde. Al respecto mencionan:

“Este tipo de alimentos ayuda a tener más energía, ser más fuertes para el trabajo y aguantar las inclemencias del tiempo. Resistir las enfermedades. Muchos de los que nos hemos alimentado con esta comida, no sabemos que es una inyección, una pastilla, un hospital. Porque somos fuertes, criados con cosas nuestras”. (...) Pero ya ahorita hay gente que, con treinta, cuarenta años, ya se enferman o tienen algún mal porque no comen o no comieron en su niñez de estos productos. Los abuelitos, hasta ahora trabajan, caminan bien y eso puede ser por el tipo de alimento que consumían (agricultores de Ventaquemada y Turmequé).

Así en los tres municipios, platos con distintas combinaciones simbolizan la versatilidad en el consumo de los tubérculos andinos, como una expresión del arraigo que han tenido al interior de estas familias (Clavijo, et al 2012). Preparaciones que sobre todo las mujeres detallaron para este trabajo y entre las que sobresalen bebidas dulces, sopas y guisos, todas elaboradas en su mayoría, con productos cultivados en las fincas:

- Guisos con cebolla, tomate, cubio y/o ibias y/o rubas.
- Coladas dulces, chicha, masato y mermeladas sobre todo con cubios e ibias
- Se cocinan y se sirven como complementos de piquetes y sancochos
- Sopa de ibias y rubas, con piel de cerdo picado
- Ají de rubas (cebolla, cilantro, tomate, ají y calabaza)
- Ibias cocidas, combinadas con habas y arracacha.

- Los cubios picados en rodajas se usan para espesar sopas en general
- Rubas y cubios se incluyen en “cuchucos”¹³, cuando están en cosecha
- Sopa de mute con Ibias.
- Cocido boyascense un guiso de tomate y cebolla con arveja, habas, papas, rubas, cubios, mazorca, carnes de res, pollo y cerdo. En algunos casos se adiciona cuajada (ver figura 4-41).
- Ensaladas que incluyen rubas cocidas mezcladas con cebolla, tomate y cilantro

Sin embargo, las formas de preparar los tubérculos andinos pueden ser múltiples, ya que como una estrategia de subsistencia y propia de su rol reproductivo al cuidado de la familia y su alimentación, las mujeres agricultoras dicen idearse distintas formas de usar en sus fogones, no solo estos tubérculos, sino los diversos productos que se producen en sus predios. Así en ocasiones, dependiendo del tiempo de cosecha y lo que haya disponible en sus huertas, llevan a cabo guisos con cebolla, ajo y tomate donde adicionan mezclas de zuquinis, o ayumas (*Cucurbita máxima*) o hasta guatilas (*Sechium edule*) con cubios e ibias, a los cuáles les agregan cuajada o queso (también producidos en las fincas) en ausencia de carne o pollo. De igual manera, como una forma de optimizar su uso, algunas reportaron preparar las rubas tipo chips de papa, para frituras, así según ellas los niños sienten mayor predilección por su consumo.

Durante los últimos años en Turmequé y Ventaquemada, producto de un proyecto de investigación desarrollado en la zona por la Pontificia Universidad Javeriana en torno a los tres tubérculos andinos, varias innovaciones en sus formas de uso han sido incorporadas a las mesas campesina, sobre todo por su fácil preparación (Barón et al., 2011). De estas se destacan las tortas de ibias y las mermeladas de cubios, productos dulces que aprovechan las características organolépticas de ambas especies, que una vez cosechadas y extendidas al sol por varios días, toman un sabor dulce producto de la transformación de sus almidones en azúcares, lo cual las vuelve óptimas para el uso en este tipo de preparaciones.

¹³ Sopa espesa que lleva granos de cebada o trigo, con leguminosas como frijol, arveja y/o habas y papas.

De hecho, algunos agricultores de Ventaquemada y Tibasosa recordaban que sus abuelos y padres endulzaban las ibias y los cubios en los solares y patios de sus viviendas para luego cocinarlos y consumirlos mezclados con leche en el desayuno o en las cenas. Sin embargo, hoy, esta práctica es poco común.

Figura 4-41. Cocido boyacense preparado con tubérculos andinos.



Fuente. Esta investigación.

Hay que destacar que entre la diversidad de morfotipos enunciados para cada especie, a la hora de preparar los alimentos existen preferencias entre ellos. Así, en el caso de los cubios, de los nueve morfotipos identificados en las fincas de los tres municipios, los agricultores prefieren en su orden, los de color amarillo, de color púrpura, morado, blancos y luego los demás (jaspeados y rayados en distintas combinaciones). Para las rubas, los agricultores adujeron no tener mayor preferencia, pues consumen con el mismo gusto cualquiera de ellas. No obstante, mencionaron con mayor frecuencia las de color rojo y blanco. En el caso de las ibias la roja es la preferida, aunque igualmente la mayoría de los agricultores dicen no hacer ningún tipo de distinción al momento de incluirlas en sus platos.

Además de las distintas formas de consumo, entre las familias campesinas, existen creencias asociadas a las propiedades medicinales de las tres especies, que por años han sido utilizadas como elementos curativos o preventivos para enfermedades renales, circulatorias y digestivas. Los cubios y las rubas se mencionan con mayor frecuencia y se

usan en distintas formas. Se conserva la tradición de ingerirse mediante infusiones, emplastos, cocidas sin sal o incluso crudas, especialmente en ayunas. Al respecto, la tabla 4-21, detalla las propiedades medicinales adjudicadas a cada especie.

Tabla 4-21. Propiedades medicinales adjudicadas a los tres tubérculos andinos, por las familias agricultoras de los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa.

| CUBIOS <i>(Tropaelum tuberosum R&P)</i> | IBIAS <i>(Oxalis Tuberosa, M)</i> | RUBAS <i>(Ullucus tuberosus, C)</i> |
|---|---|---|
| Laxante | Digestivo | Digestivo |
| Diurético | Diurético | Diurético |
| Analgésico | Antioxidante | Analgésico |
| Antiinflamatorio | Antiinflamatorio | Cicatrizante |
| Adelgazante | | Purgante |
| Depurativo | | Antiácido |

Fuente. Esta investigación

Estas propiedades medicinales son particulares para distintos órganos del cuerpo y sus respectivas afecciones. A continuación, se detallan las creencias y uso terapéuticos más comunes para cada tubérculo.

- **Cubio:** desinflama la próstata; limpia los riñones y el hígado; la toma de infusiones ayuda a disminuir la presión arterial, purifica la sangre y disminuye los niveles de colesterol y ayudan a combatir el dolor causado por problemas renales en la cintura. El consumo de los morfotipos de color oscuro, pueden ayudar a adelgazar, siempre y cuando se consuman cocidos sin adición de sal.

“(…) se toman 3 cubios pequeños, se licuan, se consumen en ayunas, tipo 4 de la mañana y se espera hasta las 4 de la tarde para una segunda toma. Así, saca los cálculos del hígado, de los riñones y hace una limpieza al hígado y a todo el organismo” (agricultor de Turmequé).

- **Rubas:** su consumo debido al mucílago que poseen, facilita el proceso digestivo y ayuda a mejorar problemas asociados a acidez por gastritis. Se utilizan para combatir las amebas, así como en emplastos para combatir distintas afecciones

en la piel, como cortaduras o quemaduras. Su poder analgésico ha sido probado según los testimonios de agricultores en dolencias causadas por artritis y ayuda a tolerar los dolores de parto, cuando éstas se han consumido de manera ininterrumpida, por lo menos quince días antes de la fecha. La facilidad de expulsión de la placenta, también se le atribuye al consumo tanto del tubérculo como del agua de cocción de estas especies. Igual que los cubios, el beber el agua donde fueron hervidas, sobre todo las de colores rojo o púrpura ayudan a limpiar riñones, hígado e incluso dicen, pulmones con flema y ayuda a controlar la presión arterial elevada.

“(...) Para la artritis, poner hojas de ruba en un recipiente con agua. calentar a una temperatura media hasta que de hervor. Una vez esté totalmente caliente, sacar las hojas y armar cataplasmas que luego serán colocados sobre las articulaciones afectadas” (agricultora Turmequé)

- **Ibias:** su consumo terapéutico puede ser similar al del cubio y la ruba, es decir tomas a primera hora del mañana del agua donde fueron cocidas el día anterior, dejando que ésta repose en horas de la noche o también se sugiere el consumo del tubérculo cocido igualmente sin sal. Algunas mujeres dicen que pueden ayudar a mejorar los quistes ováricos e incluso incidir en problemas de infertilidad.

“(...) para problemas de riñones y de fertilidad en mujeres poner a hervir las ibias rojas, sin sal. Esa agua hervida se deja al sereno y luego se pone en la refrigeradora, se toma en ayunas por nueve días seguidos. Descansa una semana y vuelve otra vez otro novenario” (Agricultora Tibasosa)

Adicionalmente se anota que, entre los agricultores se presume incluso, que el consumo de estos tubérculos puede llegar a prevenir y hasta tratar enfermedades degenerativas como el cáncer.

Al parecer tales creencias y valoraciones en torno a las propiedades medicinales de los tres tubérculos andinos son comunes para muchas comunidades campesinas e indígenas de los Andes. Así lo reportó Cubillos (2017) en un estudio sobre tubérculos

andinos, realizado con pobladores de los municipios de Pasto, Tangua y Gualmatán en el departamento de Nariño; de igual forma Clavijo y Pérez (2014), detallaron los usos terapéuticos adjudicados para estas especies por parte de comunidades indígenas de la comunidad de las Huaconas en la provincia de Chimborazo en Ecuador, mientras que, Aruquipa et al., (2017) hicieron lo propio inventariando las propiedades medicinales y las creencias asociadas a estas especies por parte de comunidades indígenas del municipio de Mocomoco en Bolivia.

De manera paralela algunos estudios han validado estas propiedades a través de investigaciones llevadas a cabo en laboratorio. Así Aire et al., 2013, corroboró mediante una investigación con ratones, que efectivamente los cubios tienen propiedades antiinflamatorias y por lo tanto incidencia directa en el tratamiento de la hiperplasia de células benignas de la próstata. También Schreckinger (2016), adjudica en su investigación propiedades antiinflamatorias al cubio, al igual que Zapata et al., (2019) quienes identificaron compuestos bioactivos en morfotipos púrpuras y negros de cubios, responsables de tales efectos. Por su parte, Campos et al., 2006; Chirinos et al., 2007 y Chirinos et al., 2008, exploraron y corroboraron para los tres tubérculos andinos, sus capacidades antioxidantes y antibióticas, con resultados interesantes que avalan el potencial medicinal y terapéutico de estas especies, muy posiblemente en el tratamiento de enfermedades degenerativas. Por su parte Arquimedes et al., 2016 llevaron a cabo un estudio en el que comprobaron el efecto diurético que tiene un flavonoide activo de *Tropaelum tuberosum* y un estudio reciente de Heil et al., 2017 determinaron que el muscilago de las *Ullucus tuberosus*, es un potencial candidato para apoyar la regeneración de tejidos, sin producir cicatrices.

Hay que anotar que desde la época precolombina estas creencias y valoraciones en torno a los tres tubérculos andinos ya se hicieron evidentes, al punto que el padre Bernabé Cobo refirió en el *Vademecum* Jesuita de plantas medicinales del Perú del siglo XVII los siguientes usos terapéuticos, muy similares a los recopilados con las familias campesinas en esta investigación.

- Del cubio anota: “(...) *la raíz reprime el apetito venéreo, según dicen los indios. El cocimiento de estas raíces tomado en ayunas con azúcar quita la tos. Hecho cocimiento con las raíces de perejil y bebido en ayunas con zumo de lima, quiebra la piedra de riñones y vejiga*”.

- Sobre las ibias destaca que “(...) *las hojas y ramas de esta planta cocidas y comidas en tiempo de peste o de tabardillos preservan de todo contagio; su zumo aprovecha contra toda inflamación y contra el incendio o intemperie de la gota. Contra la sordera, echando algunas gotas al oído. El cocimiento de estas hojas con azúcar o hecho jarabe y tomado en ayunas templá la cólera y sangre. Es contra el incendio o ardor demasiado de la orina. Contra las calenturas ardientes y continuas. Contra la inflamación de la garganta y contra el dolor de estómago que procede de causa cálida*”.

- En cuanto a las rubas cita: “(...) *bebiendo una buena porción del cocimiento de estas raíces junto con la muña facilita el parto y expulsión de placenta. El mismo efecto dicen los indios comidas solas en buena cantidad. Hecho lamedor del cocimiento de estas raíces con el azúcar necesario y dado a menudo a los heridos penetrantes les hace que con facilidad escupan la sangre extravendada en el pecho. Cocidas estas raíces con romero y bebida su agua quita el dolor de estómago*”.

Los agricultores entrevistados aducen que estas ventajas atribuidas a los tubérculos andinos en tanto sus propiedades medicinales y alimenticias, son efectivas por la forma en la cual estos son cultivados, es decir sin el uso de agroquímicos, en sistemas de policultivo y con abonaduras orgánicas. Según algunos adultos mayores entrevistados sugirieron que elaborar alguna de los preparados terapéuticos con tubérculos comprados en el mercado o en tiendas de líchigo, no tienen el mismo efecto que aquellas que son preparadas con los productos de sus predios.

“(...) es igualito que con la comida, cuando usted cosecha y de una vez manda a la olla, el sabor es diferente que cuando compra en el mercado, eso que le venden en la plaza, de cuando también será que lo tienen almacenado, así el cubio, la ruba o esta ibia, pierden el sabor. Entonces lo mismo pasa cuando usted prepara el remedio, recién cogidito de la tierra es más efectivo y mucho mejor si no le han echado químicos” (Agricultor Turmequé).

Así, con base en lo anterior puede deducirse que la prevalencia de los tubérculos andinos en los agroecosistemas tradicionales tiene como base fundamental las creencias y valoraciones adjudicadas a ellos, las mismas que han perpetuado su uso a través de los años, generando así la necesidad de mantenerlos en sus predios con fines alimentarios y medicinales. En palabras de Espinosa et al., (1997) al referirse a las causas de conservación de Raíces y Tubérculos Andinos (RTA's) en Ecuador adujo: "solo se conserva lo que se usa". Así, mientras se les reconozca su utilidad y exista memoria sobre ellas, la probabilidad de su conservación es alentadora, ya que como se muestra a continuación, tal valoración y reconocimiento ha propiciado también distintos procesos de intercambio que al parecer también contribuyen a su mantenimiento al interior de los agroecosistemas tradicionales.

4.4.3 Procesos de intercambio monetario y no monetario del cubio, la ibia y la ruba en Tibasosa, Turmequé y Ventaquemada.

Respecto a las dinámicas de intercambio de estas especies según lo manifestado por las familias agricultoras en los tres municipios, se lograron identificar dos, que son similares para todos los productos del agroecosistema tradicional: **i)** el intercambio no monetario que según los agricultores siempre se ha hecho y es un factor que está ligado a las conexiones sociales de parentesco y amistad de las personas que han cultivado estas especies durante toda su vida; y **ii)** la comercialización en la plaza de mercado local, a vecinos y en algunos casos a restaurantes.

La primera de ellas, el intercambio no monetario, se realiza por voluntad propia de los agricultores a quienes les gusta compartir su producción con vecinos y familiares, como una costumbre arraigada que caracteriza la reciprocidad campesina. De hecho, una de las modalidades más utilizadas son los trueques o cambios por otros productos, para la alimentación de las familias o para disponer de esos tubérculos para semilla. Adicionalmente, los agricultores aprovechan estos encuentros para intercambiar conocimiento sobre prácticas y usos en torno a las variedades que cada uno de ellos mantiene dentro de su finca.

"Yo siempre comparto, a mi mamá, mis hermanos y mis vecinos, con esta comida no hay que ser egoístas" (agricultora de Ventaquemada, 2016).

Sobre este punto hay que anotar que, si bien el intercambio de semillas es una práctica muy arraigada en las culturas campesinas e indígenas de los Andes, en las zonas de estudio esta actividad recobró fuerza con los procesos de reconversión de los agroecosistemas estudiados, hacia la agroecología. El interés por incrementar la diversidad cultivada, llevó a la mayoría de las familias a involucrarse más en esta práctica y estar pendiente de la producción y cultivo de sus vecinos y familiares a quienes acudían para pedir este material.

Al momento de las entrevistas, esta práctica ocurría la mayoría de las veces de manera informal, partiendo por supuesto de un interés auténtico por obtener la semilla. Esto suele ocurrir entre familias del mismo sector, ya sean vecinos o familiares. En algunos casos, ocurre entre campesinos de distintas veredas, incluso en ciertas ocasiones con aquellos provenientes de otros municipios o hasta de distintos departamentos.

En el caso en que las familias viven en el mismo sector, el intercambio ocurre dentro de los predios, ya sea por una visita específica para este fin o aprovechando la presencia del vecino por cualquier otra razón. Entonces una pregunta sobre lo que se tiene sembrado o la semilla que está recién cosechada, lleva a que este tipo de intercambios o regalos se lleven a cabo. Por su parte, con aquellos agricultores que no son vecinos ni familiares, el intercambio suele ocurrir en el marco de ferias y mercados que los agricultores u otros grupos de campesinos han llevado a cabo, ya sea apoyados por entidades gubernamentales y/o educativas.

“(...) el intercambio se ha hecho a partir de algunas oportunidades que se nos han abierto de ir a ferias campesinas, de conocer otros sitios, pues nosotros llevamos nuestra semilla y si vemos que hay una semilla buena que sirve para nuestra altura a nivel del mar y que la podemos sembrar acá, pues la sembramos”
(agricultora, Ventaquemada).

El intercambio por morfotipos poco conocidos, identificados por colores y formas distintas, últimamente ha llamado mucho la atención de los agricultores, sobre todo por el interés de incrementar la diversidad intra-específica de estas especies, las cuales en un momento de su historia productiva se perdieron y hoy desean recuperar (ver figura 4-42). Así por ejemplo, en el municipio de Ventaquemada, se han establecido reglas de juego, para el intercambio de semillas, en la cuales el agricultor que recibe un nuevo morfotipo

por parte de algún vecino o familiar, se compromete en devolver al donante la misma cantidad de semilla, producto de la primera cosecha que tenga en su predio. Esta práctica incluso ha traspasado los límites del municipio, pues dado el interés que estos cultivos han suscitado muchos agricultores, entidades de investigación y educación acuden a la zona en busca de semilla, con el compromiso de ser devuelta, indistintamente del sitio donde se la cultive. A esta modalidad los agricultores de la vereda Supatá en Ventaquemada le han denominado “las semillas que caminan”.

Figura 4-42. Semillas de cubios de distintos colores de finca El Pastalito, Ventaquemada.



Fuente: Esta investigación.

De otra parte, en Tibasosa y Turmequé, el intercambio de semillas suele darse de forma ocasional y más tradicional. Aquí los agricultores no suelen contar con la semilla de manera permanente en sus agroecosistemas, por lo que no suelen intercambiar cantidades precisas. En algunas oportunidades incluso canjean pocos tubérculos por morfotipo, por ejemplo, diez semillas y en otras, hasta una libra de uno o varios morfotipos, dependiendo de la cantidad que tuvieran como excedente de la cosecha.

(...) pues por lo menos si alguien no tiene rubas se le consiguen unas dos semillitas y luego esa persona nos las cambia por unos cubios o unas ibias si tiene y si no tiene pues

entonces dejamos que después nos traiga unas semillitas de las que saque de la cosecha (Agricultora Turmequé).

Sin embargo, el intercambio no monetario que ocurre en los agroecosistemas tradicionales no solo es por tubérculos andinos, dada la diversidad cultivada de especies alimenticias. Los agricultores aprovechan estos espacios para, mediante esta práctica, obtener productos que en ese momento no tienen en sus fincas, pero requieren para su alimentación:

(...) yo a veces tengo aquí hartas ibias y así, y entonces digo “yo que hago con esas ibias” ya sea un cuarto o media arroba, entonces voy y les comunico a las otras vecinas “¿Ustedes quieren ibias?” y me dicen “¡Sí!, listo tráigame” y yo voy les llevo y ellas me preguntan “¿Usted tiene tomates de guiso? ¿Usted tiene tomates pal Jugo? Y yo digo no y entonces ellas me dicen “tome lleve unos” y así...” (agricultora de turmequé).

Precisamente por la valoración alimentaria, medicinal y social que los agricultores les han conferido a los tres tubérculos andinos, solo ocho (8) de las diecisiete (17) familias participantes, les adjudican un valor comercial para su expendio en la plaza de mercado local. Sobre este particular, todos los agricultores coinciden en que estas especies no suelen tener salida en el mercado convencional, sobre todo en las zonas urbanas y por esta razón la mayoría de ellas son destinadas para autoconsumo y trueque. De hecho, los tubérculos que se venden suelen ser los de tamaño más grande y de morfotipos más conocidos, dejando aquellos como los jaspeados, rayados y de colores oscuros para su uso personal. Por ejemplo, de los cubios los morfotipos de venta en el mercado local son los de color amarillo y blanco, a veces los morados que la gente compra con fines medicinales; de las rubas, sobresalen las de color rojo y en pocas ocasiones las de color blanco. De las ibias tienen mayor salida las de color rosado y las blancas. Sin embargo, hay que anotar que de los tres tubérculos éstas últimas suelen ser las menos apetecidas en los mercados, dejando su venta solo a aquellos consumidores que las piden por encargo.

Los supermercados y restaurantes de los cascos urbanos de los municipios son en algunas ocasiones los receptores de la oferta de tubérculos andinos que se producen en los diferentes agroecosistemas de la zona. De hecho, algunos agricultores han decidido comercializar sus tubérculos con este tipo de negocios ya que, según ellos, pagan mejor. De las tres especies, dicen los campesinos, la ruba es la más comercializada ya que tiene una buena demanda del mercado local. Incluso, uno de los agricultores declaró vender la ruba lavada y empacada en bolsas plásticas de kilo, cada bolsa a tres mil pesos (\$3.000) (figura 4-43).

Figura 4-43. Rubas y cubios empacados para la venta en plaza de mercado Turmequé.



Fuente: Esta investigación

Algunos de los datos encontrados durante las entrevistas relatan que los agricultores prefieren vender los tubérculos en empaque de pequeñas cantidades (1libra, 1 kilo) ya que de esta manera pueden tener mayor beneficio económico que si vendieran en grandes cantidades. Así, este tipo de intercambio también motiva a los agricultores a seguir cultivando estas especies ya que algunos tienen sus clientes fijos que incluso les hacen encargos desde Bogotá, como es el caso de dos agricultores en Ventaquemada.

“(...) Por ejemplo yo nunca he pisado una plaza de mercado, ni estoy rogando que me compren, acá llega la gente porque han escuchado

que yo siembro limpio y sin químico y tengo todas esas variedades que son nativas. Si una señora de Bogotá que dice que me conoció una vez en ese evento que organizó la Vereda, cada quince días me llama y me dice: “Don Marcos voy para allá mañana, alísteme un mercado con lo que tenga”, y eso hago. Le pongo lo que haya en la finca, hasta huevos, moras, los cubios, las rubas, aromáticas, ya le digo lo que haya de cosecha y así no me falta la comida gracias a mi Dios y a mi trabajo”.

En cuanto a su valor de venta, éste suele fluctuante y como todo producto, depende de la demanda. Así, lo reportó un agricultor de Turmequé

“(…) hoy en día un kilo de rubas puede estar costando entre 3.000 y 4.000 pesos en los mercados locales” mientras que “el kilo de cubios hay veces que se vende 1000 pesos el kilo y por una carga (2 sacos de 45 Kilos) a veces le pagan a uno entre 45.000 y 50.000 pesos”.

Aunque suele ocurrir que, en ocasiones, como el año 2017, hubo mucha producción de cubios en Turmequé y la carga se vendió hasta por cinco mil pesos, un tema que desmotivó a los agricultores que lo sembraron con fines comerciales. De igual forma, el mismo productor también anota que la carga de ibias que es la más escasa suele venderse entre dos mil y dos mil quinientos pesos el kilo (\$2.000 y \$2.500 pesos).

Así, de acuerdo con los datos obtenidos en las entrevistas hechas a los agricultores (7) que comercializan estas especies en las tres localidades, se pudo constatar que el precio de los cubios suele oscilar de \$20.000 a \$35.000 pesos por saco de 45 kilos; o \$5.000 y \$10.000 pesos por arroba, teniendo el valor más bajo en Tibasosa y el más alto en Ventaquemada. Las rubas por su parte se venden a \$70.000 pesos el bulto y \$20.000 pesos la arroba en Tibasosa, mientras que en Ventaquemada y Turmequé el bulto de rubas bien podría llegar a costar hasta \$150.000 pesos, mientras la arroba \$40.000 pesos. Por su parte, el valor de las ibias fluctúa entre \$150.000 y \$100.000 pesos el bulto y entre \$40.000 y \$25.000 la arroba, presentando el precio más alto en Tibasosa y el más bajo en los otros dos municipios.

Hay que destacar, que en esta investigación se pudo constatar que, en comparación con los precios ofertados por lo vendedores en las plazas de mercado, el precio de los tres tubérculos es mayor, incluso el doble, cuando los agricultores los venden directamente

en sus fincas. Ellos aducen que esto obedece a sus prácticas de manejo y a la garantía que el comprador no está adquiriendo un producto fumigado o fertilizado con agroquímico. Así, por ejemplo, mientras en la plaza de mercado de Turmequé la libra de rubas tenía un costo para el comprador \$1.500 pesos, uno de los agricultores la vende en su predio a \$3.000 pesos. Sin embargo, como ya se anotó, esta forma de intercambio no suele ser la más común, pero sí se destaca que cuando se realiza, genera un ingreso extra que las familias campesinas valoran considerablemente.

Adicionalmente escenarios como mercados y ferias campesinas que se organizan en las tres localidades, también son espacios en los cuales los agricultores aprovechan para ofertar su producción. Ya sea como parte de eventos ocasionales por las fiestas patronales de sus veredas o municipios, o mediante ferias campesinas instauradas mensualmente. Este último caso, ocurre en el municipio de Tibasosa, el único de los tres municipios que no posee una plaza de mercado. Aquí los agricultores cuentan con el apoyo de la alcaldía y haciendo uso de carpas ubicadas en el parque central, ofertan el primer domingo de cada mes, la producción de sus fincas. Si bien, los campesinos aducen que la afluencia de gente no es la esperada, los turistas que provienen de Bogotá, Tunja o municipios cercanos como Duitama o Sogamoso, suelen comprar estos productos, llevados por la nostalgia de sus abuelos o las costumbres de sus padres. Es en esas ocasiones, los campesinos dicen, aprovechar para decirles cómo usarlos, ya que la pregunta constante de los compradores ciudadanos suele ser: “Y estos productos, ¿cómo se preparan?”.

De igual manera, se anota como espacios ocasionales de exhibición y comercialización, aquellos eventos promovidos por universidades, ONG´s o gobiernos locales. Tal es el caso de los mercados que impulsa la seccional de Agrosolidaria en Tibasosa, una organización campesina, sin fines de lucro cuya base productiva es la agroecología y promueve acercar el productor al consumidor, en el marco de un modelo de economía solidaria. En este espacio, tres de las familias participantes en este estudio dicen participar con la oferta de sus productos. De igual manera la Fundación Universitaria Juan de Castellanos, con sede en Tunja, promueve eventos en los que agricultores de la región pueden exhibir, intercambiar y comercializar sus productos, aquí los agricultores de Turmequé y Ventaquemada, son quienes han aprovechado este espacio, para poder establecer contactos comerciales y promover sus sistemas productivos (ver figura 4-44).

De igual forma, la secretaría de agricultura en el municipio de Turmequé, ha impulsado cada tres meses el desarrollo de mercados campesinos, donde agricultores de la zona aprovechan no solo para exponer y vender su producción en fresco, sino también sus preparaciones tradicionales como el cocido boyacense y productos más elaborados como tortas, encurtidos y mermeladas a base de estos cultivos.

Figura 4-44. Agricultores de las fincas El Pastalito y Victoria, participando en el mercado agroecológico de la Fundación Universitaria Juan de Castellanos. Tunja, junio 2017.



Fuente: Luz Marina Peralta, Finca Victoria.

Sin embargo, a pesar de lo enunciado, cabe anotar que, comparado con la venta de otros productos locales como la papa, frijón y algunos frutales, estas especies ocupan un lugar casi marginal en los procesos de comercialización. De hecho, al hacer una búsqueda en las estadísticas nacional del DANE, no hay reporte sobre su producción. La mayoría de los datos recopilados sobre el tema provienen de investigaciones localizadas como las efectuadas en esta investigación y las adelantadas por Clavijo et al., 2014; Aguirre et al., 2017 y García et al., 2018. La razón principal para su escaso protagonismo obedece como ya se anunció en el planteamiento del problema, entre otros aspectos al limitado

consumo de cultivos nativos por parte de las nuevas generaciones, no solo en los centros urbanos, sino también en las zonas rurales.

Los cambios de hábitos alimenticios, producto de la introducción acelerada de alimentos procesados y ultraprocesados, así como la aparición de lugares de expendio de comida rápida, generalmente ubicados en torno a la plaza central de los municipios, identificados ahora como sitios propicios para socializar, ha generado un rechazo casi generalizado por productos cuya preparación puede resultar dispendiosa, su sabor no tan agradable y también con bajo estatus social ya que son alimentos de consumo doméstico. De hecho, algunos de los jóvenes y niños en las familias campesinas entrevistadas, incluso relacionan el consumo de cubios con episodios de maltrato, ya que consideran comerlos como un castigo por parte de los padres, quienes los obligan a consumirlos (Mendieta, 2019).

También se destaca que, de manera contradictoria, aquellas características organolépticas que hacen que se les adjudique a estas especies propiedades medicinales, son las mismas que los jóvenes hoy consideran el pretexto para su rechazo. Por ejemplo, no consumen rubas debido a la viscosidad de su mucilago, sobre todo en preparaciones como ensaladas, por ser “babosas”. Del cubio dicen que su sabor amargo debido a los glucosinalatos que poseen, es el mayor pretexto para no comerlos. Así mismo, algunos de los jóvenes catalogan a estos cultivos como comida de “viejos” pues identifican en sus abuelos el gusto por su consumo. De igual manera la introducción de pasta y arroz en las dietas familiares, ha suplantado para las nuevas generaciones la presencia de tubérculos andinos en sus platos como fuente principal de carbohidratos (Clavijo et al., 2014; Medienta, 2019).

De tal manera, se podría determinar que la prevalencia de adultos y adultos mayores en las tres zonas de estudio, podría influir en la persistencia de tubérculos andinos y otras especies nativas, y junto con estas, varias de sus prácticas tradicionales de uso y cultivo. Precisamente, son los abuelos, padres y madres de las actuales generaciones quienes valoran, reconocen y recuerdan su diversidad, sus usos, sabores y formas de manejo. Esto ratifica la postura de Tapia (2002, p. 79) al afirmar que “es común que los miembros más viejos de una comunidad posean conocimientos mejores y más detallados que los jóvenes”; según el autor, los jóvenes están imbuidos de la cultura moderna alienante, por

cuanto este tipo de conocimientos se va perdiendo cada vez con más rapidez. Así lo señala una agricultora de Ventaquemada:

“(...) los jóvenes de hoy en día no echan azadón, por eso es que se está terminando todo, al menos si se van a la ciudad se les olvida esta comida. Por eso, son los mismos ancianos que siembran estos cultivos, solo para comer” (agricultor Ventaquemada).

Sin embargo, lo anterior no es la generalidad, también existen testimonios de niños y jóvenes que aseguran tener gusto por el consumo de estos productos, sobre todo en preparaciones más elaboradas como el cocido boyacense o en platos dulces como coladas, mermeladas o tortas. Las bebidas como chicha y masatos también son para algunos jóvenes, formas novedosas de consumo que, según ellos vale la pena preservar y aprender a elaborar.

“(...) a mi si me gusta esa comida, mi mami siempre prepara por ejemplo sudados (guisos) con cubios y les pone cuajada encima (requesón), así queda rico” (niña 9 años, Tibasosa)

“(...) antes no me gustaba, pero ahora mi mamá y mi abuelita hacen una especie de tortas y hasta mermeladas que uno ni cuenta se da que está comiéndose cubios” (niño 12 años, Turmequé).

“Yo no sabía que se podía hacer chicha de esas ibias por ejemplo. Aquí don Marco me hizo probar y también ya aprendí a hacer. Sale mejor que una gaseosa y si se deja fermentar es hasta mejor que una cerveza” (joven 22 años, Ventaquemada)

4.4.4 Los procesos de organización local en torno a los agroecosistemas tradicionales y los tubérculos andinos.

Como se ha descrito, los agroecosistemas tradicionales que conservan tubérculos andinos, en los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa, han atravesado por una serie de eventos que los han llevado a generar procesos de reconversión productiva hacia prácticas agroecológicas, en pro de solventar la sostenibilidad de sus predios y responder de manera efectiva a su necesidad más inmediata: la alimentación familiar. Así a través de los años, han rediseñado sus sistemas productivos hasta el punto de manifestar que para varios de ellos ya no habrá retorno hacia una agricultura con enfoque de revolución verde, a pesar de las dificultades ecológicas, económicas y políticas que puedan suscitarse.

Esta posición que se ve respaldada no solo por vivencias individuales y familiares que ya se han anotado, en los tres municipios, han dado origen a una serie de procesos sociales que han resultado en organizaciones de base comunitaria, procesos de gestión y relacionamiento con gobiernos locales y entidades del estado, así como la creación de redes con otras organizaciones campesinas pares y la vinculación a procesos de investigación con universidades y otros actores. Lo anterior refleja la puesta en práctica de interacciones comunitarias que corresponden a formas de acción política de pequeña escala, estrategias de relacionamiento entre diversos actores sociales que exhortan vínculos formales e informales entre individuos y grupos, redes de intermediación que tienen como finalidad alcanzar beneficios y suplir necesidades socioeconómicas específicas.

Este entramado, aparentemente invisible en la mayoría de estudios sobre tubérculos andinos, ha gestado estrategias de acción colectiva en torno a una problemática real y sentida por la comunidad: conservar sus especies nativas y mejorar su producción agroecológica. Lo anterior, como se verá más adelante, ha generado en la zona procesos de liderazgo, cooperación, confianza y gestión propositivas a la par de relaciones conflictivas que según los agricultores se fundamentan en una falta de apoyo por parte de las principales entidades del estado.

Bajo esta condición, los resultados obtenidos de los tres talleres realizados en octubre del año 2017 con agricultores de los tres municipios, evidenciaron que el relacionamiento con otros actores en los territorios se ha vuelto indispensable, primando la autogestión,

así como la capacidad de decisión y acción comunitaria en torno a la conservación de tubérculos andinos, la misma que ha escalado desde lo local, hasta el ámbito nacional, en el marco de un proceso de transición que requiere de apoyo constante.

-En el municipio de Tibasosa, además de la comunidad en general como eje central, los agricultores identificaron un primer grupo de relaciones a nivel local en el cuál, la Asociación Semillas y en segunda medida Agrosolidaria, se consideran como organizaciones núcleo a las cuales pertenecen la mayoría de los agricultores participantes en este estudio. Ambas son organizaciones sin fines de lucro, creadas desde bases comunitarias con el fin de promover procesos de desarrollo local y sostenible. La primera de ellas se gestó en 1992, buscando aportar a la mejora de las precarias condiciones del sector rural del municipio, la falta de liderazgo democrático en sus comunidades y la ausencia de alternativas para el desarrollo integral de las nuevas generaciones. Años después, como parte de este proceso surgió Agrosolidaria, un proceso auto-gestionado de organización comunitaria, orientado a construir comunidad desde los lineamientos de la economía solidaria, mediante los renglones agroalimentario, artesanal y de turismo rural. Así, la dimensión comunitaria de solidaridad, como formas múltiples de ayuda mutua (Morales, 2004), resulta en este caso, un elemento central de la característica de las organizaciones de base en este municipio

Los ocho agricultores que forman parte de esta investigación en el municipio de Tibasosa, participaron cuando jóvenes en las iniciativas de la Asociación Semillas, y más tarde cuatro de ellos formaron parte de Agrosolidaria mediante su participación activa en los mercados solidarios que se organizan quincenalmente, en los cuales hoy en día ya convertidos en padres y hasta en abuelos, expenden todos los productos de sus fincas, incluidos como ya se dijo, los tubérculos andinos.

Estos procesos han dado pie para que las familias que participan en el presente estudio, puedan articularse con otras a nivel local y en menor medida a nivel departamental y nacional (ver figura 4-45). Así, las familias agricultoras productoras de cubios, ibias y rubas, entre otros cultivos nativos, conforman dos organizaciones que han sido fundamentales a la hora de generar ingresos para la sostenibilidad de sus familias, integrando su producción agropecuaria y la comercialización de sus productos tanto agrícolas como artesanales. Estos últimos producidos con materia prima de sus fincas

(tejidos de lana de oveja o jabones naturales hechos con las plantas medicinales que hay en sus huertas). Dichas organizaciones son ASOMERCAMPO (Asociación de Mercados Campesinos de Tibasosa) y ARTIBASOSA (Asociación de Artesanos de Tibasosa). Ambas organizaciones, han recibido capacitaciones por parte del SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje), a fin de poder mejorar sus procesos productivos y artesanales.

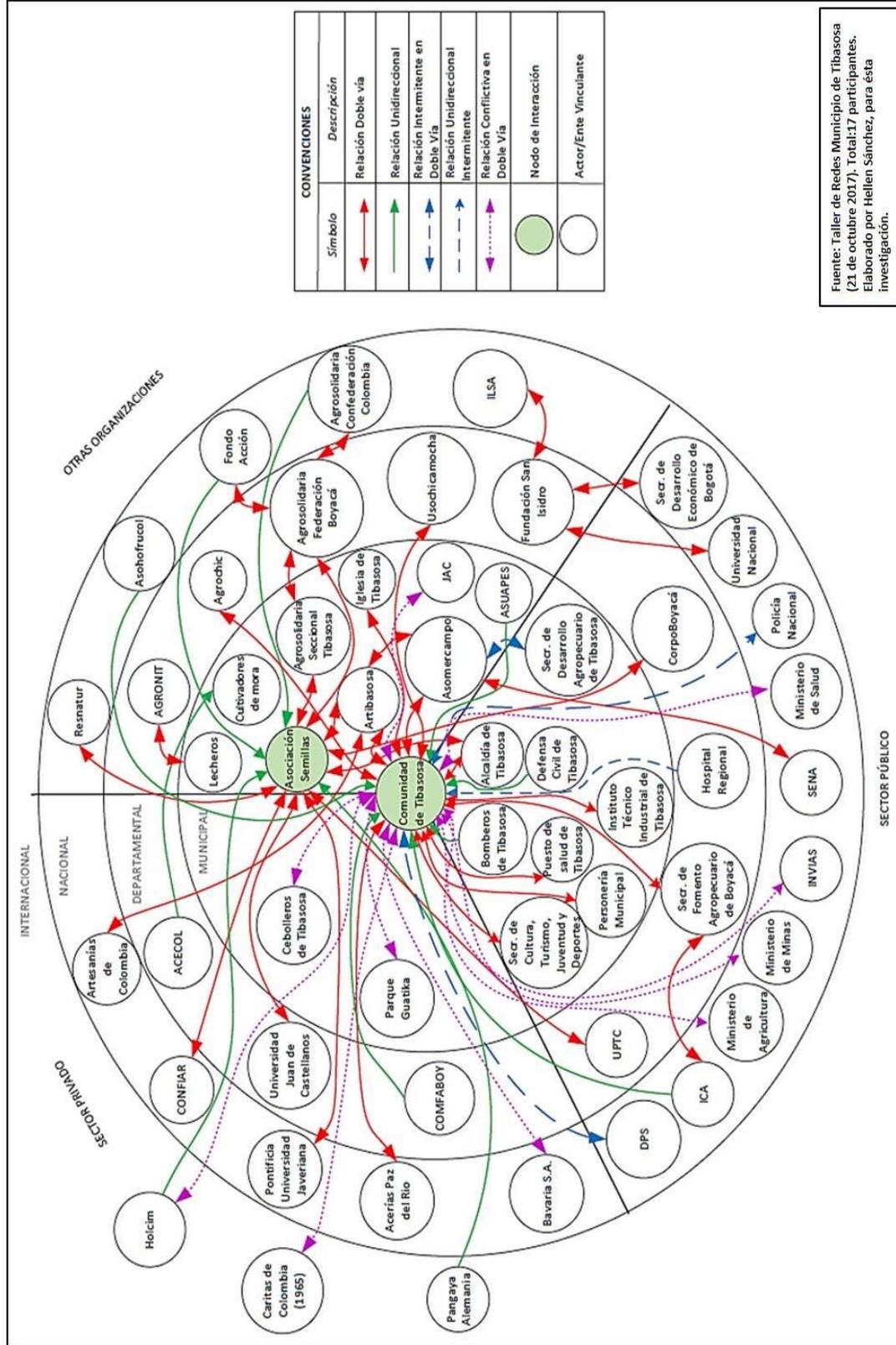
En lo referente a las relaciones de apoyo y fomento se encontraron interrelaciones de tipo académico, productivo, cultural y social. Las relaciones de tipo académico, han sido importantes dado que se han generado conexiones y articulaciones de los saberes rurales con los saberes formales tanto de la academia como de los sectores productivos agropecuarios. Al respecto, se muestran relaciones fluidas entre la Asociación Semillas y algunas universidades como la Universidad Nacional de Colombia, la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá y la Universidad Juan de Castellanos, así como también entre la Empresa ACECOL y los cultivadores de mora.

También se destacan los vínculos que han tenido tanto la Asociación Semillas y ASOMERCAMPO, con las instituciones del sector público, como la alcaldía municipal y la secretaria de desarrollo agropecuario de Tibasosa, que han apoyado actividades culturales, la producción agropecuaria y su respectiva comercialización. De igual forma, se destacan las relaciones de tipo social, a través de los programas que se han promovido en la zona en torno a la seguridad alimentaria de las comunidades. Aquí se destacan los vínculos con el Departamento para la Prosperidad Social (DPS), el cual a través de la Red de Seguridad Alimentaria “RESA”, ha ejecutado proyectos sociales, vinculando a la comunidad rural e incentivándolas a que realicen el montaje y mantenimiento de sus propias huertas caseras, otorgándoles los insumos respectivos para su instalación.

Este proceso en particular, vino a reforzar entre los agricultores del municipio, el cuidado e instauración de las huertas agrodiversas, como parte del proceso de reconversión productiva. A nivel Departamental, sobresale una importante interacción entre la Fundación San Isidro y el ILSA (Instituto Latinoamericano para una Sociedad y un Derecho Alternativo), estas últimas según los agricultores, han incidido en el fomento de la participación equitativa de hombres y mujeres en los procesos productivos y de conservación.

En cuanto a las relaciones conflictivas, los agricultores señalan aquellas referidas con las empresas mineras como HOLCIM, de las cuales dicen solo han recibido problemas de contaminación de sus cuencas y la degradación de sus suelos. También mencionan las casas comerciales de agroquímicos, a quienes responsabilizan por el uso indiscriminado de estos productos en fincas aledañas que mantienen monocultivo de cebolla, de ahí también las relaciones conflictivas con el gremio cebollero en la zona. El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, también fue mencionado en esta categoría, ya que según los agricultores de su parte no han tenido mayor apoyo para el cuidado ni de los tubérculos andinos, ni de sus agroecosistemas diversos. Por su parte, a la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (CORPOBOYACA) se le atribuye la falta de sanción a vecinos que contaminan y causan en daño en páramos, afectando la calidad de agua y otros beneficios que de ellos obtienen. Según ellos, en la mayoría de los casos, han primado los intereses económicos de los particulares sobre el derecho de la comunidad a vivir en un ambiente sano.

Figura 4-45. Relaciones interinstitucionales en el municipio de Tibasosa con los agricultores que cultivan tubérculos andinos.



Elaborado por Hellen Sánchez a partir de los aportes de Pérez et al., (2014).

En el municipio de Turmequé son importantes las relaciones entre otras organizaciones de base y entre el sector público, pero menos en el sector privado. De igual manera se evidenciaron escasas relaciones con entidades departamentales y una mayor relación entre el orden municipal y el orden nacional. Sin embargo, las instituciones departamentales tienen poca presencia, de igual manera se puede observar que no hay mucha relación entre las organizaciones y las instituciones públicas a nivel municipal, mientras que el relacionamiento entre instituciones en el sector privado es nulo (figura 4-46). Las relaciones que se destacaron en este municipio, fueron las de apoyo y fomento agropecuario y comunitario, tanto entre organizaciones como con las instituciones, asimismo, se resalta que esta forma de relacionamiento tuvo una mayor cantidad de interacciones en este municipio que en los otros.

Particularmente, las organizaciones de base social que se han desarrollado en la zona por parte de los agricultores que cultivan tubérculos andinos, son dos: ASOAGROTURMEQUE, conformada en el año 2005, producto de un proceso de investigación e innovación participativa en torno al cultivo de papa y frijol, acompañado por el entonces CORPOICA, hoy AGROSAVIA y la ONG Corporación PBA (Corporación para el desarrollo sostenible y participativo de los pequeños agricultores). Este proceso tuvo como base fomentar procesos de producción sostenible, mediante fitomejoramiento participativo, producción de bioinsumos, conservación de suelos y fortalecimiento organizacional. Aquí, según dicen los agricultores cobra fuerza el proceso de reconversión de sus fincas hacia la agroecología.

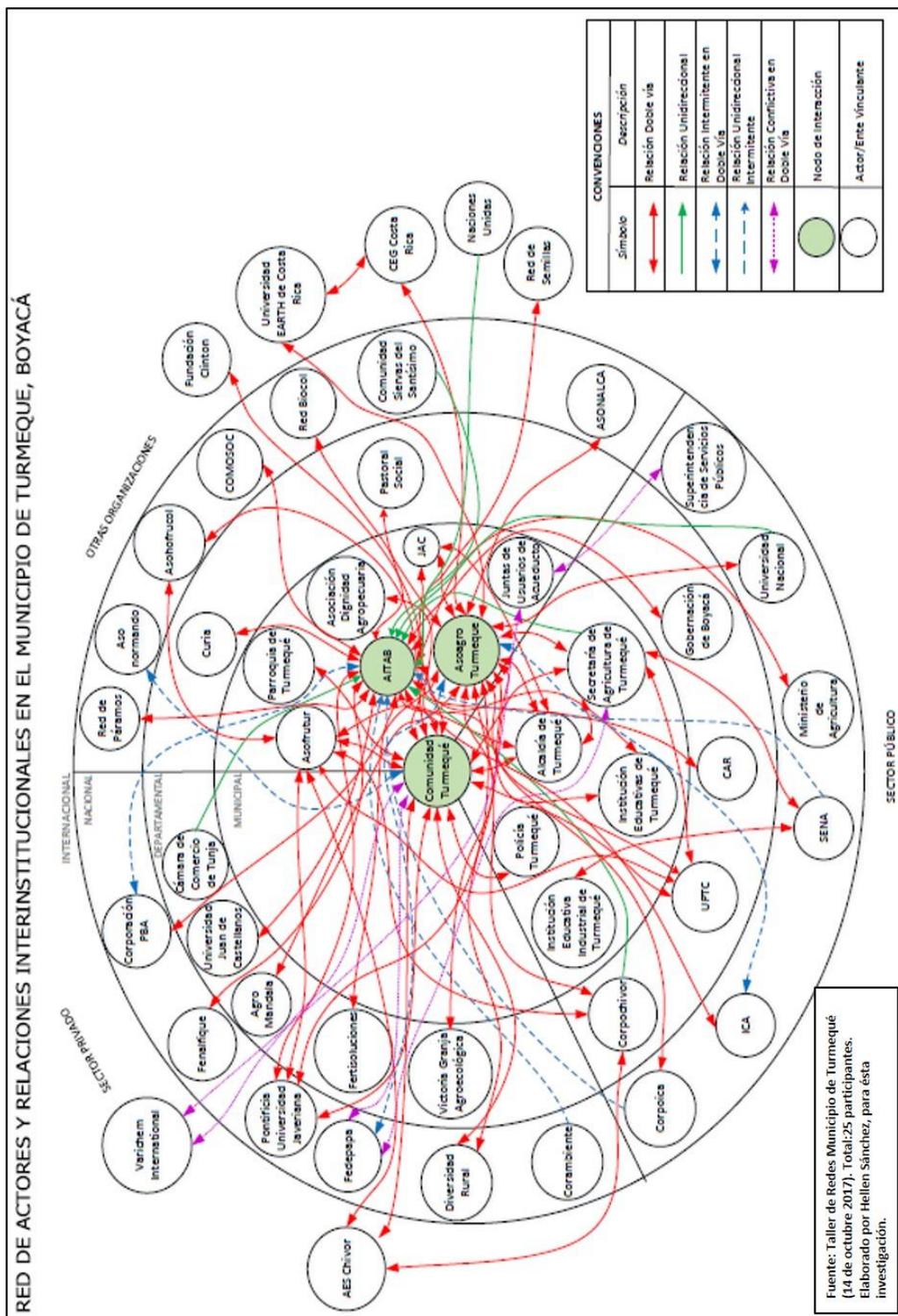
Más tarde, en el año 2008, se vinculan a un proyecto de investigación acompañado por la Pontificia Universidad Javeriana en torno a la conservación y uso de tubérculos andinos. A partir de este momento inicia un proceso de recuperación de semilla y valoración de estos alimentos. Conforman un GPL (Grupo Participativo Local), que nueve años más tarde dará origen a la Asociación Innovadora de Tubérculos Andinos de Boyacá (AITAB). Hasta la fecha, a pesar de una serie de vicisitudes, propias de procesos sociales, ambas organizaciones han permanecido en el tiempo estableciendo relaciones de tipo académico, productivo y de gestión, con entidades privadas, estatales y hasta internacionales en pro de sus procesos de reconversión a la agroecología y el cultivo de tubérculos andinos (Ver figura 55).

Particularmente las relaciones de tipo académico han permitido que los agricultores se capaciten en buenas prácticas agropecuarias y agricultura orgánica. En estas relaciones para AITAB, sobresalen aquellas que se mantienen con la Universidad Juan de Castellanos y la Red de Páramos, mientras que ASOAGROTURMQUÉ, ha dedicado especial atención al desarrollo de sistemas silvopastoriles mediante vínculos con la Universidad EARTH y CEG (Cultura Empresarial Ganadera) ambos con sede en Costa Rica. Ambas organizaciones de base, guardan estrecha relación con la Universidad Javeriana en cuanto a los procesos de conservación de tubérculos andinos se refiere. Por su parte entidades como la Secretaría de Agricultura de Turmequé, el SENA, la UPTC de Tunja y la ONG Diversidad Rural, han acompañado a los agricultores de la zona, en el emprendimiento de granjas integrales y talleres de educación ambiental que buscan sensibilizar y concientizar a la población en torno al cuidado del medio ambiente.

En cuanto a las relaciones de tipo productivo sobresalen aquellas establecidas entre AITAB y la Red de Semillas; así como con la Federación Nacional de Cultivadores Artesanos y Procesadores de Fique. Por su parte ASOAGROTURMEQUE ha apoyado la producción de frutales, a través de su relacionamiento con CORPOCHIVOR (Corporación Autónoma de Chivor), y el establecimiento de sistemas silvopastoriles, con la Red Biocol. El mejoramiento genético de semillas de papa y frijol continúa a través del apoyo de AGROSAVIA (antes CORPOICA).

Ambas organizaciones señalan a la gobernación de Boyacá y la secretaría de agricultura de Turmequé como entidades que apoyan los procesos de gestión ya sea para proyectos productivos o la organización de ferias y otros eventos de base social. De hecho, varios de los mercados campesinos que se organizan en el municipio, en los cuales los agricultores pueden expender los tubérculos andinos, son apoyados por estas entidades. En este mismo ámbito también se destacan organizaciones que promueven movimientos campesinos, a raíz del Paro Agrario del año 2013, como la COMOSOC (Coalición de Movimientos y Organizaciones Sociales de Colombia), y la Asociación Nacional de Campesinos (ASONALCA), ambas organizaciones apoyaron la gestión de AITAB de un proyecto productivo sobre tubérculos andinos con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Figura 4-46. Relaciones interinstitucionales en el municipio de Turmequé con los agricultores que cultivan tubérculos andinos.



Elaborado por Hellen Sánchez a partir de los aportes de Pérez et al., (2014).

Sin embargo, a pesar del escenario descrito, en cuanto a las reflexiones obtenidas a través de la realización de la red de actores en el municipio de Turmequé, los agricultores manifestaron gran preocupación en torno al uso de agroquímicos en la región, como respuesta a la prevalencia y fomento de monocultivo de papa por parte de Fedepapa (Federación colombiana de productores de papa) y de algunos funcionarios de la secretaria de agricultura. Preocupa también el uso y distribución del agua, actividad que se ha visto afectada por conflictos entre la Superintendencia de Servicios Públicos y las Juntas de Usuarios de Acueductos en el municipio. No obstante, aseguran que los procesos de gestión comunitaria podrían fomentar un acuerdo con éstas instituciones, en tanto consideran que, si más agricultores de la zona se suman a los procesos de reconversión agroecológica, la presencia de monocultivos podría empezar a restringirse.

En Ventaquemada, los agricultores que cultivan y conservan tubérculos andinos, en agroecosistemas tradicionales se ven convocados a través de una iniciativa que se gestó en la Vereda Supatá, a la cual pertenecen cuatro de los cinco participantes en este estudio. Se trata de la Junta de Acción Comunal (JAC), a través de la cual durante los últimos siete años se han desarrollado procesos de gestión y planificación, como apoyo al manejo sostenible de los agroecosistemas de la zona. Así, a través de la gestión de la JAC-Supatá, las entidades con mayor injerencia en la zona de estudio, han sido la Iniciativa Local de Paz (ILP); Comunidad sin fronteras y la Fundación Universitaria Juan de Castellanos, conexiones que según los agricultores han sido estratégicas para fortalecer la capacidad de liderazgo de la comunidad (figura 4-47).

Además de la JAC, los agricultores que conservan tubérculos andinos, reconocen a la Granja Agroecológica Victoria, como un núcleo de aprendizaje e intercambio de experiencias, a pesar de ser propiedad privada. Sus propietarios, son agricultores que se han esmerado por conservar semilla de tubérculos andinos y otras especies nativas, así como producir abonos orgánicos. Con el paso de los años, esta experiencia se ha convertido en un emblema en la zona, por cuanto los agricultores aledaños acuden constantemente a este predio a fin de obtener capacitación, semilla y abonos. Granja Victoria es miembro de la JAC- Supatá y ha incentivado procesos de alimentación saludable, producto de las capacitaciones recibidas por parte de la Pontificia Universidad Javeriana.

Adicionalmente, en Ventaquemada se destacan otras relaciones académicas que de una o cierta forma han apoyado y/o fomentado los procesos de capacitación en la comunidad, entre las que sobresalen los vínculos con la Universidad Minuto de Dios y la Universidad Nacional de Colombia. Sin embargo, se han presentado relaciones intermitentes entre la JAC- Supatá con el SENA y la Fundación ACPO (Acción Cultural Popular), debido principalmente a los tiempos que tienen las instituciones para dictar los cursos y al poco acceso que tienen los agricultores para poder utilizar la tecnología disponible en línea, medio a través del cual se imparten éstas capacitaciones.

Hay que destacar que el producto de las relaciones y procesos de capacitación la JAC ha desarrollado de manera concertada entre todos los agricultores, un plan estratégico de desarrollo comunitario, siendo Supatá la única vereda de Ventaquemada que lo tiene establecido y cuyo eje fundamental es el bienestar y calidad de vida de sus habitantes. Dicho Plan, según versiones de los agricultores, también ha promovido la vinculación de COLDEPORTES a través del Programa HEVS: Hábitos y Estilos de Vida Saludable, en el cual las mujeres agricultoras pueden dedicar horas a la semana a ejercitarse y a capacitarse sobre temas relacionados con nutrición y buena salud. De igual manera el apoyo y fomento a la instauración de huertas caseras que conserven especies nativas y un proyecto de gallinas criollas para engorde, es uno de los resultados más sobresalientes durante los últimos años.

En lo que atañe a las relaciones comerciales, existen nexos que están más centralizados hacia fuera que hacía dentro, aunque son de tipo intermitente. Tal es el caso de Victoria Granja Agroecológica con la Red de Mercados Agroecológicos Bogotá Región y con el Mercado Agroecológico Tierra Viva, generando lazos con las personas que se alimentan de productos saludables y orgánicos, pero en la capital del país, más no a nivel local. Sin embargo, los miembros de la Finca Victoria, en ocasiones suelen comprar a sus vecinos, productos nativos y otras especies que pueden ser comercializadas en estos escenarios, con la seguridad que siguen siendo igual de ecológicos, así se gesta un proceso de relacionamiento secundario con los mercados agroecológicos de Bogotá, por parte de otros agricultores de la zona en los cuáles los tubérculos andinos son parte fundamental (ver figura 4-48).

Figura 4-48. Luz Marina Peralta de finca Victoria en venta de tubérculos andinos en mercado agroecológico Tierra Viva-Bogotá.



Fuente: Esta investigación.

Sin embargo, los agricultores de la zona, mencionan estar muy atentos a eventos de comercialización de alimentos e intercambio de semillas que ocurren en otros municipios, ya que según afirman la alcaldía local no ha tenido mayor interés en apoyar sus procesos productivos y comerciales. En definitiva, uno de los grandes retos en tanto la conservación de tubérculos andinos en sistemas tradicionales de producción en Ventaquemada, depende del control comunitario sobre las decisiones que se toman en torno a la producción y comercialización de los alimentos y de la capacidad de interrelacionarse las familias campesinas tanto con población local como con las diferentes instituciones del sector público y privado.

En general las evidencias descritas para los tres municipios reflejan un campo de estrategias de acción colectiva basadas en la capacidad de agenciamiento que tiene las familias agricultoras. Actuaciones conjuntas de negociación que recrean interacciones sociales (redes) en diversas escalas - municipal, departamental, nacional e internacional,

en cuyo propósito se pretende romper con las actuaciones sectoriales, “de arriba hacia abajo”, forma en la que tradicionalmente se establecen relaciones con las entidades del Estado.

Por el contrario, en la zona de estudio, al parecer se surte un capital social comunitario, el cual emerge dadas las condiciones de reproducción de valores colaborativos y consensos de interacción entre los individuos, dando paso a un factor incidente que se expresa “mediante redes que generan posibilidades de actuación de las comunidades para superar en su desarrollo, condiciones de pobreza, resolver disputas y sacar partido a oportunidades nuevas” (Putnam, 2003:12). Además, se plantean ámbitos de comportamiento individual y colectivo, que tiene como finalidad disminuir las relaciones desiguales, dando paso a condiciones autónomas para tomar decisiones que se facilitan, “de abajo hacia arriba”, y establecen lazos de cercanía (relaciones informales) y nexos entre organizaciones similares que posibilitan, sinergias para crear y mantener dicho capital, a fin de disminuir, las condiciones de vulnerabilidad (ecológica, económica y social) que históricamente han incidido en las formas de reproducción social de las pequeñas economías campesinas.

A manera de síntesis, el panorama descrito en tanto la cultura coligada a los tres tubérculos andinos, devela ampliamente una serie de elementos que, desde los agroecosistemas tradicionales de los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa han incidido en la prevalencia de éstas especies a través del tiempo. Las prácticas y tecnologías de cultivo, los conocimientos asociados a éstas especies, expresados en usos, valoraciones y creencias, así como los procesos de intercambio y organización local que se detallaron en este capítulo, constituyen elementos particulares de éstos contextos sociales y ecosistémicos, que permiten ratificar el hecho que cualquier estrategia de conservación en pro de mitigar la marginalidad de éstos cultivos como parte de los NUS, no puede pasarlos por alto, pues como pudo apreciarse, son parte coyuntural e indivisible de la permanencia del cubio, la ruba y la ruba en estos territorios andinos.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

A partir de la Agroecología, ésta investigación indagó sobre características ecosistémicas y culturales que determinan la conservación *in situ* de *Tropaelum tuberosum* Ruíz & Pavón, *Oxalis tuberosa*, Molina y *Ullucus tuberosus*, Caldas en agroecosistemas tradicionales de los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa, en el departamento de Boyacá, llegando a las siguientes conclusiones, en respuesta a las preguntas que guiaron el estudio.

5.1.1 Sobre las condiciones del paisaje circundante a los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos

- Las características del paisaje en el cual se encuentran inmersos los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos en los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa, no distan de las condiciones de cambio climático, erosión de suelo y fragmentación extrema de la Estructura Ecológica Principal, que se reportan de manera preocupante a nivel global y nacional y que resultan adversas para la conservación de agrobiodiversidad.
- Al respecto, el análisis realizado de los registros climáticos desde 1985 a 2016, mostró para la zona de estudio, incrementos en los valores de las temperaturas máximas y mínimas, así como una variación en cuanto los patrones de distribución de lluvias. Sin embargo, se presume que, aunque *Tropaelum tuberosum* R&P; *Ullucus Tuberosus*, C y *Oxalis tuberosa*, M, han sido catalogadas como especies rústicas, que se adaptan sin problema a épocas

prolongas de sequía y/o tiempos de prolongada pluviosidad, si tales condiciones de variabilidad climática persisten o se incrementan, éstas especies podrían seguir la misma ruta vaticinada para el cultivo de papa, en tanto que, si el incremento de temperaturas continúa en los Andes, éste puede afectar drásticamente la tuberización y el engrosamiento de los tubérculos, hasta el punto de frenar definitivamente su producción en zonas tradicionalmente aptas para su cultivo.

- A pesar del panorama descrito, tampoco se desconoce que el fomento de agroecosistemas diversos y manejados desde el enfoque agroecológico, podrían resistir, mitigar y hasta adaptarse a tales efectos causados por cambios en el clima, no solo beneficiando a los tres tubérculos que se cultivan en ellos, sino a todas las especies vegetales que habitan en su interior. Así, como pudo apreciarse en este estudio, los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos, dadas sus particularidades como sistemas agrodiversos y manejados con prácticas que tienden a la agroecología, podrían corresponder a la categoría de agroecosistemas resilientes. No obstante, se requerirían investigaciones específicas que respalden tal valoración.
- De otra parte, en los tres municipios, la baja fertilidad de los suelos, su acidez y alto contenido de aluminio no sólo son el resultado de su génesis y/o material parental, o de las pendientes pronunciadas propias de la geomorfología de la zona andina, sino que, además, guardan relación directa con actividades de orden antrópico que han afectado drásticamente la cobertura vegetal al priorizar actividades agropecuarias.
- Para el caso particular de la zona de estudio y de acuerdo con el análisis de coberturas y usos del suelo realizados, se pudo determinar que la matriz principal del paisaje es eminentemente agropecuaria, predominando en ella monocultivos y pasturas. Si bien en el paisaje circundante, existen algunos relictos de bosque y fuentes naturales de agua, éstos tienen un grado de conectividad baja entre sí y también con los agroecosistemas que cultivan tubérculos andinos en los tres municipios, precisamente por el alto grado de fragmentación que desde mediados

del siglo pasado se intensificó en la zona de estudio, producto de la ampliación de la frontera agrícola, con efectos marcados sobre las dinámicas de los patrones y procesos de los ecosistemas.

- Tales patrones y procesos están relacionados con funciones ecológicas propias de los agroecosistemas, producto de la interacción que existe entre la biodiversidad planificada, aquella que el agricultor dispone en sus predios de forma deliberada con base en una serie de factores de orden cultural; y la biodiversidad asociada, aquella que incluye toda la flora y fauna del suelo, fitógagos, carnívoros, descomponedores, polinizadores, enemigos naturales, arvenses, mamíferos, aves, entre otros, que colonizan el agroecosistema dependiendo de la biodiversidad presente en el paisaje circundante y que posteriormente, prosperarán en él, dependiendo del manejo y estructura del agroecosistema, es decir del tipo de diseño, componentes, prácticas, tecnología, insumos, que disponga en él la familia agricultora.

- En este orden de ideas, por el principio de reciprocidad que rige a los sistemas abiertos en la naturaleza, la presencia de especies vegetales en el agroecosistema dependerá entre otros factores, del paisaje en el cual está inmersos. En este caso en particular, si la conservación *in situ* de tubérculos andinos, obedeciera únicamente a las características climáticas, de suelo y de conectividad con el paisaje circundante, no existiría buen augurio para su permanencia en el tiempo, ya que como lo indica el último informe sobre el estado de la Biodiversidad y la Agricultura (FAO, 2019), los cultivos subutilizados o aquellos denominados NUS, tienen mayor probabilidad de permanencia en entornos biodiversos y suelos con buena fertilidad, lo cual no corresponde a la matriz principal del paisaje de la zona de estudio en los tres municipios. Sin embargo, es ahí, cuando también bajo el principio de reciprocidad que atañe a sistemas abiertos, resulta por demás importante conocer las características de los agroecosistemas donde los tubérculos andinos se cultivan, aspectos igual de determinantes para su permanencia en el tiempo.

5.1.2 Respecto a las características de los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos

- Las familias agricultoras de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa, han diseñado sistemas complejos de producción, en áreas catalogadas como microfundio, que a pesar de su tamaño, hoy son agrodiversos y satisfacen en buena medida sus necesidades de subsistencia, sobre todo la alimentaria, incluso bajo condiciones ambientales adversas como suelos con baja fertilidad, pendientes elevadas y con riesgo de erosión, rodeados de una matriz principal de paisaje homogénea en la que predominan pastos y monocultivos, distantes en su mayoría a bosques y fuentes naturales de agua y en el marco de un clima que ha variado durante los últimos años.

- En ellos, la organización social está dada desde la familia como primera unidad de cohesión social, por ella y para su subsistencia se reconfiguraron las fincas. Este rediseño que los acerca a la práctica agroecológica, surgió como resultado de importantes hitos de crisis económica y productiva que las familias campesinas de los tres municipios tuvieron que afrontar desde finales del siglo pasado hasta los últimos años. Entre estos hitos sobresalen las negativas externalidades económicas y ecológicas, percibidas como consecuencia de la instauración de monocultivos y el intenso uso de agroquímicos en sus predios, así como la escasez de alimentos producto de protestas y paros nacionales que bloqueaban sus vías en la última década.

- Así, con el paso de los años, los agricultores de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa que participaron en éste estudio, han incorporado prácticas de manejo sostenible desarrolladas a nivel local, no solo correspondientes al manejo de cultivos, sino también al mejoramiento de la fertilidad de sus suelos y para adaptación a las condiciones de variabilidad del clima en la zona. Lo anterior, con base en un conocimiento heredado por sus generaciones pasadas y combinado con experimentación e innovación, que han dado como resultado sistemas que hoy pueden identificarse como pequeños oasis en medio de una matriz altamente artificializada, a tal punto de constituirse en sí mismos una suerte de parches o nichos de agrobiodiversidad diseminados en medio de un paisaje uniforme.

- Sin embargo, estos parches o nichos agrodiversos, más allá de su riqueza y diversidad de especies concentrada en áreas inferiores a tres hectáreas, para subsistir en el tiempo, requerirán entre otros aspectos, mejorar sustancialmente la conectividad entre sí y a su vez con los relictos de bosque y ecosistemas naturales presentes en el territorio. Lo anterior implicaría, procesos de toma de decisiones colectivas, no solo entre agricultores -que de hecho como parte de su proceso de reconversión a la agroecología, aún deben incrementar en sus fincas el área destinada a policultivos, en detrimento de espacios manejados en modalidad de monocultivo, suprimir totalmente el uso de agroquímicos e incorporar en su diseño más especies arbustivas y arbóreas que terminen de mejorar su estructura interna-; sino también la revisión incluso de Planes o Esquemas de Ordenamiento Territorial de los municipios por parte de autoridades locales y departamentales, que avalen y promuevan la instauración de corredores biológicos entre fincas vecinas que fomenten mayor conectividad y por ende mejorar las condiciones de biodiversidad de la zona.

- No obstante lo anterior, la producción diversificada de los agroecosistemas tradicionales que cultivan tubérculos andinos, actualmente garantiza, en su mayoría, elementos de acceso, disponibilidad, estabilidad y uso de alimentos diversos, frescos y culturalmente apropiados, a través de prácticas agroecológicas que recogen el conocimiento local de sus antepasados. Lo anterior, les ha permitido adoptar a lo largo del tiempo modalidades de uso, posesión y control de sus sistemas agroalimentarios hasta el punto de recobrar además de especies nativas, ya olvidadas, insumos orgánicos y prácticas de intercambio no monetario como trueques, donaciones y regalos, que actualmente ayudan a solventar la alimentación de sus vecinos y familiares. De igual manera, el abastecer directamente a los mercados locales, fomenta circuitos cortos de comercialización en la zona, con esto se promueve el fortalecimiento de las relaciones de confianza entre familias y vecinos de productores y comercializadores.

5.1.3 Sobre la presencia de los tubérculos andinos en agroecosistemas tradicionales de Tibasosa, Turmequé y Ventaquemada

- En el marco de estos nichos de agrobiodiversidad, *Oxalis tuberosa*, M, *Tropaelum tuberosum* R&P; y *Ullucus tuberosus*, C, a pesar de ser consideradas como especies marginadas o subutilizadas (NUS), representan un componente importante dentro de la configuración de los agroecosistemas tradicionales de los tres municipios. Más allá de su condición alimentaria, que en sí es una de las razones primordiales para su cultivo en la zona, forman parte de los recursos que distinguen a sus pobladores como herederos de un conocimiento prehispánico, que se manifiesta en las prácticas de su cultivo, usos y consumo, otorgándoles la característica de un elemento identitario cargado de historia y tradición, que al parecer es uno de los factores más valorados por los agricultores, al momento de considerar su cultivo y permanencia en sus predios.
- Su variabilidad intraespecífica reportada a través de los morfotipos identificados en cada especie, aunque en menor proporción de la que exhiben otros países andinos, no deja de ser relevante, sobre todo para una zona en la cual el cultivo de papa, frutales, cebolla de bulbo y ganadería extensiva, constituyen el eje principal de las actividades agropecuarias desde mediado del siglo pasado.
- De hecho, solo en los agroecosistemas tradicionales bajo estudio, pudo observarse morfotipos de tubérculos andinos distintos a los que usualmente se aprecian en las plazas de mercado de las tres localidades. Entre los más particulares tanto para cubios, ibias y rubas, sobresalen los morfotipos jaspeados en distintas combinaciones y los de colores oscuros (morados, negros y púrpuras) que, si bien no tienen salida en el mercado, son usados para la alimentación en el hogar campesino y algunos como pudo apreciarse, con fines medicinales. Tal variabilidad, se encuentra en total correspondencia con la riqueza y diversidad reportada para las fincas estudiadas en su conjunto, ratificando el hecho que los agroecosistemas diversos mantienen en su interior una mayor proporción de variedades cultivadas por especie, sobre todo aquellos agroecosistemas que son catalogados como tradicionales.

- Sin embargo, no se puede pasar por alto el hecho que, en la zona de estudio, el cultivo de *Oxalis tuberosa*, se realiza en menor proporción que las otras especies, al igual que su consumo y uso. Alimentando la idea que entre los tres cultivos en el Altiplano Cundiboyasence, existe una marginación aún más acentuada para esta especie. Un hecho que deberá ser ratificado, además de la información ya generada en otros estudios realizados en la zona.

5.1.4 Referente a los elementos culturales coligados a *O. tuberosum*; *T. tuberosus* y *U. tuberosum*

- A pesar que el modelo industrializador de la agricultura con enfoque de revolución verde, permeó con éxito la zona de estudio, la mayoría de elementos culturales relacionados con estas los tres tubérculos andinos, en tanto prácticas, creencias, valoraciones, procesos de intercambio y organización, aún persisten desde épocas precolombinas en los agroecosistemas estudiados y corresponden por sobre las características ecosistémicas de la zona, a los factores determinantes para su conservación *in situ*. Así, se resalta para su cultivo el uso de prácticas y técnicas hoy ligadas a la agroecología, como abonaduras orgánicas, rotación de cultivos, siembra diversificada, deshierbas manuales, entre otras. No obstante, el uso de arado de disco y algunos insumos químicos, aunque en muy poca proporción, no dejan de ser elementos tecnológicos de una cultura tradicional que, si bien ha permanecido a través del tiempo, al ser dinámica también se ha combinado con otros elementos propios de la agricultura moderna.
- De otra parte, las valoraciones y creencias que los agricultores tienen sobre los usos alimentarios y propiedades medicinales del cubio, la ibia y la ruba, como expresión de su conocimiento local, hacen de éstos elementos culturales los más representativos y eje central de los procesos de toma de decisiones para su conservación en los agroecosistemas tradicionales. Por ejemplo, aún estas especies se consideran en la zona, base fundamental de la alimentación familiar campesina debido a la riqueza nutricional que los agricultores les adjudican, razón por la cual mantienen vigentes una amplia diversidad de preparaciones, producto de un legado que ha sido heredado por generaciones. También son comunes en la zona, como reflejo del sistema de conocimientos relacionado a estas especies,

los usos medicinales que incluyen pasos sistemáticos para preparaciones terapéuticas que sirven para calmar inflamaciones, aliviar malestares y hasta, según ellos curar enfermedades.

- Igualmente, elementos culturales como los procesos de intercambio, no se pasan por alto en las fincas estudiadas. Si bien en los agroecosistemas de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa, aún permanecen vigentes prácticas de trueque y regalo en torno a los tres tubérculos andinos, cabe destacar que un factor importante de su persistencia actual en sistemas tradicionales de producción corresponde al ingreso económico que de ellos puedan tener algunos de los agricultores. Pues como pudo apreciarse, la venta del excedente no deja de ser importante y motivar ahora su conservación.
- Finalmente, la organización social y la interacción con otros actores en los territorios, también se aprecia como base fundamental para la permanencia de estas especies a lo largo del tiempo. Los esfuerzos locales en pro de una necesidad sentida y consciente de conservación de sus especies nativas y la transición hacia la agroecología, se han materializado en una serie de relaciones que ha fortalecido los procesos locales y que en su mayoría son fruto de la generación de organizaciones de base, que de manera sustancial han tenido el apoyo de la academia, ONG's, y en menor proporción de entidades del Estado. Entre las principales ventajas de los procesos de organización local se destacan: la posibilidad de comercializar sus productos en mercados alternativos, como mercados agroecológicos y ferias campesinas, así como la gestión de procesos de capacitación y proyectos de desarrollo.

Con base en todo lo anteriormente enunciado, se puede concluir en respuesta a la pregunta general de investigación, que la conservación *in situ* de *Tropaelum tuberosum* R&P, *Oxalis tuberosa*, M y *Ullucus tuberosum*, C en agroecosistemas tradicionales de los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa, está determinada en la zona de estudio más allá de las características ecosistémicas prevalentes, por el conocimiento de las familias campesinas, expresado en las creencias y valoraciones adjudicadas a estas especies, en tanto sus propiedades alimentarias, usos medicinales y valoración

identitaria. Elementos culturales que, a través de los años, han incidido en que los agricultores mantengan estas especies priorizando su valor de uso, más allá de su valor cambio, e incluso en aquellos momentos de su historia donde primaban los monocultivos, y más tarde dentro de los sistemas agrodiversos con enfoque agroecológico que rediseñaron, -también producto de su conocimiento-, y que hoy están sumergidos en un paisaje uniforme y con condiciones poco favorables de clima, suelo y conectividad, que a pesar de la rusticidad conferida a estas especies, amenazan en lugar de contribuir a su permanencia en el tiempo.

Así, a pesar de un contexto ecosistémico que en su mayoría les es adversos y con base en tales valoraciones y creencias que priorizan su valor de uso, los agricultores siguen direccionado las prácticas y técnicas de manejo no solo de sus agroecosistemas, sino también de los tubérculos andinos, al punto de evitar en su mayoría el uso de agroquímicos en su cultivo, por ser considerados alimentos de autoconsumo y uso familiar. Incluso con base en estas valoraciones y creencias, se han alentado y preservado procesos de intercambio monetario y no monetario que fomentan no solo la generación de ingresos extra, sino también el mantenimiento de relaciones sociales propias de las comunidades campesinas, como los trueques y regalos. En esta misma línea la organización local y la gestión de procesos sociales coligados a éstos tubérculos han sido igual de determinantes para el rediseño de los agroecosistemas hacia la agroecología, así como de su permanencia en el tiempo producto incluso, de su incursión en mercados alternativos.

En este sentido, como consecuencia de esta investigación y considerando los aspectos ecosistémicos y culturales indagados desde la ciencia agroecológica, se estima que, los tubérculos andinos en lugar de ser especies subutilizadas o NUS, son cultivos persistentes y elementos indivisibles de un sistema complejo en el cual coexisten e inciden las características del paisaje, la configuración y manejo de los agroecosistemas a los cuáles pertenecen y por sobre todo los elementos culturales de valoraciones y creencias de los agricultores andinos, que a lo largo del tiempo han definido sus prácticas de cultivo, variabilidad intraespecífica, usos, sistemas de intercambio y hasta procesos de organización local.

Por lo tanto, se ratifica el llamado de atención hecho por distintos organismos internacionales, en el marco de un contexto global de pérdida de agrobiodiversidad,

sobre la importancia de vincular en los procesos de conservación, a todos los componentes relacionados con estas especies, a través de propuestas que vayan más allá del tubérculo *per se*, tomando como base la familia agricultora, diseñadora y gestora de los agroecosistemas tradicionales donde cultivos nativos han permanecido como consecuencia de una riqueza cultural poco visibilizada a pesar de ser tan determinante para su preservación en entornos ecosistémicos, sociales y económicos escasamente favorables.

En otras palabras, urge adelantar investigaciones que alimenten una estrategia de conservación, que no “extirpe” a éstas especies nativas de su entorno y que no sólo propenda por comercializar y preservar *ex situ* el recurso fitogenético *per se*, sino también conocer y conservar el sistema complejo al que estas especies han pertenecido por siglos, otorgando justo reconocimiento por su permanencia en el tiempo y el espacio, a los cultivadores andinos. Tal orientación podría incluso proveer insumos para el fomento de otros escenarios de comercialización, no necesariamente en mercados urbanos convencionales, donde evidentemente en el marco de una economía globalizada y altamente especializada, éstas especies aún tienen escasa demanda. Sino en aquellos nichos de mercado alternativos y justos, como circuitos cortos de comercialización; mercados campesinos y agroecológicos, donde los factores que les adjudiquen el valor agregado sean: la historia de su persistencia, en lugar de la de su marginación; el conocimiento de los agricultores que los cultivan, valorado y visibilizado; las características biofísicas y socioeconómicas de su lugar de cultivo; así como las prácticas tradicionales de su manejo, uso y consumo. Es decir, factores intrínsecos a su conservación *in situ*, hasta ahora pobremente valorados.

De igual manera, las estrategias comunitarias, que revelan redes de gestión social genuinas, pueden convertirse en aliados clave para la constitución de formas de gobernanza agroecológica. Es decir, una forma de organización y acción colectiva en la cual confluyan diferentes actores para asegurar la conservación no solo de los tubérculos andinos, sino también de otras especies nativas y de los agroecosistemas tradicionales que las contienen y por qué no, incluso generar propuestas de acción desde las bases comunitarias para una reconversión hacia la sostenibilidad de un paisaje andino, hoy escasamente biodiverso.

5.2 Recomendaciones

No podría concluirse esta investigación, sin una contribución de la autora para el abordaje de futuros procesos de investigación que propendan por la conservación de los tres tubérculos andinos. Así, desde las orientaciones que brinda la agroecología, como una posible alternativa que pueda aportar a la construcción de estrategias localmente aplicables para la conservación y uso de estas especies, se sugiere en primera instancia revisar y actualizar la discusión en torno a los procesos tradicionales de trabajo con las comunidades campesinas, fundamentados hasta ahora, en la transferencia de conocimientos y tecnologías bajo un enfoque unidireccional, que aunque tuvo vigencia el siglo pasado y sus externalidades negativas han sido ampliamente documentadas, aún permanece afincado en la mayoría de centros de investigación.

En otras palabras, como punto de partida para llevar a cabo procesos de conservación que involucren comunidades campesinas, urge superar la versión vertical de inserción de conocimiento desde el exterior que, a través de rutas de transferencia, inducen al fortalecimiento de otros sectores, en detrimento de las economías campesinas y su medio natural circundante. Sobre ello, la evidencia empírica obtenida durante las cuatro últimas décadas desde la agroecología, incluida esta investigación, ha demostrado que el conocimiento de comunidades campesinas, acumulado a lo largo del tiempo sobre los agroecosistemas, puede aportar soluciones específicas de cada lugar, para resolver los problemas sociales y medioambientales. Más aún si han sido distintas las etnicidades (con cosmovisiones diferenciadas) que han interactuado con él en cada momento histórico, aportando cada una su conocimiento para obtener dichas soluciones (Sevilla, 2006).

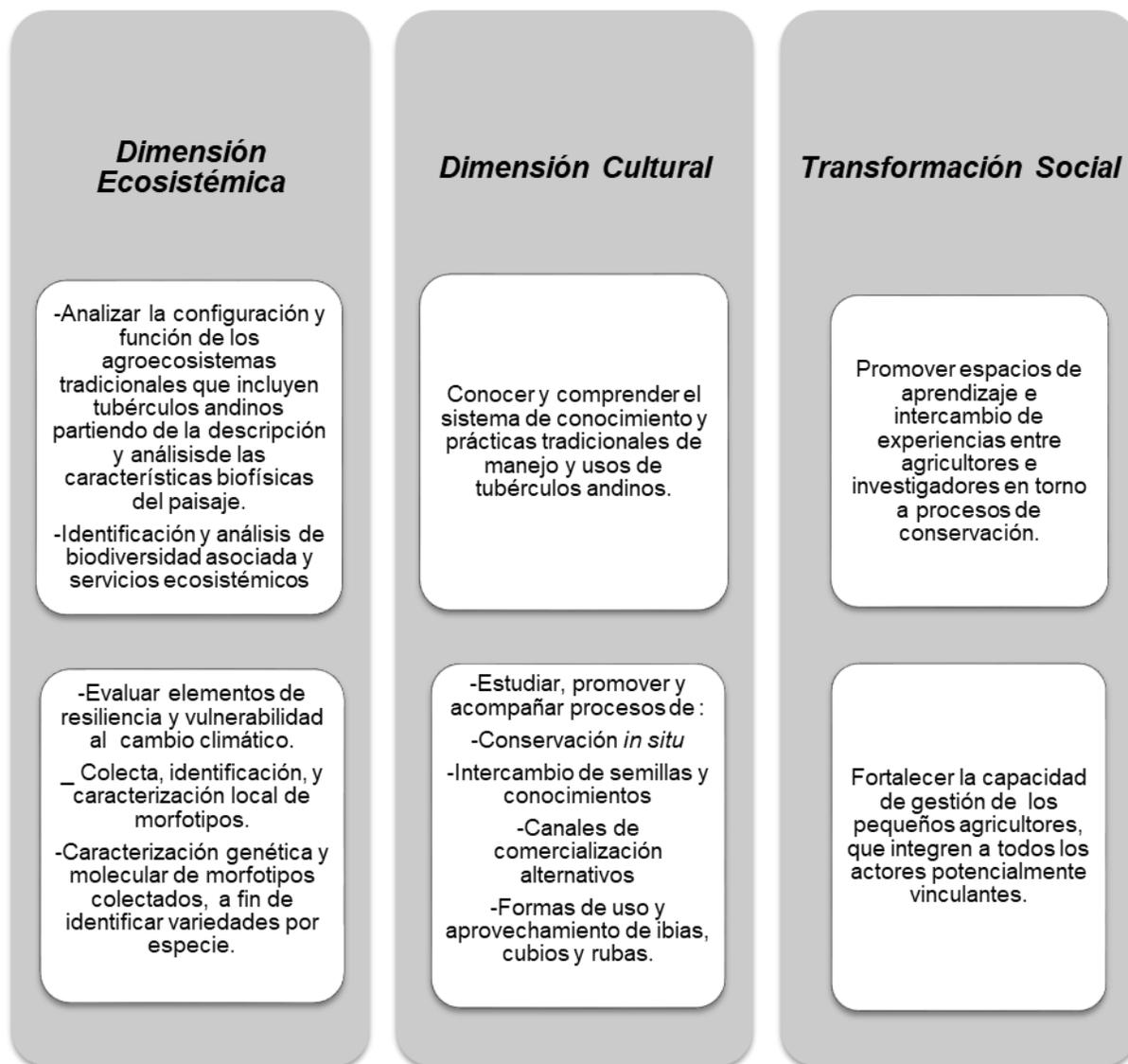
En este orden de ideas, se asume que los procesos de investigación que involucren la conservación y uso de agrobiodiversidad, deberían darse en función de un proceso dinámico e interactivo en que los usuarios de tecnologías, insumos, procesos y demás, son sus co-generadores y en cuya ejecución interactúan y confluyen una variedad de actores e interesados para lograr un cambio integral deseable.

Para este caso en particular, el insumo corresponde al germoplasma de tubérculos andinos como parte indivisible de agroecosistemas tradicionales, que ligado al conocimiento local de la comunidad campesina, se expresa en una tradición de consumo

y cultivo que se pretende conservar. Investigaciones que de manera transversal y complementaria pueden abordarse a partir de las dos dimensiones de la Agroecología, ya descritas (Ecosistémica y Cultural). Sin embargo, considerando que en los territorios donde se cultivan estas especies, los procesos de organización local, constituyen un motor fundamental, se incluye una tercera dimensión, a la cual autores como Sevilla (2006), Ottman (2005) y López (2012), denominan de Transformación Social. Dimensión que según los autores puede llegar a tener una incidencia directa incluso en la formulación de políticas públicas producto de los procesos de gestión comunitaria con distintos actores en los territorios.

Así, desde las tres dimensiones propuestas para investigaciones que involucren la conservación de las tres especies andinas, se sugiere la inclusión de temas que van desde: el análisis de la configuración y función de los agroecosistemas tradicionales, las características de su paisaje circundante, el estudio de los servicios ecosistémicos ligados a ellos, su resiliencia al cambio climático; pasando por la comprensión y valoración del conocimiento local ligado al manejo y cultivo de estos agroecosistemas, hasta el fortalecimiento de capacidades y gestión en temas de comercialización y conservación. En la figura 5-1 se presenta un primer esbozo de este planteamiento temático.

Figura 5-1. Temas a considerarse en procesos de conservación *in situ* de tubérculos andinos, desde las tres dimensiones de la agroecología.



Fuente: Esta investigación con base en Clavijo et al., (2014).

Parfraseando a Toledo (2012:37), y encontrando sus enunciados, en perfecta concordancia con la figura anterior, esta triple dimensión de la agroecología permite orientar los procesos de investigación para la conservación *in situ* “ (...) *no solamente por ser una epistemología innovadora y crítica, sino que la vuelve una práctica productiva*

*insertada en un movimiento social ligado con las reivindicaciones de los pequeños productores, campesinos y pueblos indígenas (...)*¹⁴.

Aunque parta de la dimensión técnica y su primer nivel de análisis sea el agroecosistema, desde él, se pretende entender la multiplicidad de factores que los configuran y afectan. El resto de los niveles de análisis de la agroecología consideran importante la matriz comunitaria en la que se inserta el agricultor; es decir la matriz sociocultural que dota de una praxis intelectual y política a su identidad local y a su red de relaciones sociales (Sevilla, 2000). En consecuencia, surgen retos novedosos para los procesos de investigación sobre tubérculos andinos a la luz del enfoque integral de la agroecología.

Ahora bien, en este punto, y tal como pudo apreciarse en esta investigación, la viabilidad de los sistemas tradicionales agrodiversos que cultivan tubérculos andinos, depende entre otros factores de la articulación que éstos tengan con la esfera del consumo, pues la venta de sus productos en el mercado, es una actividad importante en la generación de sus ingresos. Sin embargo hay que señalar que en la globalización alimentaria, donde la homogeneidad y el abastecimiento constante a gran volumen se priorizan, estos sistemas de producción tradicionales no compaginan, específicamente por el tipo de productos que cultivan, su manejo sostenible y la necesidad de ingresos estables, por cuanto ellos requieren de canales de comercialización alternativos que otorguen valor al origen de sus productos, a la diversidad de los mismos en tanto alimentación y usos alternativos, a la forma sostenible de su producción y a las externalidades positivas que esto causa en el medioambiente (Toledo et al., 2014).

Lo anterior, en oposición a la estructura comercial fundamentada en el modelo económico neoliberal donde prima la homogenización, productos deslocalizados (por ejemplo, muchos de los alimentos que se expenden en los supermercados de cadena son importados), con empresas multinacionales como principales reguladoras de precios, con creciente extracción de energía y materiales pues la producción agroalimentaria, bajo este esquema ocurre primordialmente de forma artificializada (Pengue, 2005).

¹⁴ Toledo, V. 2012. La Agroecología en Latinoamérica: Tres Revoluciones, una Misma Transformación. En Revista Agroecología, (6): 37.

En este sentido los **canales alternativos de comercialización** implican un importante grado de organización por parte de las comunidades campesinas, a fin de articular de manera eficiente su producción en circuitos cortos, es decir donde el intermediario no exista, o su participación sea mínima. De esta manera la relación productor-consumidor se estrecha y no solo a través del intercambio de cultivos andinos en fresco, pues el ingreso a un proceso de comercialización de este talante, implica desarrollar capacidades y habilidades familiares y comunitarias de transformación y procesamiento de estos alimentos, a fin de ampliar de manera considerable la gama de productos ofertados.

Lo enunciado nos lleva entonces a plantear los fundamentos de otro tipo de **economía, particularmente la solidaria**, desde la cual la autora considera pueden dinamizarse los mercados locales y regionales en torno a los tubérculos andinos, en respuesta a su contexto ecosistémico, social y cultural, sin contravenir las lógicas campesinas de intercambio monetario y no monetario, resaltando primordialmente el valor de uso de estas especies.

“La economía solidaria, supone un intento de repensar las relaciones económicas desde unos parámetros diferentes. Frente a la lógica del capital, la mercantilización creciente de las esferas públicas y privadas, y la búsqueda de máximo beneficio, la Economía Solidaria persigue construir relaciones de producción, distribución, consumo y financiación basadas en la justicia, cooperación, la reciprocidad, y la ayuda mutua. Frente al capital y su acumulación, la economía solidaria pone a las personas y su trabajo en el centro del sistema económico, otorgando a los mercados a un papel instrumental siempre al servicio del bienestar de todas las personas y de la reproducción de la vida en el planeta” (Pérez et al., 2008:8).

Bajo el marco que otorga la economía solidaria, el acercamiento de tipo relacional y físico, entre consumidor y agricultor tradicional andino, puede expresarse de forma eficiente y efectiva tanto a nivel local como regional, por ejemplo: puede darse de manera directa en la finca, o por la venta a consumidores a través de canastas cerradas o a través de pedidos que se entregan puerta a puerta ya sea entre vecinos cercanos u otros habitantes de la zona; también se llevan a cabo intercambios monetarios en mercados locales de productores los días de feria o entrega directa a expendios de alimentos regionales. Otra estrategia que resalta es la creación de cooperativas de productores que

se encargan específicamente de las tareas logísticas de distribución, incluido el acopio, gestión de pedidos y transporte (Soler y Pérez, 2012).

Por todo lo anterior, y tomando como base los procesos de organización local que en torno a los procesos productivos se han gestado en la zona de estudio, esta investigación sugiere considerar las siguientes estrategias de acción, como pasos complementarios y necesarios en un proceso de investigación en pro de la conservación *in situ* en los territorios que cultivan estas especies:

- **Fortalecimiento de Procesos de Capacitación y Acompañamiento:** en este escenario y considerando las particularidades de los tubérculos andinos, se pone sobre la mesa la proyección de una nueva forma de acompañamiento a las comunidades campesinas, fundamentado más que en asistencia técnica *per se*, en un proceso de aprendizaje conjunto con múltiples actores y relaciones, enfatizando para ello en la importancia estratégica de conectar diferentes redes de generación y circulación de información y conocimientos para promover la viabilidad, la calidad y el impacto de los procesos de desarrollo en el sector rural (Pérez y Clavijo, 2012). En este sentido, un acompañamiento con enfoque transdisciplinar tomaría protagonismo.
- Lo anterior implicaría, el fomento de **un Marco de Gobernanza Local**, es decir, de apoyo y generación de capacidades de los actores locales para crear mecanismos institucionales colectivos capaces de regular el empleo de estos recursos y la distribución de los beneficios.
- El **Impulso de los Liderazgos Locales** como un elemento importante pues las fuerzas vivas de las comunidades deben ser las que propongan, promuevan y usufructúen de estas iniciativas (Urrutia, 2009).
- **Fomento de Capital Social:** la creación de relaciones de confianza y de credibilidad, basadas en conductas de reciprocidad y cooperación, entre todos los actores del territorio. De hecho, la acumulación de capital social constituye una condición necesaria para hacer viable los procesos de innovación rural (Pérez y Clavijo, 2012).

- **La animación de redes de cooperación**¹⁵, a partir de las cuales se dinamice el conjunto de los diversos activos y potencialidades existentes en el territorio a fin de operar en una lógica de competencia vinculante y desde el conjunto de economías derivables de sus capacidades de autogestión y autonomía. Lo cual implica, como lo afirman Schejtman y Berdegué (2004), la creación de un proceso de transformación productiva e institucional en aquellos espacios sociales tradicionalmente excluidos y marginados.

- **La Visibilización y Valoración del Conocimiento Local:** el conocimiento local componente intrínseco de los agroecosistemas tradicionales, es por ende incorporado a la construcción de la identidad de un producto material a través de su visibilización y valoración como bien inmaterial y/o patrimonial. De tal manera que la valorización de los tubérculos andinos como producto o servicio con fuerte identidad territorial, puede generar economías externas positivas para los productores de otros bienes o servicios pertenecientes al territorio, y favorece un círculo virtuoso de desarrollo local (ejemplo: restaurantes, hoteles y tiendas locales y regionales).

- **El Diseño y Promoción de Canales Alternativos de Comercialización.** Tal como se plantea en esta investigación, los cultivos andinos no pueden ser vistos bajo el mismo esquema comercial de los cultivos convencionales, pues dada sus características sociales, culturales, históricas y ambientales, no compiten con éxito en las arenas económicas neoliberales. En este sentido, circuitos cortos de comercialización, mercados de economía solidaria y de comercio justo, así como aquellos que valoran la alimentación saludable y diversificada, pueden ser una importante opción.

¹⁵ Actores públicos y privados, relativamente autónomos, entran en una interacción, desarrollan una visión común. A partir del interés y del conocimiento, empiezan a negociar opciones de proyectos conjuntos y empiezan a estructurar una serie de vínculos de reciprocidad. En estas formas de colaboración e interconectividad aparecen formas más sistemáticas de cooperación, en el sentido de una operación conjunta, que supone un proceso más complejo de coordinación que requiere alguna forma de estructuración (Zimmermann, 2004).

-
- De hecho, pensar en **la oferta de una canasta de bienes en el territorio**, puede ser una oportunidad dentro de la cual la identidad cultural es protagonista. La canasta de bienes, es un término que se aplica a un conjunto de productos fuertemente vinculados con la cultura y con la historia local. En este caso, los cultivos andinos se vuelven un instrumento para valorizar el territorio (Ray, 1998).

 - Lo anterior nos lleva a plantear la posibilidad de **Participar en Mercados Dinámicos**: la demanda externa al territorio es por lo general el motor de las transformaciones productivas y, por lo tanto, es esencial para los incrementos de la productividad y del ingreso. En este sentido, una estrategia de cadena de valor, cobra sentido, pues la “encapsulación” del territorio en un producto, que puede ser comercializado directamente (a través de circuitos cortos) y usado en la promoción del territorio, permite a la comunidad retener una parte mayor del beneficio económico (Acampora y Fonte, 2007).

 - **Fomento de Actividades Productivas Alternas**, como por ejemplo el agroturismo, las ferias de agrobiodiversidad, las innovaciones culinarias, la incursión en el mercado de los servicios alimentarios, la promoción de recetas y alimentos de tipo gourmet.

A. Anexo 1: Material base disponible para análisis de cobertura, incluye información de fotografías aéreas.

C- 1551/42:

Vuelo: C- 1551

Escala aprox. 1:18500

Fecha: 28/08/1974

Región: Arcabuco-Puente Boyacá/Boyacá

Sobre: 27291

C-2120/84

Vuelo: C-2120

Escala aprox. 1:19290

Fecha: 17/01/1984

Región: Nemocón/Cundinamarca

Sobre: 32058

C-2804/152

Vuelo: 2804

Escala aprox. 1:38250

Fecha: 08/02/2007

Región: Tuta-Rondón/Boyacá

Sobre: 40811

C-2524/48, 51

Vuelo: C-2524

Escala aprox. 1:43900

Fecha: 23/12/1993

Región: Cumaral, Río Pomeca/Meta

Sobre: 36800

C-2239/55

Vuelo: 113

Escala aprox. 35280

Fecha: 08/01/1986

Región: San Joaquín/SI

Sobre: 33320

- Imágenes satelitales a color disponible:

1985: Landsat 5

LM50070561986013AAA03

LT40070561992246XXX02

LT50070561985026XXX04

LT50070561986013XXX11

LT50070561989357CPE00

2000: Landsat 7

LE70070562000044EDC00

2016: Landsat 8

LC08_L1TP_007056_20160116

LC08_L1TP_007056_20160201_20170330_01_T1

LC80070562016016LGN00

B. Anexo 2: Estaciones meteorológicas cuyos datos fueron usados en esta investigación.

| Código | Nombre | Latitud | Longitud |
|-----------------|---------------------|----------------|-----------------|
| 24035130,000000 | UPTC | 5,553556 | -73,355278 |
| 35060310,000000 | QDA LOS TRABAJOS | 4,866667 | -73,366667 |
| 35070140,000000 | ALMEIDA | 4,966667 | -73,383333 |
| 35070470,000000 | ESC LOS MOLINOS | 4,950417 | -73,410167 |
| 35070500,000000 | CAMPO REAL | 4,995778 | -73,381528 |
| 35090010,000000 | POTRERITO | 5,477583 | -72,948611 |
| 35090030,000000 | AQUITANIA | 5,516667 | -72,883333 |
| 35090060,000000 | CAZADERO | 5,283333 | -72,983333 |
| 35090070,000000 | EL GUAMO DE SISBACA | 5,366667 | -72,916667 |
| 35095010,000000 | AQUITANIA | 5,533333 | -72,883333 |

| | | | |
|-----------------|---------------------------|----------|------------|
| | | | |
| 35190020,000000 | TOQUILLA | 5,523611 | -72,704778 |
| 24010630,000000 | ARCABUCO | 5,760583 | -73,444139 |
| 35080030,000000 | CAMP. BUENAVISTA | 5,182972 | -73,086750 |
| 24035020,000000 | BETEITIVA | 5,907278 | -72,810611 |
| 24030280,000000 | BOAVITA | 6,333333 | -72,600000 |
| 23120060,000000 | BUENAVISTA | 5,514917 | -73,943111 |
| 35080060,000000 | LOS CEDROS | 5,013611 | -73,203444 |
| 35080120,000000 | CEDROS EL PUENTE | 5,000000 | -73,216667 |
| 35085050,000000 | CAMPOHERMOSO | 5,034500 | -73,103667 |
| 35090050,000000 | VISTA HERMOSA | 5,006028 | -73,038861 |
| 24030590,000000 | CERINZA | 5,962250 | -72,938500 |
| 35070060,000000 | LOS QUINCHOS CHINAVITA | 5,232833 | -73,349833 |

| | | | |
|-----------------|----------------------|----------|------------|
| 35070070,000000 | | 5,164722 | -73,350389 |
| 24030360,000000 | CHISCAS | 6,533333 | -72,500000 |
| 24035250,000000 | CHITA | 6,188333 | -72,466333 |
| 24030500,000000 | COL DPTAL AGROP | 5,558833 | -73,281667 |
| 24030310,000000 | COMBITA | 5,628917 | -73,324000 |
| 23120210,000000 | COPER | 5,474667 | -74,045917 |
| 24030700,000000 | COVARACHIA | 6,514750 | -72,732944 |
| 35095030,000000 | EL TUNEL | 5,572111 | -72,943944 |
| 24010830,000000 | SAN PEDRO IGUAQUE | 5,640000 | -73,450444 |
| 35070190,000000 | CHIVOR | 4,886333 | -73,367361 |
| 24025030,000000 | LA SIERRA | 5,967028 | -73,162111 |
| 24030070,000000 | LAS VEGAS | 5,855611 | -73,075000 |
| 24030350,000000 | DUITAMA | 5,834306 | -73,035694 |

| | | | |
|-----------------|-----------------------|----------|------------|
| | | | |
| 24030610,000000 | EMPODUITAMA | 5,850000 | -73,050000 |
| 24030840,000000 | LA ANTENA TV RUSIA | 5,891639 | -73,082389 |
| 24030870,000000 | LOS PINOS | 5,816667 | -73,066667 |
| 24030880,000000 | LA AMARILLA | 5,800000 | -73,066667 |
| 24035090,000000 | HIMAT R 4 | 5,783333 | -73,050000 |
| 24035120,000000 | SURBATA BONZA | 5,802444 | -73,074472 |
| 24035210,000000 | SAN LORENZO | 5,783333 | -73,083333 |
| 24035350,000000 | ANDALUCIA | 5,901139 | -73,058333 |
| 24030260,000000 | EL COCUY | 6,406806 | -72,444611 |
| 24030660,000000 | EL MORIÑO | 6,376056 | -72,418694 |
| 24031010,000000 | EL COCUY | 6,406806 | -72,444611 |
| | FIRAVITIBA | | |
| 24030540,000000 | | 5,665444 | -72,978444 |

| | | | |
|-----------------|-----------------------|----------|------------|
| | | | |
| 24010810,000000 | GACHANTIVA | 5,751056 | -73,549583 |
| 24030640,000000 | NIMICIA ESC. RURAL | 5,815694 | -72,769806 |
| 35070090,000000 | LAS JUNTAS | 5,016667 | -73,383333 |
| 35070200,000000 | EL CARACOL | 5,050000 | -73,383333 |
| 35080100,000000 | PTE. FORERO | 5,101389 | -73,250833 |
| 24030310,000000 | COMBITA | 5,628917 | -73,324000 |
| 23120030,000000 | OTANCHE | 5,661667 | -74,184556 |
| 24035170,000000 | TUNGUAVITA | 5,745917 | -73,116361 |
| 24030510,000000 | EL CEREZO | 5,699306 | -73,071750 |
| 24010870,000000 | PALERMO | 5,899528 | -73,196194 |
| 35080050,000000 | PAEZ | 5,096361 | -73,053222 |
| 35070210,000000 | PACHAVITA | 5,139250 | -73,395639 |

| | | | |
|-----------------|--------------|----------|------------|
| 23125080,000000 | OTANCHE | 5,661667 | -74,184556 |
| 24030450,000000 | EL ENCANTO | 5,606333 | -73,323361 |
| 35075010,000000 | NUEVO COLON | 5,353806 | -73,456500 |
| 24035150,000000 | BELENCITO | 5,778694 | -72,890750 |
| 24030790,000000 | NOBSA | 5,773417 | -72,940250 |
| 23120050,000000 | MUZO | 5,535750 | -74,100889 |
| 24010840,000000 | PANELAS | 5,634611 | -73,385806 |
| 24011110,000000 | POTRERO CEBA | 5,833333 | -73,550000 |
| 24010750,000000 | MIRAVALLS | 5,925833 | -73,609167 |
| 24010710,000000 | MONQUIRA | 5,851389 | -73,576500 |
| 24030190,000000 | MONGUI | 5,724556 | -72,849806 |
| 24030560,000000 | MONGUA | 5,759944 | -72,792472 |
| 35085040,000000 | EL VIVERO | 5,192556 | -73,144778 |

| | | | |
|-----------------|---------------------|----------|------------|
| 35085010,000000 | MIRAFLORES | 5,200000 | -73,150000 |
| 23120150,000000 | MARIPI | 5,550000 | -74,016667 |
| 35080110,000000 | ALTO MUCENO | 5,005139 | -73,258611 |
| 35075040,000000 | INST AGR MACANAL | 4,941056 | -73,316694 |
| 35070520,000000 | LOS POMARROSOS | 4,931417 | -73,350361 |
| 35070460,000000 | EL VOLADOR | 4,983333 | -73,350000 |
| 35070130,000000 | QUBRADA HONDA | 4,951444 | -73,313222 |
| 35070120,000000 | MACANAL | 4,966667 | -73,316667 |
| 24015230,000000 | EL CARMEN | 5,650000 | -73,516667 |
| 24015170,000000 | PASADENA | 5,683333 | -73,600000 |
| 24010410,000000 | HDA. EL EMPORIO | 5,601611 | -73,544056 |
| 24035010,000000 | CUSAGUI | 6,245278 | -72,545444 |

| | | | |
|-----------------|----------|----------|------------|
| 24030580,000000 | JERICO | 6,139806 | -72,590333 |
| 35070220,000000 | JENESANO | 5,416667 | -73,366667 |
| 24030230,000000 | IZA | 5,616167 | -72,976083 |

Bibliografía

- ACAMPORA, T Y FONTE, M (2007). Productos típicos, estrategias de desarrollo rural y conocimiento local. En Opera No. 7: 191-212
- ACEVEDO, A (2015). Revaloración de las funciones múltiples de las agriculturas del campesinado como estrategia de resistencia y adaptación en la cuenca del río Guaguarco, sur del Tolima – Colombia. Bogotá: Universidad Nacional.
- AGUIRRE, S; PIRANEQUE N; PÉREZ, I (2012). Sistema de producción de tubérculos andinos en Boyacá, Colombia. Cuadernos de desarrollo rural, 9 (69), 257-273.
- AIDE, T.M., CLARK, M.L., GRAU, H.R., LOPEZ-CARR, D., LEVY, M. A, REDO, D., BONILLA-MOHENO, M., RINER, G., ANDRADE-NUÑEZ, M.J. Y MUÑIZ, M (2012) Deforestation and Reforestation of Latin America and the Caribbean (2001 – 2010). *Biotropica*, 45, 262–271.
- AIRE G., CHARAJA R., DE LA CRUZ H., GUILLERMO B., GUTARRA M., HUAMANÍ P., PARI R (2013). Efecto de *Tropaeolum tuberosum* frente a la hiperplasia prostática benigna inducida en ratas Holtzman. *CIMEL Ciencia E Investigación Médica Estudiantil Latinoamericana*. 18: 1–13.
- ALAVAREZ, I; POLANCO, D; RÍOS, L (2014). Reflexiones acerca de los aspectos epistemológicos de la agroecología. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 11(74), 55-74
- ALMEIDA, E., VILELA, L., DE CARVALHO, H. H., & TEIXEIRA, C (2010). Molecular characterization and genetic diversity of potato cultivars using SSR and RAPD markers. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 10(3), 204–210.
- ALTIERI, M Y NICHOLS, C (2008). Los impactos del cambio climático sobre las comunidades Campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. *Agroecología* 3:7-28.
- ALTIERI, M (2012). Agroecología, pequeñas fincas y soberanía alimentaria, en *Agroecología Política*. No. 38.

-
- ALTIERI, M Y NICHOLS, C (2007). Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Editorial ICARIA, Barcelona, 247 p.
 - ALTIERI, M Y NICHOLS, C (2013). Agroecología y Resiliencia al Cambio Climático: Principios y Consideraciones Metodológicas. En Altieri y Nicholls (Ed.) Agroecología y Cambio Climático. Metodologías para Evaluar la Resiliencia Socio-Ecológica en comunidades Rurales 7-20 p. Lima: REDAGRES, CYTED, SOCLA.
 - ALTIERI, M. (1996). Un enfoque agroecológico para el desarrollo de sistemas de producción sostenibles para los campesinos andinos. En Seminario Regional para la promoción de Sistemas de Producción Agrícola Sostenibles para el sector campesino en los Andes Centrales. Quito: IICA-CONDESAN-CIP-FAO-UNEP
 - ALTIERI, M (1999). Agroecología: Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. NORDAN. Montevideo. UY. 338 p.
 - ANGEL, A (1995). La fragilidad ambiental de la cultura. Ed. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 127 p.
 - ANGEL, A (1996). El reto de la vida. Ecosistema y Cultura: Una introducción al estudio del medio ambiente. Bogotá: Ecofondo, 109 p.
 - ARAGÜÉS, R (2013). Apuntes sobre la teoría del valor de Marx. Cuaderno de Materiales. No. 25. 5-24.
 - ARAUS JL, FERRIO JP, BUXO R, VOLTAS J (2007). The historical perspective of dryland agriculture: lessons learned from 10.000 years of wheat cultivation. *Journal of Experimental Botany* 58(2): 131-145
 - ARBIZU. C. (2004). Clasificación y morfología. En G. López M. y Hermann (Eds.), El cultivo del ulluco en la sierra central del Perú. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). N° 3. Centro Internacional de la Papa, Universidad Nacional del Centro, Instituto Vida en los Andes, Universidad Nacional Agraria La Molina, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú (p.5-12)
 - ARIAS, M (2011). Análisis y comparación de los glucosinolatos presentes en diferentes accesiones de cubio para evaluar su uso potencial en el control del patógeno de la papa *Spongospora subterránea*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
 - ARIAS, M (2000). La triangulación metodológica: sus principios, alcances y

- limitaciones. Investigación y educación en enfermería. Vol. XVIII, N° 1, 2000, pp. 13-26.
- ARIAS, M (2009). Interdisciplinariedad y triangulación en Ciencias Sociales, en Diálogos, Revista Electrónica de Historia, Vol. 10 N° 1, pp. 117-136.
- ARMENTERAS, D., RODRÍGUEZ, N., RETANA, J., Y MORALES, M (2011). Understanding deforestation in montane and lowland forests of the Colombian Andes. *Regional Environmental Change*, 11(3), 693-705.
- ARMENTERAS, D., RUDAS, G., RODRÍGUEZ, N., SUA, S., Y ROMERO, M. (2006). Patterns and causes of deforestation in the Colombian Amazon. *Ecological Indicators*, 6(2), 353-368.
- ARUQUIPA, R; TRIGO, R; BOSQUE, H; MERCADO, G Y CONDORI. J (2017). El Isaño (*Tropaeolum tuberosum*) un cultivo de consumo y medicina tradicional en Huatacana para el beneficio de la población boliviana. *RIIARn* Vol.3(2):146-15
- BALMFORD, A., GREEN, R., & PHALAN, B (2012). What conservationists need to know about farming. *Proceedings of the Royal Society*, (279), 2714–2724. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.0515>
- BARBERO, J; LÓPEZ, F; ROBLEDO, A (2000). *Cultura y Región*, Bogotá: CES.
- BARNES, T (1999). *Landscape ecology and ecosystems management*. Cooperative Extension Service University of Kentucky College of Agriculture. Disponible en: www.uky.edu/ag/pubs/for/for76/for76.pdf.
- BARÓN, M; CLAVIJO, N Y COMBARIZA, J (2010). *Recetario. Tubérculos Andinos de Turmequé y Ventaquemada*, Departamento de Boyacá, Colombia. Javegraf, Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana.
- BARRERA, V; TAPIA, C Y MONTEROS (2004). *Raíces y Tubérculos Andinos, Alternativas para la Conservación y uso sostenible en el Ecuador*. INIAP, Quito.
- BARRIL, A Y ALMADA, F. 2007 (Ed). *La agricultura familiar en los países del cono sur*. Asunción: IICA
- BENNET, A. (2003). *Linkages in the landscape: The role of corridors and connectivity in wildlife conservation*. IUCN. Gland, Suiza. 254pp.
- BENZING, A. (2001). *Agricultura Orgánica. Fundamentos para la región andina*, Neckar-Verlag, Villingen, 682p.
- BERNAL, H. Y J. CORREA. (1998). Oxalidaceae. En: *Especies vegetales promisorias del Convenio Andrés Bello*. Tomo XII. CAB (ed.), Bogotá. pp. 219-262

-
- BERTALANFFY, L. (2000). Teoría General de los Sistemas. Fondo de Cultura Económica, Bogotá. 311p.
 - BISHT, I; RAO, K; BHANDARI, D, NAUTIYAL, S Y MAIKHURI, R; DHILLON, B. (2005). A suitable site for in situ (on-farm) management of plant diversity in traditional agroecosystems of western Himalaya in Uttaranchal state: a case study. *Genetic Resources and Crop Evolution* (2006) 53: 1333–1350.
 - BLANCO, A., M. L. UGARTE, X. CADIMA, S. GASPAS (1996). Documentación de la colección de oca, papalisa e isaño. En: Informe anual 1995-96 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. VI 26-VI 28.
 - BLANCO, D (2012). *Influencia del enfoque agroecológico en el trabajo comunitario de Agrosolidaria en Tibasosa, Boyacá* (trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá). Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12455/BlancoBetancourtDianaMarcela2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 - BORODOWSY, E (2014). Sistemas Forestales (pp 81-122). En *Agroecosistemas. Caracterización, implicaciones ambientales y socioeconómicas* (Lombardo y otros Editores). Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía.
 - BROOKFIELD, H Y STOCKING, M (1999). Agrobiodiversity: definition, description and design. *Global Environmental Change*: 9: 77-80. Buenos Aires. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. UNLP. 225 pp.
 - BROOKFIELD, H., PADOCH, C. (2007). Managing biodiversity in spatially and temporally complex agricultural landscapes. En: Jarvis, D.I., Padoch, C., Cooper, H.D. (eds.), *Managing biodiversity in agricultural ecosystems*, pp. 338-361. Biodiversity International and Columbia University Press. New York, NY, USA.
 - BRUSH, S. (1999). The issues of in situ conservation of crop genetic resources. See Ref. 173, pp. 3–28
 - BRUSSAARD, L., DE RUITER, P.C., BROWN, G.G., (2007). Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 121, 233–244.
 - BUREL, F (1996) Hedgerows and their role in agricultural landscapes. *Critical reviews in plant sciences* 15: 169-190.
 - BUSHNELL D (1996). Colombia una nación a pesar de sí misma. De los tiempos precolombinos a nuestros días. Editorial Planeta Colombia S.A. 24-326pp

- CADAVID, I (2012). Conservación de Agrobiodiversidad por Familias Campesinas de los Andes Colombianos: Estudio de caso en los Municipios de Ventaquemada y Turmequé, Departamento de Boyacá (Colombia). Tesis-Carrera de Ecología. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- CADIMA, X (2006). Tubérculos. pp. 347-369. En: Moraes, MR., B. Øllgaard, F. Kvist, F. Borchsenius y H. Balslev (eds.), *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- CADIMA, X., M. L. UGARTE (1996). Mantenimiento in vitro de las colecciones de oca, papalisa e isaño. En: Informe anual 1995-96 IBTA PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. VI 37-VI 38
- CAMPOS, D; NORATTO, G; CHIRINOS, R; ARBIZU, C; ROCA, W Y CISNEROS, L (2006). Antioxidant capacity and secondary metabolites in four species of Andean tuber crops: native potato (*Solanum* sp.), mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón), Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) and ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas) en *J Sci Food Agric* 86:1481–1488.
- CANTOR, G (2002). La Triangulación Metodológica en Ciencias Sociales. Reflexiones a partir de un trabajo de investigación empírica. En *ciencias sociales Cinta moebio* 13: 58-69. Disponible en www.moebio.uchile.cl/13/cantor.htm Consultado el 24 de octubre de 2015
- CAPORAL, F.R., COSTABEBER, J.A., Y PAULUS, G. (2006). *Agroecología Matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável*. Brasília.
- CAPORAL, F.R., COSTABEBER, J.A., Y PAULUS, G. (2009). *Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade*. Brasília. En: http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/OPB2447.pdf.
- CARDALE SCHRIMPF, M., (1987). En busca de los primeros agricultores del altiplano Cundiboyacense. *Maguaré* 5: 99-126. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- CASAS, A Y PARRA, F. (2007). Agrobiodiversidad, parientes silvestres y cultura, *LEISA, Revista de Agroecología*, 23 (2) 1-8.
- CASTAÑEDA, O. (1993). Manejo de Plagas en el Sistema de Producción Orgánica: Memorias sobre el Modulo II de Bases Prácticas de la Agroecología en el Desarrollo Centroamericano. (1993, San Martín Zapotitlan, Retalhuleu, GT). 1993. Origen y Evolución de las Plagas y su Manejo en la Agricultura

-
- CAVELIER, I. (2006). Perspectivas culturales y cambios en el uso del paisaje: Sabana de Bogota, siglos XVI-XVII. pp. 127-140. En: Váldez, F. (ed.). Agricultura Ancestral: Camellones y Albarradas. Ediciones Abya Yala. Quito, Ecuador. 361 p.
 - CEDANO, I (2016). Evaluación de la actividad antioxidante de tres productos alimenticios formulados con la inclusión de ibia (*Oxalis tuberosa* Molina); cubio (*Tropaelum tuberosum* Ruíz & Pavón) y ruba (*Ullucus tuberosus* Molina) provenientes del municipio de Ventaquemada-Boyacá, Colombia. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
 - CERON, A. (2016). Caracterización de la ruba (*Ullucus tuberosus* Caldas) desde la perspectiva etnobotánica, alimentaria y nutricional. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
 - CERONI, M; LIU, S Y CONSTANZA, R. (2007). Papel ecológico y económico de la biodiversidad en los agroecosistemas. En El Manejo de la Biodiversidad Agrícola. Roma: Biodiversity Internacional.
 - CHABUR, M. (2012). Evaluación del efecto liofilizado de cubios (*Tropaelum tuberosum*) en las poblaciones microbianas del suelo como estrategia de manejo de rhizoctonias en papa. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
 - CHIRINOS, R; BETALLELUZ, I; HUAMAN, A; ARBIZU, C; CAMPOS. (2007). D. Hplc-dad characterisation of phenolic compounds from andean oca (*Oxalis tuberosa mol.*) Tubers and their contribution to the antioxidant capacity.
 - CIPAGAUTA, J. (1993). Tradiciones culturales de la alimentación y de la producción agrícola muisca en el municipio de Tunja. Tesis de pregrado. UPTC. Tunja, Colombia. 158 p.
 - CISTERNA, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. En *Theoria*, Vol. 14 (1) 61-71.
 - CLAVIJO, N. (2003). Calendarización, Uso Racional, Sustitución o Rediseño: Una comparación entre horticultores orgánicos y convencionales de la zona norte de Cartago en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 119 p.
 - CLAVIJO, N (2011). Tubérculos andinos en Boyacá. Un caso de innovación participativa en Memorias del VII Seminario de Desarrollo Rural. Mundos Rurales

- y Transformaciones Globales: Desafíos y Estrategias de Respuesta. Pontificia Universidad Javeriana.
- CLAVIJO, N., COMBARIZA, J., & BARÓN, M. T. (2012). Recognizing Rural Territorial Heritage: Characterization of Andean Tuber Production Systems in Boyacá Reconociendo el patrimonio en *Rev. Agronomía Colombiana* 29(2), 315–322.
- CLAVIJO, N. 2013. *Agroecología en la Zona Andina*. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.
- CLAVIJO, N; BARON, M Y COMBARIZA, J. (2014). *Tubérculos Andinos. Conservación y Uso desde una Perspectiva Agroecológica*. Bogotá. Ed. Pontificia Universidad Javeriana, 280 p.
- CLAVIJO, N Y PÉREZ, M (2014). Tubérculos andinos y conocimiento agrícola local en comunidades rurales de Ecuador y Colombia. En *Cuadernos de Desarrollo Rural*, Bogotá: II (74) pp: 149-166.
- CLAVIJO, N (2018). Fundamentos y experiencias de innovación participativa. El caso de familias agricultoras y la conservación de tres tubérculos andinos marginados en Boyacá, Colombia. Pp 153-170. En Valencia, M; Grisa,C; Peyeré, I; Ramirez, C (Coor.). *Gestión y Dinámicas de Desarrollo Territorial*. Curitiba:CRV.
- CLAVIJO, N. (2018). Cultura y conservación in situ de tubérculos andinos marginados en agroecosistemas de Boyacá: un análisis de su persistencia desde la época prehispánica hasta el año 2016. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 14(80), 19 pp.
- CLAVIJO, N Y SANCHEZ, H. (2019). Agroecología, seguridad y soberanía alimentaria. El caso de los agricultores familiares de Tibasosa, Turmequé y Ventaquemada en Boyaca (pp 35-58). En ACEVEDO, A Y JIMENEZ, N (Comp). *Agroecología. Experiencias para la agricultura familiar en Colombia*. Bogotá:Uniminuto.
- CLINE WR. (2007). *Global warming and agriculture: impact estimates by country*. Center for Global development Washington DC.
- CONDESAN, (2013). Memoria de Foro Virtual: Foro virtual “Investigación en Agrobiodiversidad Andina en un contexto de cambios globales” Disponible en: http://www.condesan.org/portal/sites/default/files/foroagrobiodiversidad_conclusiones.pdf. Consultado 9 de marzo de 2015.

-
- CONDORI, P., E. N. FERNANDEZ-NORTHCOTE, M. ORTUÑO (1995). Estrategias de control químico de la roya de la papalisa (*Aecidium* sp.) en la zona de Laimetoro. En: Informe anual 1994-95 IBTA –PROINPA. Cochabamba, Bolivia. Pp. IX58-IX63.
 - CONWAY, G. (1987). The Properties of Agroecosystems. *Agricultural Systems*, 24(2), 95-117.
 - COOPER, D. H., & NOONAN-MOONEY, K. (2013). Convention on Biological Diversity. *Encyclopedia of Biodiversity*, 306–319.
 - CORDOBA, C Y LEÓN, T. (2013). Resiliencia de Sistemas Agrícolas Ecológicos y Convencionales frente a la Variabilidad Climática en Anolaima, Cundinamarca, Colombia. *Agroecología* 8:21-32.
 - CORRALES, E Y FORERO, J. (2007). La reconstrucción de los sistemas de producción campesinos. El caso de ASPROINCA en Ríosucio Supía. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 71 p.
 - CORRALES, E. (2002). Transformaciones socioeconómicas y situación de la biodiversidad en los Andes colombianos, desde el período prehispánico. *Rev. Cuadernos de Desarrollo Rural*, No. 49, 85-164.
 - CRISSMAN, C; ANTLE, J Y CAPALBO (Eds). (1998). Economic, Environmental and Health Tradeoffs in Agriculture: Pesticides and the Sustainability of Andean Potato Production. Kluwer Academic Publisher. 281 p.
 - CUBILLOS, L. (2017). El papel de la agricultura familiar campesina e indígena en el cultivo, uso y conservación de tres tubérculos andinos en los municipios de Pasto y Tangua, Departamento de Nariño. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana
 - DALGAARD, T., N. J. HUTCHINGS, AND J. R. PORTER (2003). Agroecology, scaling and interdisciplinarity. *Agric. Ecosyst. Environ.* 100: 39-51.
 - DANE, (2015). Resultados del Tercer Censo Nacional Agropecuario. Disponible en: www.3ercensonacionalagropecuario.gov.co Consultado 8 de noviembre de 2015.
 - DANE, (2019). Sistema de información de precios SIPSA. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/sistema-de-informacion-de-precios-sipsa>

- DELGADO, W. (2009). Caracterización del proceso de transferencia y adopción tecnológica de pequeños y medianos productores de cebolla (*allium cepa* L.) en el municipio de Pasca (Cundinamarca). Trabajo de grado. Maestría en Desarrollo Rural. Pontificia Universidad Javeriana.
- DENZIN, N. (1970). *Sociological Methods: a Source Book*. Chicago: Aldine Publishing Company.
- DOERING, O; RANDOLPH, J; SOUTHWORTH, S; PFEIFER, R. (2002). Effects of climate change and variability on agricultural production systems. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Netherlands
- EGLI, D; TEKRONY, D; AND SPEARS, J (2005). High temperature stress and soybean seed quality: Stage of seed development. *Seed Technology* 33: 345–352.
- PARRAGUEZ, E; CONTRERAS, B; CLAVIJO, N; VILLEGAS, V; PAUCAR, N & THER, F (2018): Does indigenous and *campesino* traditional agriculture have anything to contribute to food sovereignty in Latin America? Evidence from Chile, Peru, Ecuador, Colombia, Guatemala and Mexico, *International Journal of Agricultural Sustainability* pp 326-341.
- ENGEL, F. (1987). De las begonias al maíz: Vida y producción en el Perú antiguo. CIZA, UNALM. Lima, Perú. 255 p.
- ESPÍN, S; BRITO, B; VILLACRÉS, E; RUBIO, A; NIETO, C Y GRIJALVA, J. (2004). Caracterización Físico–Química, Nutricional y Funcional de Raíces y Tubérculos Andinos. En BARRERA, V; TAPIA, C Y MONTEROS. (2004). Raíces y Tubérculos Andinos, Alternativas para la Conservación y uso sostenible en el Ecuador. INIAP, Quito.
- ESPINOSA, P; VACA, R; ABAD, J Y CRISSMAN, C. (1997). Raíces y Tubérculos Andinos Cultivos Marginados en el Ecuador - Situación Actual y Limitaciones para la Producción. Quito. Ediciones Abya- Yala.
- ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. (2017) En Revisión. Municipio de Tibasosa. Boyacá, Colombia.
- ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. (2017) En Revisión. Municipio de Turmequé. Boyacá, Colombia.
- ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. (2017) En Revisión. Municipio de Ventaquemada. Boyacá, Colombia.

-
- ESTEVEZ, L. (2012). La producción familiar sostenible en Colombia, Perú y Bolivia: Diversidad productiva y ocupación espacial. Tesis. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
 - ETTER, A. (1998). Bosques húmedos tropicales. En: Chaves M. y Arango N. (Editores), Informe Nacional sobre el estado de la Biodiversidad, Colombia 1997. IAvH y UNDP, Bogotá- Colombia. 106-133.
 - ETTER, A. Y VAN WYNGAARDEN, W. (2000) Patterns of Landscape Transformation in Colombia, with Emphasis in the Andean Region. *Ambio* 29 (7): 432-439.
 - ETTER, A., MCALPINE, C. Y POSSINGHAM, H. (2008) Historical patterns and drivers of landscape change in Colombia since 1500: a regionalized spatial approach. *Annals of the Association of American Geographers*, 98(1): 2–23.
 - ETTER, A., MCALPINE, C., PULLAR, D., POSSINGHAM, H. (2005). Modelling the age of tropical moist forest fragments in heavily-cleared lowland landscapes of Colombia. *Forest Ecology and Management* 208(1-3):249-260.
 - ETTER, A., MCALPINE, C.A., SEABROOK, L. Y WILSON, K.A. (2011) Incorporating temporality and biophysical vulnerability to quantify the human spatial footprint on ecosystems. *Biological Conservation*, 144, 1585–1594.
 - FAJARDO, D. (1986). Haciendas, campesinos y políticas en Colombia 1920-1980. Centro de Investigaciones para el Desarrollo. Empresa editorial UNAL.
 - FAJARDO, D. (2009). Territorios de la agricultura colombiana. En Cuadernos del CIDS. Bogotá: Universidad Externado de Colombia, 201p.
 - FAJARDO, D. (2014). *Las guerras de la agricultura colombiana 1980-2010*. Bogotá: ILSA.
 - FALS-BORDA, O. (1975). Historia de la Cuestión Agraria en Colombia. Carlos Valencia Editores.
 - FAO (1992). Cultivos Marginados, otra perspectiva desde 1492. FAO.Roma. 345 p.
 - FAO (1996). Primer informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo. Informe preparado para la Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Filogenéticos. Roma. 85 p.
 - FAO (1999). Background Paper-Agricultural Biodiversity. En *Multifunctional Character of Agriculture and Land Conference* (pp. 1–42). Netherlands.

- FAO (2001). Tratado Internacional Sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. 27 p.
- FAO (2007). Agricultura y Desarrollo Rural Sostenible y Agrobiodiversidad. Sumario de Política 16. Recuperado en www.fao.org/sard/es/init/2224/index.html
- FAO (2009a). *International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*. Rome, Italy. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i0510e.pdf>
- FAO (2009b). *Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura*. Rome, Italy.
- FAO (2010). Comisión de recursos genéticos para la alimentación y la agricultura, & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Segundo plan de acción mundial para los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Roma.
- FAO (2013). Una población sana, depende de sistemas agroalimentarios sostenibles. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/getinvolved/images/WFD_issues_paper_2013_web_ES.pdf.
- FAO (2015a). Sistemas tradicionales alimentarios de los pueblos indígenas. La Paz: FAO, 165 p.
- FAO (2015b). *The Roles of Genetic Resources For Food and Agriculture*. Rome, Italy.
- FAO (2017). Regional Workshop on Neglected and Underutilized Species for Zero Hunger: Status, Progress and Way Forward, 1–2.
- FAO (2018). El Estado de la Seguridad Alimentaria y la Nutrición en el Mundo. Fomentando la resiliencia climática en aras de la seguridad alimentaria y la nutrición. Recuperado en: <http://www.fao.org/3/I9553ES/i9553es.pdf>
- FAO (2019). *The state of the World's Biodiversity For Food and Agriculture*. Rome, Italy. Recuperado de <http://www.fao.org/3/CA3129EN/CA3129EN.pdf>
- FAO, FIDA y PMA (2015). El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2015. Cumplimiento de los objetivos internacionales para 2015 en relación con el hambre: balance de los desiguales progresos. Roma, FAO. 66 p.
- FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF.(2017). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2017. Fomentando la resiliencia en aras de la paz y la*

- seguridad alimentaria*. Roma: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-l7695s.pdf>
- FAROOQUEE, N Y MAIKHURI, R. (2009). Communities and their agrobiodiversity Priorities for agriculture in Uttarakhand Himalaya, India. En *AGRICULTURE* Vol 38, No 4, 2009, pp 383–389
- FERRUCHO, R Y ÑUSTEZ, C. (2001). Evaluación del crecimiento y desarrollo de cinco genotipos de cubio (*Tropaeolum tuberosum*). Bogotá: Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia.
- FIKSEL, J. (2006). Sustainability and resilience: toward a systems approach. *Sustain. Sci., Pract. Policy* 2: 14-21.
- FINAGRO. (2015). Sector papero se prepara para aumentar el consumo de papa en Colombia. Disponible en: <https://www.finagro.com.co/noticias/sector-papero-se-prepara-para-aumentar-el-consumo-de-papa-en-colombia>
- FOLEY, J. A, DEFRIES, R., ASNER, G.P., BARFORD, C., BONAN, G., CARPENTER, S.R., CHAPIN, F.S., COE, M.T., DAILY, G.C., GIBBS, H.K., HELKOWSKI, J.H., HOLLOWAY, T., HOWARD, E. A, KUCHARIK, C.J., MONFREDA, C., PATZ, J. A, PRENTICE, I.C., RAMANKUTTY, N. Y SNYDER, P.K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309, 570–4.
- FORERO J. (1999). Economía y sociedad rural en los Andes Colombianos. Editorial Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 378 p.
- FORERO, J; TORRE, L; ORTIZ, P; DURANA, C; GALARZA, J, CORRALES, E Y RUDAS, G. (2002). Sistemas de Producción Rurales En la Región Andina Colombiana. Análisis de su Viabilidad económica, ambiental y cultural. Javegraf, 234p.
- GARCÍA, H. (1974). Familia Basellaceae. En: Flora medicinal de Colombia, Botánica médica. Tomo I. ICN y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 304 - 306 pp.
- GARCÍA, J. (2012). The foods and crops of the Muisca: A dietary reconstruction of the intermediate chiefdoms of Bogotá (Bacatá) and Tunja (Hunza), Colombia. Tesis de maestría. University of Central Florida. Orlando, Estados Unidos. 201 p.
- GARCÍA, R. (2010). Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria. Barcelona, 200 p.

- GARCIA, R; JIMENEZ, L; BERNAL, P; ROBAYO, O y (otros cinco) (2018). Tubérculos Andinos. De vuelta a casa. Bogotá: UNIMINUTO.
- GARCIA, W., E. GUEVARA. (2002). Ensayo comparativo de calidades de semilla de papalisa en Candelaria. En: Informe anual 2001-2002 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- GARCIANDIA, J. (2011). Pensar sistémico. Una introducción al pensamiento sistémico. Editorial Javeriana, Bogotá. 460 pp.
- GEILFUS, F. (2002). *80 Herramientas para el desarrollo participativo*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- GLIESSMAN, S (2002). Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 359 p.
- GOMEZ-PERALTA, D., OBERBAUER, S.F., MCCLAIN, M.E., PHILIPPI, T.E. (2008). Rainfall and cloud-water interception in tropical montane forests in the eastern Andes of Central Peru. *Forest Ecology and Management*, 255, 1315-1325
- GONZALES, R., J. ALMANZA, W. GARCÍA. (2002). Capacitación sobre el control químico de la qarach'a (*Rhizoctonia* sp.) de la papalisa. En: Informe anual 2001-02 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. p. irr
- GONZÁLEZ, E. (2002). Agrobiodiversidad. Informe Técnico. Proyecto Proyecto Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andinos. Maracaibo: CAN-BID. 121 p.
- GONZALEZ, F Y VALENCIA, J. (2012). Ecosistema y Cultura. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 116 p.
- GONZÁLEZ, J., ETTER, A., SARMIENTO, A., ORREGO, S., RAMÍREZ, C., CABRERA, E., VARGAS, D., GALINDO, G., GARCÍA, M. Y ORDOÑEZ, M. (2011) Análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM. Bogotá D.C., Colombia. 64 pp
- GRENADE, R y NABHAN, G. (2013). Agrobiodiversidad in situ en el Oásis de los Comondú. En Cariño, M; Breceda, E; Ortega, A y Castorena, L (Ed). *Ebvocando al Edén. Conocimiento, valoración y problemática del Oásis de Los Comondú*. Icardia. Barcelona. 339-362 p.
- GUBA, E (1990). *The Paradigm Dialog*. Newbury Park, Ca: Sage.

-
- GUTIÉRREZ, R. (2008). Papas nativas desafiando al cambio climático. Propuesta de adaptación tecnológica del cultivo de papas nativas frente al cambio climático en Cusco y Ancash. Lima: Soluciones Prácticas-ITD. 82 p.
 - GUZMÁN Y GONZÁLEZ (2007). Agricultura tradicional versus agricultura ecológica. El coste territorial de la sustentabilidad. *Agroecología* 2: 7-19.
 - HARRIS, M. (1985). *Caníbales y reyes*. Barcelona: Salvat
 - HARRIS, M. (1989). *Teorías de la cultura en la era posmoderna*. Barcelona: Cultura libre. Disponible en: http://www.proarhep.com.ar/wp-content/uploads/Harris_Teor%C3%ADas-sobre-la-cultura-en-la-era-posmoderna_1989.pdf.
 - HARVEY C, A Medina, D Sánchez, S Vilchez, B Hernández, J Sáenz, JM Maes, F Casanoves & FL Sinclair (2006). Patterns of Animal Diversity in Different Forms of Tree Cover in Agricultural Landscapes. *Ecol. Appl.* 16: 19-86.
 - HARVEY C, C VILLANUEVA, J VILLACIS, M CHACÓN, D MUÑOZ, M LÓPEZ, M IBRAHIM, R GOMEZ, R TAYLOR, J MARTÍNEZ, A NAVAS, J SÁENZ, D SÁNCHEZ, A MEDINA, S VILCHEZ, B HERNÁNDEZ, A PÉREZ, F RUIZ, F LÓPEZ, I LANG, S KUNTH & FL SINCLAIR (2003). Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40): 30-39.
 - HAWKES, J (1989) The domestication of roots and tubers in the American tropics. In: Harris DR, Hillman GC (eds) *Foraging and farming: the evolution of plant exploitation*. Unwin Hyman, London, pp 481–503
 - HEIL, N., BRAVO, K., MONTOYA, A., ROBLEDO, S. Y OSORIO, E. (2016). Wound healing activity of *Ullucus tuberosus*, an Andean tuber crop. *Asian Pac J Trop Biomed*, 7(6), 538 - 543.
 - HEINISCH, C. 2013. Soberanía Alimentaria. Un análisis del concepto. En: Hidalgo, F Lacroix, P y Román, P (Eds). *Comercialización y Seguridad Alimentaria*. Quito: Taller gráfico. 11-36 p.
 - HIDALGO, F. (2014). Contextos y tendencias de las agriculturas en Latinoamérica actual . En F. Hidalgo, *Agriculturas campesinas en Latinoamérica. propuestas y desafíos* (págs. 67 - 86). Quito: Editorial IAEN.
 - HODGKIN, T.; FRISON, E.; FANZO, J.; y LOPEZ, N. I. (2011). Biodiversidad agrícola, seguridad alimentaria y cambio climático En: *Revista Ambient@*. No 94

- marzo. MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. Madrid, España. Disponible en <http://www.ecoticias.com/naturaleza/46812/Biodiversidad-agricola-seguridad-alimentaria-y-cambio-climatico>. Consultado febrero de 2015.
- HOWDEN, M; SOUSSANA, J; TUBIELLO, F AND MEINKE, H. (2007). Adapting agriculture to climate change PNAS 104: 19691-19696.
- HUAMÁN, Z. (2001). Semilleros-Comunales-De-Papas-Nativas-Del-Perú, 31, 28–31.
- IDEAM; PNUD; MADS; DNP; CANCELLERÍA. (2017). *Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático*. Bogotá D.C
- IGAC. (2012). *Atlas de la distribución de la propiedad rural en Colombia*. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi - Imprenta Nacional de Colombia.
- IGAC-UPTC (2005). Estudio General de suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de Boyacá. Bogotá: IGAC.
- IPBES (2019). Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services. Disponible en: <https://www.ipbes.net/global-assessment-report-biodiversity-ecosystem-services>
- IPGRI/CIP. (2003). Descriptores del Ulluco (*Ullucus tuberosus*). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia; Centro Internacional de la Papa, Lima Perú
- IQUIZE, O. (2010). Usos y destinos de la producción de tubérculos andinos y su contribución en los ingresos familiares monetarios y no monetarios, el caso de la comunidad de Antakahua, Ayllu Aransaya, provincia Tapacari. Cochabamba: Universidad San Simón (AGRUCO).
- IRIARTE, V. (2000). Identificación de flujos de semilla de tubérculos andinos en la zona circunlacustre del lago Titicaca, La Paz. En: Informe anual 1999-2000 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- IRIARTE, V., J. INTIMAYTA, N. ARCE. (2001). Identificación de la variabilidad y los flujos tradicionales de comercialización de los tubérculos andinos en la zona circunlacustre del Lago Titicaca. En: Informe anual 2000-2001 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- IRIGOYEN, J., X. CADIMA, M. L. UGARTE. (2002). Evaluación de la calidad y

- aptitud industrial de tubérculos andinos del Banco Nacional de Germoplasma. En: Informe anual 2001-2002 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 16p.
- JACOBSEN, MUJICA Y ORTIZ (2003). La importancia de los cultivos andinos. FEMENTUM, Mérida. Año 13. No.36. pp 14-24.
- JARAMILLO, M (2016). Factores agroecológicos que han incidido en la conservación de tubérculos andinos en agroecosistemas tradicionales de Turmequé y Ventaquemada, departamento de Boyacá Período de estudio 1970-2015. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana.
- JARVIS, D; PADOCH, C Y COOPER, D. (2011). La biodiversidad, la agricultura y los servicios ambientales en El Manejo de la Biodiversidad en los Sistemas Agrícolas. Biodiversity International. Roma. 1-14 pp.
- JHONS (2007). En Jarvis, et al., (ED). El Manejo de la Biodiversidad en los Sistemas Agrícolas, Biodiversity International, Roma, pp 404-430.
- JIMÉNEZ, L. (2002). La sostenibilidad como proceso de equilibrio dinámico y adaptación al cambio. ICE Des. Sosten. 800: 65-84.
- KEDROV, B (1974) Clasificación de las Ciencias. Tomo I. Editorial Ciencias Sociales. La Habana.
- KING, S. (1988). Economic botany of the andean tuber crop complex: *Lepidium meyenii*, *Oxalis tuberosa*, *Tropaeolum tuberosum* and *Ullucus tuberosus*. UMI, New York. pp. 1-180.
- KLAUER, A (2000). *El mundo Pre-Inka. Los abismos del condor. Tomo I. Nueva historia. Lima, 186p.*
- KOOHAFKAN, P Y ALTIERI, M. (2010). Sistemas Importantes del Patrimonio Agrícola Mundial (SIPAM). Un legado para el futuro.
- KRAUSE. M. (1995). La Investigación Cualitativa: Un Campo De Posibilidades Y Desafíos. Revista TEMAS DE EDUCACIÓN, N° 7. pp: 19-39.
- LAMBIN, E., TURNER, B.L., GEIST, H., AGBOLA, S.B., ANGELSEN, A., BRUCE, J.W., COOMES, O.T., DIRZO, R., FISCHER, G., FOLKE, C., GEORGE, P.S., HOMEWOOD, K., IMBERNON, J., LEEMANS, R., LI, X., MORAN, E.F., MORTIMORE, M., RAMAKRISHNAN, P.S., RICHARDS, J.F., SKÅNES, H., STEFFEN, W., STONE, G.D., SVEDIN, U., VELDKAMP, T.A., VOGEL, C. Y XU, J. (2001) The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11, 261–269.

- LANG I, LH GORMLEY, CA HARVEY & F.L. SINCLAIR (2003) Composición de la comunidad de aves en cercas vivas del Río Frío, Costa Rica. *Agroforestería Américas* 10: 86-92.
- LANGEBAEK, C. (1985). Cuando los muiscas diversificaron la agricultura y crearon el intercambio. *Boletín Cultural y Bibliográfico del Banco de la República* 3 (22).
- LANGEBAEK, C. (1987). Mercados, poblamiento e integración étnica entre los muiscas, siglo XVI. Banco de la República. Bogotá, Colombia. 168 p.
- LANGEBAEK, C. (1993). From hunters and gatherers to Muiscas, campesinos and hacendados in the eastern highlands of Colombia: An archaeological survey in the Valles de Fúquene and Susa. Tesis de doctorado. University Microfilms International. Ann Arbor, USA. 532 p.
- LANGEBAEK, C. (1994). Dieta y desarrollos prehispánicos en Colombia. *Credencial Historia* 60.
- LANGEBAEK, C. (2001). Arqueología regional en el Valle de Leiva: Procesos de ocupación humana en una región de los Andes Orientales de Colombia. *Informes Arqueológicos No. 2*. ICANH. Bogotá.
- LAU, C.; JARVIS, A.; RAMÍREZ, J. (2011). Agricultura colombiana: Adaptación al cambio climático. *CIAT Políticas en Síntesis no. 1*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 4 p.
- LECHTMAN, H Y SOLDI, A (1985). *La Tecnología del mundo andino*. Universidad Autónoma de México, México, DF, 496 p.
- LEÓN, T (2010). Agricultura Ecológica y Ambiente, en *Memorias Foro Agroecología. ¿Es la agricultura ecológica, una opción viable para el desarrollo agrario en Colombia?* Universidad Nacional de Colombia, Bogota, 56pp.
- LEON, T (2014). *Agroecología: la ciencia de los agroecosistemas – la perspectiva ambiental*. Instituto de Estudios Ambientales –IDEA-. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- LEÓN, T y ALTIERI, M. (2010). *Agroecología: Desafíos de una ciencia ambiental en construcción*. En *Vertientes del Pensamiento Agroecológico. Fundamentos y Aplicaciones*. Opciones gráficas Eds. Bogota, 296p.

-
- LEÓN, T. (2007). Medio Ambiente, Tecnología y Modelos de Agricultura en Colombia. Hombre y Arcilla. ECOE, Universidad Nacional de Colombia, IDEAS. Bogotá, Col. 287p.
 - LEÓN, T. E., CALDERÓN, J. T., MARTÍNEZ, L. F., & CLEVES, J. A. (2018). The Main Agroecological Structure (MAS) of the agroecosystems: Concept, methodology and applications. *Sustainability*, 10, 21 pp.
 - LEZCANO MUÑOZ, A. K. (2016). *Análisis de vulnerabilidad de sistemas agrícolas ante variabilidad climática en San Antonio de Oriente, F.M., Honduras*.
 - LOBO, M. (2008). Importancia de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad en el desarrollo de sistemas de producción sostenible. *Revista Corpoica* 9(2):19-30
 - LOPEZ, D. (2012). Hacia un modelo europeo de extensión rural agroecológica. Tesis de Doctorado, Baeza: Universidad Internacional de Andalucía.
 - MAC KEY J. (2005). Wheat: its concept, evolution and taxonomy. En: Royo C, Nachit MM, Di Fonzo N, Araus JL, Pfeiffer WH, Slafer GA, eds. *Durum wheat breeding. Current approaches and future strategies*. Binghamton, NY. The Harworth Press, p. 3-61.
 - MACHADO, A. (1998). *La cuestión agraria en Colombia a fines del milenio*. Bogotá: El Ancora Editores.
 - MALICE, M.; BIZOUX, J.; BLAS, R.; BAUDOIN, J. (2010). Genetic diversity of Andean tuber crop species in the in situ microcenter of Huanuco, Perú. *Crop Science*. 50(5):1915 - 1923.
 - MANÇANO, B. (2014). Cuando la agricultura familiar es campesina. En Hidalgo, F (Ed.). *Agriculturas campesinas en Latinoamérica: propuestas y desafíos*. IAEN. Quito, 314 p.
 - MARIÑO, M. (2006). Desde el análisis de contenido hacia el análisis del discurso: la necesidad de una apuesta decidida por la triangulación metodológica (Ponencia presentada en el IX Congreso IBERCOM, Sevilla-Cádiz)
 - MARSCAL; J. (1997). Gestión campesina en la conservación "*in situ*" de la biodiversidad cultivada de tubérculos andinos: el caso de la Comunidad Belen de Urmiri, Provincia Tomas Frias del Departamento de Potosí. Cochabamba: Universidad San Simón. (AGRUCO).
 - MARSHALL, E Y MOONEN, A. (2002). Field margins in northern Europe: their

- functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 89: 5-21.
- MARTÍNEZ M. & MANRIQUE, E (2014). Alimentación prehispánica y transformación tras la conquista europea del altiplano cundiboyacense, Colombia. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte* (41):96-111
- MARTÍNEZ, C. R. (2008). Agricultura tradicional campesina: características ecológicas. *Tecnología en marcha*, 21 (3), 3-13.
- MARTÍNEZ, M (2004). *Ciencia y Arte en la Metodología Cualitativa*. Ed. Trillas, México.
- MAZO, N; RUBIANO, J; CASTRO, A. (2016). “Sistemas agroforestales como estrategia para el manejo de ecosistemas de Bosque seco Tropical en el suroccidente colombiano utilizando los SIG”. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 25 (1): 65-77.
- MAZOYER, M Y ROUDARD, L (1998). *Historie des agricultures du monde*. Suil. Paris.
- MEDRANO Y TORRICO, (2009). Consecuencias del incremento de la producción de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en el altiplano sur de Bolivia, en *CienciAgro*. Vol.1 Nr.4 116-122.
- MÉNDEZ, V; BACON, C Y COHEN, R. (2013). La Agroecología Como Un Enfoque Transdisciplinar, Participativo Y Orientado A La Acción. *Agroecología* 8 (2): 9-18
- MENDIETA, A. (2019). Uso, manejo y conservación *in situ* de tres especies de tubérculos andinos (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón; *Oxalis tuberosa* Molina y *Ullucus tuberosus* Caldas) desde una perspectiva de género en los municipios de Turmequé, Ventaquemada y Tibasosa (Boyacá). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. (2005) *Ecosystems and Human Well-Being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute, Washington, USA.
- MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL. (2015). *Encuesta Nacional de Situación Nutricional (ENSIN)*. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/epidemiologia/Paginas/encuesta-nacional-de-situacion-nutricional-ensin.aspx>

-
- MONTAUGT, X. (2010). Introducción. En Gascón, J y Montaugt, X (Coord.) Estado, movimientos sociales y soberanía alimentaria en América Latina. ¿Hacia un cambio de paradigma agrario? Barcelona: Icaria. 7-23 pp.
 - MONTIEL, M Y PÉREZ, D. (2013). Canales cortos de comercialización alimentaria en la construcción de sistemas agroalimentarios alternativos. En Cuellar, M; Calle, A y Gallar, D (Eds). Procesos hacia la soberanía alimentaria. Perspectivas y prácticas desde la agroecología política. Barcelona: Icaria. Pp:63-79.
 - MONTOYA, O. (2004). Schumpeter, Innovación Y Determinismo Tecnológico. *Scientia et Technica* Año X, No 25, pp: 209-213.
 - MORALES, J. (2004). Sociedades Rurales y Naturaleza. En busca de alternativas hacia la sustentabilidad. ITESO, Universidad Iberoamericana León. México DF, 249 p.
 - MORALES, J. (2011). La Agroecología. En la construcción de alternativas hacia la sustentabilidad rural. México: Siglo XXI Ed. 318p.
 - MORIN, E (1996). Introducción al pensamiento complejo. Barcelona: Gedisa. 167 p.
 - MORIN, E (1999). El método III. El conocimiento del conocimiento. Madrid: Ediciones cátedra. 255 p.
 - MORIN, E (2010). Complejidad restringida y complejidad general. *Estudios* 93, vol. VIII. pp 81-135.
 - MORIN, E. (1984). Ciencia con Conciencia. Barcelona: Antrhopos. 380 p.
 - MORIN, E. (2003). Introducción al pensamiento complejo. Barcelona: Gedisa.
 - MOYA, M (2014). Teoría de los sistemas (pp 37-56). En Agroecosistemas. Caracterización, implicaciones ambientales y socioeconómicas (Lombardo y otros Editores). Buenos Aries: Editorial Facultad de Agronomía.
 - MUJICA, E Y HOLLE, M. (1998). Los Andes y la transformación cultural del paisaje. En memorias paisajes culturales en los andes Memoria narrativa, casos de estudio, conclusiones y recomendaciones de la reunión de expertos. Arequipa. Disponible en http://www.condesan.org/unesco/paisajes_culturales_andes.htm
 - MURGUEITIO, E., J. CHARÁ, A. SOLARTE, F. URIBE, C. ZAPATA, Y J. RIVERA. (2013). Agroforestería pecuaria y sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 26:313-316.

- MURRA, J. (1975). Control vertical de un máximo de pisos ecológicos en la economía de las sociedades andinas. En Formaciones Económicas y Políticas del Mundo Andino, editado por J.V. Murra, pp. 59-115. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (1989). Lost Crops of the Incas: Little-Known Plants of the Andes with Promise for Worldwide Cultivation. National Academy Press, Washington, D.C. 428 p.
- NAUTIYAL, S; BISHT, V; RAO, K Y MAIKHURI, R. (2008). The Role of Cultural Values in Agrobiodiversity Conservation: A Case Study from Uttarakhand, Himalaya en J. Hum. Ecol., 23(1): 1-6.
- NOGUERA, P (2009). "Augusto Ángel Maya: Poeta, filósofo del pensamiento ambiental latinoamericano". En ISEE Publicación Ocasional, 6.
- NORGAARD, R. (1987) The Epistemological Basis of Agroecology. En Agroecology (Altieri, ed.) 26 pp.
- NORGAARD, R. (1997). Metodología y práctica de la Agroecología. En Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan-Comunidad. P: 15-28
- OAKLEY, E., AND J. H. MOMSEN. (2005). Gender and agrobiodiversity: a case study from Bangladesh. Geographical Journal 171:195-208. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-4959.2005.00160.x>
- OLIVÉ, L. (2011). Interdisciplina y transdisciplina desde la Filosofía. Ludus Vitalis, vol. XIX, num. 35, 2011, pp. 251-256.
- ORBEGOSO, G. (1957). Estudio sobre la estructura y variabilidad de la oca (*Oxalis tuberosa*). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica.
- OROS, R., F. TERRAZAS, R. GONZALES. (2000). Mejoramiento de los sistemas tradicionales de almacenamiento de tubérculos andinos (semilla y comercialización) en Candelaria. En: Informe anual 1999-2000 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- ORTEGA, O; DURAN, E; ARBIZU, C; ROCA, W; POTTER, D y QUIROZ, C. (2007). Genetic Resources and Crop Evolution 54(4):807-821
- ORTIZ, S. (2014). Retratos agroecológicos de huertas y jardines de la microcuenca del río Curubital. Bogotá: Jardín Botánico.

-
- OTTMAN, G. (2005). Agroecología y Sociología Histórica desde Latinoamérica. CEPAR, Córdoba, 204p.
 - OVCHINNIKOVA, A., KRYLOVA, E., GAVRILENKO, T., SMEKALOVA, T., ZHUK, M., KNAPP, S., & SPOONER, D. M. (2011). Taxonomy of cultivated potatoes (*Solanum* section *Petota*: Solanaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 165(2), 107–155.
 - PADMANABHAN, M. (2011). Women and men as conservers, users and managers. A feminist social–ecological approach. *Journal of Socio-Economics* 40: 968–976.
 - PADULOSI S; HOESCHLE-ZELEDON I. (2004). ¿A qué denominamos especies subutilizadas? LEISA, Rev Agroecol 6:8.
 - PADULOSI, S., GALLUZZI, G., & BORDONI, P. (2013). Una agenda global para las especies olvidadas e infrautilizadas (NUS- Neglected and underutilized species-). *Revista Ambienta. El valor de los cultivos infrautilizados*, 102(2), 26–37.
 - PARRA, M. (2001). Colecta, conservación y análisis de la diversidad genética de ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas) de Colombia. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía- Universidad Nacional de Colombia. Director Luz Marina Reyes. Bogotá. 233 p.
 - PARRA, M., C. ÑUSTEZ Y L. REYES. (2006). Collection and conservation of ulluco (*Ullucus tuberosus* Caldas) in Colombia. En: The Plant Genetic Resources Newsletter, http://www.biodiversityinternational.org/Publications/PGRNewsletter/article.asp?id_article=10&id_issue=142. 142 pp. 63-67.
 - PARRA, M; PANDA, S; RODRIGUEZ, N Y TORRES, E (2012). Diversity of *Ullucus tuberosus* (Basellaceae) in the Colombian Andes and notes on ulluco domestication based on morphological and molecular data. En *Genet Resources and Crop Evolution*. Vol 59, pp 49- 66.
 - PATIÑO, F. (2000). Rendimiento potencial de papa nativa (*S. tuberosum* ssp. andigena y *S. stenotomum*), papalisa (*U. tuberosus*), oca (*O. tuberosa*) e isaño (*T. tuberosum*), en la localidad de Candelaria (prov. Chapare, Cochabamba). Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias “Dr. Martín Cárdenas”, UMSS. Cochabamba, Bolivia. 94p

- PATIÑO, V. (1964). Capítulo 9: Raíces, cepas, rizomas y tubérculos. pp. 30-43. En: Plantas cultivadas y animales domésticos de en América, tomo II. Primera edición. Editorial Imprenta, Cali.
- PATIÑO, V. (1965). Historia de la actividad agropecuaria en América Equinoccial. Imprenta Departamental. Cali, Colombia. 605 p.
- PATIÑO, V. (1990). Historia de la cultura material en América Equinoccial: Tomo I, alimentación y alimentos. Instituto Caro y Cuervo. Bgogotá, Colombia.
- PENGUE, W. (2005). Agricultura Industrial y Transnacionalización en América Latina. ¿La Transgénesis de un Continente? PNUMA, México D.F. 220 p. Disponible en: <http://www.agroeco.org/socla/pdfs/Pengue.pdf>
- PÉREZ ARBELÁEZ, E. (1947). Plantas útiles de Colombia, ensayo de botánica colombiana aplicada. Contraloría general de la República. Imprenta Nacional. Bogotá. pp. 322-243
- PÉREZ, J; ETXEZARRETA, E Y ALDANONDO, L. (2008). ¿De qué hablamos cuando hablamos de Economía Social y Solidaria? Concepto y nociones afines. En: Memorias de Eco Cri XI Jornadas de Economía Crítica. Bilbao. 1-26p.
- PÉREZ, M Y CLAVIJO, N. (2012). Experiencias y enfoques de procesos participativos de innovación en agricultura. El caso de la Corporación PBA en Colombia, FAO, 65 pp.
- PÉREZ, M. (2012). Tendencias Interpretativas en la Concepción y Gestión del Desarrollo Rural. Documento de Discusión. Grupo Diálogo Rural, Capítulo Colombia. RIMISP.
- PEREZ, M; VARGAS, F; GUERRERO, J. 2014. Gestión Ambiental Territorial dinámicas trayectorias de la participación ciudadana y sostenibilidad de los recursos naturales en la jurisdicción de la CAR Cundinamarca. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- PERFECTO, I AND VANDERMEER, J. (2008). Biodiversity Conservation in Tropical Agroecosystems A New Conservation Paradigm. Ann. N.Y. Acad. Sci. 1134: 173–200.
- PERFECTO, I. & I. ARMBRECHT. (2003). The coffee agroecosystem in the Neotropics: Combining ecological and economic goals. In Tropical Agroecosystems. J. Vandermeer, Ed.: 159–194. CRC Press. Boca Raton, FL.
- PERFECTO, I; VANDERMEER, J & WRIGHT, A (2009) Nature's matrix: linking

- agriculture, conservation and food sovereignty. Earthscan, London. 233 pp.
- PIMBERT M. (1999). Sustaining the Multiple Functions of Agricultural Biodiversity: Background Paper 1: Agricultural Biodiversity. FAO/Netherlands Conference on the Multifunctional Character of Agriculture and Land, 41 p.
 - PIÑEROS, C. y ÑUSTEZ (2004). Evaluación de la variabilidad genética de la colección de cubio (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón) de la Universidad Nacional de Colombia. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
 - PIPERNO, D. & PEARSALL, D. (1998). The origins of agriculture in the lowland Neotropics. Academic Press. San Diego, USA.
 - PIPERNO, D. (2011). The origins of plant cultivation and domestication in the New World tropics: Patterns, process, and new developments. *Current Anthropology* 52 (54): S453-S470.
 - PISSARD, A.; ARBIZU, C.; GHISLAIN, M AND BERTIN, P. (2008). Influence of Geographical Provenance on the Genetic Structure and Diversity of the Vegetatively Propagated Andean Tuber Crop, Mashua (*Tropaeolum tuberosum*), Highlighted by Intersimple Sequence Repeat Markers and Multivariate Analysis Methods, *International Journal of Plant Science* 169, no. 9.
 - PISSARD, A.; ROJAS, J.; FAUX, A.; PAULET, S.; BERTIN, P. (2008). Evidence of intra-varietal genetic variability in the vegetatively propagated crop oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) in the Andean traditional farming system. *Plant Systematics and Evolution*. 270 (1-2):59 - 74.
 - PLOEG, J. (2014). Diez cualidades de la agricultura familiar. En Revista LEISA. Vol 29, No. 4. Disponible en: <http://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-29-numero-4/998-diez-cualidades-de-la-agricultura-familiar>
 - PNUD, (2011). Colombia Rural. Razones para la Esperanza. Informe Nacional de Desarrollo Humano. INDH, PNUD. Bogotá, 438p.
 - PRADILLA, E. (2017). Cubios, rubas, ibias y papas de Boyacá: la comida de los Andes, Tunja: UPTC.
 - PRETTY, J (2005). The earthscan reader in Sustainable Agriculture. Earthscan, London, 421 p.
 - PRINS, C. (2005). Procesos de Innovación Rural en América Central. Reflexiones y Aprendizajes. CATIE, Turrialba 244p.

- PUTNAM, R. (2003). El declive del capital social: Un estudio internacional sobre las sociedades y el sentido comunitario. Barcelona: Galaxia Gutemberg, círculo de lectores.
- RAMÍREZ, C. (2014). Agrobiodiversidad y su relación con la seguridad alimentaria: el caso de los agroecosistemas de San Pablo Bolívar. (Tesis maestría). Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.
- RANABOLDO, C Y SCHEJTMAN, A. (2009). El valor del patrimonio cultural Territorios rurales, experiencias y proyecciones latinoamericanas, Santiago: RIMISP, 401 p.
- RAYMOND, P. (1990). El lago de Tota, ahogado en cebolla: Estudio socioeconómico de la Cuenca cebollera del Lago de Tota. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 176p.
- RAYMOND, P. (1997). Hacienda Tradicional y Aparcería. Ediciones UIS, Bucaramanga, 360p.
- REVELO, J. (2007). Diseñar en Colectivo. Una opción para la seguridad y la soberanía alimentaria de los pueblos. Una propuesta desde el Sur de Colombia. ADC, Pasto. 380p
- RICCIARDI, B; RAMANKUTTY, N; MEHRABI; JARVIS, L Y CHOOKOLINGO, B. (2018). How much of the world's food do smallholders produce? Global Food Security No. 17: 64-72
- RÍOS, L., SALAS, W. Y ESPINOSA, J. (2013). Resiliencia socioecológica de los agroecosistemas: más que una externalidad. En: Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático. Nicholls, C., Ríos, L. y Altieri, M. (Eds). CYTED – REDAGRES – SOCLA: pp 60 – 76.
- RIST, S. (1993). Agroecología y Saber Campesino en la Conservación de Suelos. AGRUCO. 2da edición. Cochabamba, Bolivia. 138 pp.
- RIST, S. (2002). Si estamos de buen corazón siempre hay producción. Caminos en la renovación de formas de producción y vida tradicional y su importancia para el desarrollo sostenible. AGRUCO, CDE, PLURAL, La Paz, 508 p
- RIVAS, M (2000). La importancia de la conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos. En PROCISUR (2000) Estrategia de Recursos Fitogenéticos para los países del cono sur. Montevideo: 154 p. Disponible en <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=sDrzkVXPWiYC&oi=fnd&pg=PA63&>

[dq=conservaci%C3%B3n+in+situ&ots=lvshY642kr&sig=ZnVZLBYDakMZAkFwmkPKwln3MT4#v=onepage&q=conservaci%C3%B3n%20in%20situ&f=false](https://www.repositorio.cebs.org/handle/document/123456789)

Consultado, 8 de abril, 2017.

- RIVERO, C. (2018). El Giro Lógico de la Disyunción a la Conjunción en Edgar Morin. *Proceso Histórico y Teoría Social en FACES*, revista.
- ROBERTS, P. (2009). *El Hambre que Viene, la crisis alimentaria y sus consecuencias*. Ediciones B. Barcelona 620p.
- RODRÍGUEZ, D. (2010). *Construcción del paisaje agrícola al sur de la Sabana de Bogotá: Un desafío al agua*. Tesis de maestría. Instituto Politécnico de Tomar, Universidade de Tras-os-Montes e Alto Douro. Portugal. 104 p.
- RODRÍGUEZ, J. (1998). Apuntes sobre la alimentación de la población prehispánica de la Cordillera Oriental de Colombia. *Maguaré* 13: 27-71.
- RODRÍGUEZ, J. (1999). *Los chibchas: Pobladores antiguos de los Andes Orientales*. Fundación de Investigaciones Arqueológicas Nacionales, Banco de la República. Santafé de Bogotá, Colombia. 217 p.
- RODRÍGUEZ, J. (2006). *Las enfermedades en las condiciones de vida prehispánica de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- RODRÍGUEZ, J. (2011). *Los chibchas: Hijos del sol, la luna y de los Andes*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 215 p.
- RODRÍGUEZ, N; PABÓN, J., BERNAL, N; MARTÍNEZ, J. (2010). *Cambio climático y su relación con el uso del suelo en los Andes colombianos*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad Nacional de Colombia y Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. Bogotá, D. C., Colombia. 80 p.
- ROJAS, W., VALDIVIA, R., PADULOSI, S., PINTO, M., SOTO, J. L., ALCÓCER, E., BRAVO, R. (2009). From neglect to limelight: issues, methods and approaches in enhancing sustainable conservation and use of andean grains in Bolivia and Perú. En *Agrobiodiversity and Genetic Erosion* (pp. 87–117).
- ROSSET, P y Altieri, M. (2017). *Agroecología. Ciencia y Política*. Barcelona:ICARIA.
- ROZO, J. (1984). *Los muiscas: Cultura material y organización socio-política*. Ediciones Casa de las Américas. Habana, Cuba.

- ROZO, J. (1998). Alimentación y medicina entre los muiscas. Ediciones Naidí. Bogotá, Colombia. 142 p.
- Rudel, T.K., Defries, R., Asner, G.P. y Laurance, W.F. (2009). Changing drivers of deforestation and new opportunities for conservation. *Conservation Biology*, 23, 1396-405.
- RUÍZ, O. (2006). Agroecología. Una disciplina que tiende a la transdisciplina. *INCI*, feb. 2006, vol.31, no.2, p.140-145.
- SAAVEDRA, D. (2010). Análisis de la dinámica de adopción de las prácticas convencionales de prevención y control fitosanitario del cultivo de cebolla cabezona (*Allium cepa* L.). Estudio de caso con pequeños agricultores del municipio de Tibasosa en el departamento de Boyacá. Trabajo de grado. Maestría en Desarrollo Rural. Pontificia Universidad Javeriana.
- SALAS, W; RÍOS, L Y ÁLVAREZ, J. (2011). La Resiliencia emergente de la sustentabilidad. Práctica científica hacia la constitución de una ciencia. *Interciencia*. Vol 3. No.9: 609-706.
- SALAZAR, D (2010). Importancia de la biodiversidad de tubérculos andinos y su conservación en la organización de la producción: caso comunidad Rodeo Alto, provincia Chapare. Cochabamba: Universidad San Simón (AGRUCO).
- SALAZAR, D. (2000). Línea de Base del Proyecto Integral Candelaria (1993-1999). Programa Colaborativo de Manejo y Conservación de la Biodiversidad de Raíces y Tubérculos Andinos, Programa de Alimentos (PAPN-UMSS), Fundación PROINPA, Proyecto de Mercadeo y Comercialización de Tubérculos Andinos (PROMETAS-IESE-UMSS). Cochabamba, Bolivia.
- SALCEDO, L; PINZÓN, R Y DUARTE, D (2013). El paro nacional agrario: un análisis de los actores agrarios y los procesos organizativos del campesinado colombiano
Recuperado de
https://www.javerianacali.edu.co/sites/ujc/files/node/field-documents/field_document_file/el_paro_nacional_agrario_un_analisis_de_los_actores_agrarios_y_los_procesos_organizativos_del_campesinado_colombiano.centro_de_estudios_interculturales..pdf
- SALMORAL, M. (1997). Economía De la región norandina durante el siglo XVIII. Departamento de Historia II. Universidad de Alcalá. *Chronica Nova* (24): 189-212

-
- SANABRIA, J. Y J. P. LHOMME. (2012). Climate change and potato cropping in the Peruvian Altiplano. *Theoretical and Applied Climatology*.
 - SÁNCHEZ, H. (2018). *Seguridad y soberanía alimentaria en la agricultura familiar campesina: El caso de los agricultores de Tibabosa, Turmequé y Ventaquemada, Boyacá*. Pontificia Universidad Javeriana.
 - SÁNCHEZ, A., AIDE, T., CLARK, M., Y ETTER, A. (2012) Land Cover Change In Colombia: Surprising Forest Recovery Trends between 2001 and 2010. *PLoS ONE* 7 (8): e43943.
 - SANTOS, C. (2013). Sabores y saberes de Matanza, Colombia. Un estudio de las transformaciones productivas, alimentarias y culturales en los últimos cincuenta años. Tesis. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
 - SARANDÓN S & CC FLORES (2009) Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Revista Agroecología*, Vol 4: 19-28 España.
 - SARANDÓN S, ME MARASAS, F DIPIETRO, A BELAUS, W MUIÑO & E OSCARES (2006) Evaluación de la sustentabilidad del manejo de suelos en agroecosistemas de la provincia de La sustentabilidad de agroecosistemas a escala regional. *Revista Brasileira de Agroecología*, Vol 1 (1): 497-500.
 - SARANDÓN, S (2002) El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En Santiago J. Sarandón (editor): *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable*. Ediciones Científicas Americanas Capítulo 20: 393-414.
 - SARANDÓN, S y FLORES, C. (Comp.) (2014). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables*. La Plata. Edit. Universidad de La Plata, 467p.
 - SAUER, C. (1959). Age and area of American cultivated plants. *Actas del XXXIII Congreso de Americanistas*. San José, Costa Rica.
 - SCHEJTMAN, A Y BERDEGUÉ, J. (2004). *Desarrollo Territorial Rural en Debates y Temas Rurales No.1*. RIMISP. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. Marzo de 2004. Disponible en: <http://www.femica.org/noticias/docNoticias/desarrolloterritorial.pdf>
 - SCHERR, S. J., AND J. A. MCNEELY. (2008). Biodiversity conservation and agricultural sustainability: towards a new paradigm of 'ecoagriculture' landscapes.

- Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences 363:477-494. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2007.2165>
- SCHRECKINGER, M. (2016). Anti-inflammatory properties and identification of putative protein targets of phytochemicals present in mashua (*Tropaeolum tuberosum*) tuber and acerola (*Malpighia emarginata*) leaf by darts methodology. University of Texas.
 - SCHRÖDER, S., BEGEMANN, F., & HARRER, S. (2007). Agrobiodiversity monitoring - Documentation at European level. *Journal fur Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 2(1), 29–32 pp
 - SCHWANINGER, (1997). *Global transdisciplinary research co-operation: 30 cyberneticians online*. *Kybernetes* 26: 459-463.
 - SERNA, R. (2007). Actividad agrícola indígena y cambios biogeográficos en la Sabana de Bogotá, Colombia. Memorias del XI Encuentro de Geógrafos de América Latina.
 - SEVILLA, E. (2000). Agroecología y Desarrollo Rural Sustentable: Una propuesta desde Latinoamérica. Escrito para primer Manual argentino se agroecología: Santiago Sarandon (ed) Agroecología. El camino para una Agricultura Sustentable. Rosario. 557P
 - SEVILLA, E. (2006). *De la Sociología Rural a la Agroecología*. Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca. Sevilla, 255p.
 - SIFUENTES, E (2013). Nutrición del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) considerando variabilidad climática en el "Valle del Fuerte", Sinaloa, México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* [online]. 2013, vol.4, n.4, pp.585-597.
 - SOLER, M Y PÉREZ, D. (2013). Canales cortos de comercialización alimentaria en la construcción de sistemas agroalimentarios alternativos. En Cuéllar, M; Calle, A y Gallar, D (eds.). Procesos hacia la Soberanía Alimentaria. Perspectivas y prácticas desde la Agroecología Política. 63-79 p
 - SOUTHWORTH, J. Y TUCKER, C. (2001). The influence of accessibility, local institutions, and socioeconomic factors on forest cover change in the Mountains of Western Honduras. *Mountain Research and Development*, 21, 276–283.
 - SPINDLER, G., & SPINDLER, L. (1992). Cultural process and ethnography: an anthropological perspective. En M. Lecompte, *The Handbook of Qualitative Research in education* (págs. 53-92). San Diego: Academic Press.

-
- STRAUSS, L. (2004). Antropología estructural: mito, sociedad, humanidades. Ciudad de México: Siglo XXI.
 - SUAREZ, A. (2007). El modelo agrícola colombiano y los alimentos en la globalización. Bogotá: Ediciones Aurora.
 - SUQUILANDA, M. (2010). Producción orgánica de cultivos andinos. Manual Técnico. FAO, UNOCAN y MAGAP. Quito. 348p.
 - SWIFT, M.J. y J.M. ANDERSON (1993), «Biodiversity and ecosystem function in agricultural systems». En Biodiversity and Ecosystem Function. E.D. Scholze and H. Mooney (eds.) Primavera, Berlín, pp. 15-42.
 - TAPIA, E Y A. FRIES. (2007). Guía de campo de los cultivos andinos. Lima.FAO y ANPE. Disponible en [ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai185s/ai185s.pdf](http://ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai185s/ai185s.pdf), pág. 21. Consultado 21 de noviembre 2011.
 - TAPIA, E Y ROSAS, A (1998). Agrobiodiversidad en la Encañada. Sistematización de las experiencias de conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos, Perú. CONDESAN, ASPADERUC, CIP y GTZ, Cajamarca, 26pp.
 - TAPIA, E. (2009). Agro-biodiversidad en los países andinos en XILEMA. Documento pdf, disponible en http://www.pronaturaleza.org/archivos/pdf/xilema_21.pdf.
 - TAPIA, M. (1992). Visión general y características del agroecosistema andino. en El Agroecosistema Andino, problemas y limitaciones, perspectivas en Anales del Taller Internacional sobre el agroecosistema andino, Lima CIP, 1992. pp. 51.
 - TAPIA, M. (2000). Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Segunda Edición. En: Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación (FAO)- Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/home10.htm>; consulta: diciembre 20012.
 - TAPIA. N. (2002). Agroecología y Agricultura Campesina Sostenible en los Andes Bolivianos. Boliva. AGRUCO
 - TARRASON, D. (2008). Agroecología: Una perspectiva integradora para la sostenibilidad de los socioagroecosistemas p:147-184. En Andrés, P y Rodríguez, R (Eds). Evaluación y prevención de riesgos ambientales en Centroamérica. Girona: Documenta Universitaria.

- TERRAZAS, F., G. VALDIVIA, X. CADIMA, M. L. UGARTE. (1997). Inventariación y caracterización múltiple de cultivares nativos. En: Informe anual 1996-97 IBTA-PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. 903-906.
- TERRAZAS, F., R. GONZALES. (2001). Estudio de las dinámicas temporales y espaciales del mantenimiento in situ de variedades locales de oca, papa nativa, papalisa e isaño en Candelaria. En: Informe anual 2000-2001 Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. pp. irr.
- THRUPP, L. (2000). Linking agricultural biodiversity and food security: the valuable role of agrobiodiversity for sustainable agriculture. *International Affairs* 76(2): 265-281.
- TIRADO, M. (1998). Introducción a la historia económica de Colombia. El Ancora, Bogotá, 377p.
- TOLEDO, C; CABRERA, J; LEYVA, C Y POHLAN, H. (2008). Estimación de la producción de residuos agrícolas en agroECOSistemas de caña de azúcar. *Cultrop* v.29 n.3 La Habana jul.-sep.
- TOLEDO, V Y BARRERA, N. (2008). La Memoria Biocultural. La Importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. ICARIA. Barcelona, 229p
- TOLEDO, V. (1992). Utopía y naturaleza: el nuevo movimiento ecológico de campesinos e indígenas en América Latina. En *Nueva Sociedad* (122) 72-85.
- TOLEDO, V. (2012). La Agroecología en Latinoamérica: Tres Revoluciones, una Misma Transformación. En *Revista Agroecología*, Nú 6: 37-46.
- TOLEDO, V; ALARCON, P y BARON, L. (2002). La modernización rural de México. Un análisis socioecológico, Semarnat/Instituto Nacional de Ecología, UNAM, México, 130 p.
- TOLEDO, V; CARABIAS, J; MAPES, C y TOLEDO, C. (2014). Ecología y autosuficiencia alimentaria. Siglo XXI. México. 118p.
- TOVAR, H. (1987). La lenta ruptura con el pasado colonial (1810-1850). En Ocampo, J (Comp). *Historia Económica de Colombia*. Banco de la República. Bogotá: Siglo XXI.
- TURNER, N; JAKUB, L; MIGLIORINI, P; PIERONI, A; SACCHETTI, L Y PAOLETTI, M. (2011). Edible and Tended Wild Plants, Traditional Ecological Knowledge and Agroecology. En *Critical Reviews in Plant Science*, 30:198:225.
- UNITED NATIONS. (1992). *Convention on biological diversity*. Recuperado de

<http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>

- URRUTIA, J. (2009). Territorio, Identidad y Mercado. En Ranaboldo, C y Schejtman, A. El valor del patrimonio cultural. Territorios rurales, experiencia y proyecciones latinoamericanas. Lima: RIMISP. 401 p.
- USECHE, D; HARVEY, C Y DECLERCK, F. (2011). Implicaciones sociales, económicas y ecológicas para la implementación de sistemas silvopastoriles como estrategia para la conservación de la biodiversidad en paisajes ganaderos tropicales. Agroforestería en las Américas N ° 48. 84-94 p.
- UZEDA, A. (1999). El saber (local) de los cultivadores de papa: una querencia en las alturas. UMSS-Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Económicas. Recuperado de <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Bolivia/iese-umss/20130218012251/vasquez.pdf>.
- VALDERRAMA, N., GARCÍA, N., BAPTISTE E., M.P., RENJIFO, L.M., SÁNCHEZ-DUARTE, P., CÁRDENAS TORO, J., RUBIANO, G., LASSO, C.A., MORALES-BETANCOURT, M.A., AMAYA-VILLARREAL, A.M. Y TORO, J.L. (2014). Especies amenazadas de flora y fauna. En: Bello et al. (ed). Biodiversidad 2014. Estado y tendencias de la biodiversidad continental en Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia.
- VALLADOLID, J. (1999). Agricultura campesina andina: Crianza de la heterogeneidad a partir de la chacra y el paisaje (Conservación In Situ) en Crianza de la Agrobiodiversidad en el Perú, PRATEC.
- VALLES, S. M. (1999). *Técnicas cualitativas de investigación social. Reflexión metodológica y práctica profesional*. Madrid, España: Editorial Síntesis S.A.
- VANDERMEER, J Y PERFECTO, I. (1995). Breakfast of biodiversity. The Truth About Rain Forest Destruction. Oakland. 230 p.
- VARGAS, P. (2009). El cambio climático y sus efectos en el Perú. Serie de Documentos de Trabajo Working Paper. Documento de trabajo 14, julio 2009. BCRP. Lima, Perú. 59 p.
- VARGAS, T. C. (Ed.). (2012). Azoteas y huertas de las mujeres de la comunidad Veneral del Carmen del río Yurumanguí: Tejiendo territorio a partir de nuestros saberes. Bogotá, Colombia: Convenio Sena-Tropenbos. Recuperado de: www.tropenbos.org/file.php/957/veneralasoteas.pdf

- VÁSQUEZ, L. (2013). Diagnóstico de la Complejidad de los Diseños y Manejos de la Biodiversidad en Sistemas de Producción Agropecuaria hacia la Sostenibilidad y la Resiliencia. En Altieri, M y Nicholls, C. Agroecología y Cambio Climático. Metodología para Evaluar la Resiliencia Socioecológica en Comunidades Rurales. Lima: Gama Gráfica. Pp 33-42.
- VELÁSQUEZ-MILLA, D., CASAS, A., CRUZ-SORIANO. (2011) Ecological and socio-cultural factors influencing in situ conservation of crop diversity by traditional Andean households in Peru. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 2011, 7:40.
- VILLA, D. (2014). Composición y riqueza de las plantas alimenticias en huertas familiares de San Pablo, Bolívar. Tesis. Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana.
- VILLARROEL, T. (1995). Manejo campesino y caracterización de la biodiversidad de oca *Oxalis tuberosa* y papalisa *Ullucus tuberosus* en Candelaria, Provincia Chapare del Departamento de Cochabamba. Cochabamba: Universidad San Simón (AGRUCO).
- VILLARROEL, T; SALAZAR, D; DELGADO, R. (2001). La biodiversidad de los tubérculos andinos: Importancia en la vida de las familias de una comunidad altoandina de Cochabamba, en Bilbao, J (Eds) Memorias del 1er Seminario Taller Cosmovisión indígena y biodiversidad en América Latina.
- VILLATE S, G. (1987). Algunos apuntes para un estudio de la organización económica de los muisca. Maguaré, Revista Departamento de Antropología Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- VILLATE, G. (2006). Algunos apuntes para un estudio de la organización económica de los muisca. Maguaré, Revista Departamento de Antropología Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- VILLATE, G. (2010). Algunos rasgos de la Agricultura de los Muisca en Revista Luna Azul. Disponible en http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php?option=com_content&task=view&id=238&Itemid=238, consultado 12 marzo 2017..
- VILLATE, G., (1994). Una contribución al estudio del agro como rama de la producción entre los muisca. Apuntes del CENES 13 (21): 111-136.
- VILLATE, G., (2001). Tunja prehispánica. UPTC, Colciencias. Tunja, Colombia. 206 p.

-
- VITOUSEK, P.M., MOONEY, H., LUBCHENCO, J. Y MELILLO, J.M. (1997). Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277, 494–499.
 - VIVANCO, M. (2010). *Sociedad y Complejidad. Del discurso al modelo*. Santiago: LOM Ediciones. pp:94
 - WARNER, K. (2008). Agroecology as Participatory Science. Emerging Alternatives to Technology Transfer Extension Practice. En *Science Technology & Human Values*. Disponible en: <http://sth.sagepub.com> . Consultado el 18 de octubre de 2015.
 - WASSENAAR, T., GERBER, P., VERBURG, P.H., ROSALES, M., IBRAHIM, M. Y STEINFELD H (2007). Projecting land use changes in the Neotropics: The geography of pasture expansion into forest. *Global Environmental Change*, 17, 86-104.
 - WEZEL, A.; Bellon, S; Dor´e, T; Francis, C; Vallod, C y David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Revis.Agron. Sustain. Dev.* 29, pp 503–515.
 - WILSON, M. (2004). Loss and habitat connectivity hinders pair formation and juvenile dispersal of chucao tapaculos in Chilean rainforest. *Condor* 106:166-171.
 - WOODLEY, E (2006). Conocimiento Autóctono: Un Marco Conceptual y Un Caso de las Islas Salomón. En Gonsalves, J., T. Becker, A. Braun, D. Campilan, H. De Chavez, E. Fajber, M. Kapiriri, J. Rivaca-Caminade y R. Vernooy (eds). 2006. *Investigación y Desarrollo Participativo para la Agricultura y el Manejo Sostenible de Recursos Naturales. Volumen 1*. 286p.
 - YANGGEN, D., C. CRISSMAN, AND P. ESPINOSA, eds. (2003). *Los Plaguicidas Impactos en Produccion, Salud y Medio Ambiente en Carchi, Ecuador*. Centro Internacional de la Papa, y Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Ediciones Abya-Yala, Quito, Ecuador.
 - ZALASIEWICZ, J. A N., WILLIAMS, M., STEFFEN, W. Y CRUTZEN, P. (2010). The new world of the anthropocene. *Environmental Science and Technology*, 44, 2228–2231
 - ZAPATA, L; TENA, V; MADALINA, A; ALONSO, M; RUMBERO, A. (2019). Alkamides from *Tropaeolum tuberosum* inhibit inflammatory response induced by TNF- α and NF- κ B. En *Journal of Ethnopharmacology*. Volume 235, Pages 199-205

-
- ZIMMERER, K. S. (2014). Conserving Agrobiodiversity amid Global Change, Migration, and Nontraditional Livelihood Networks: the Dynamic Uses of Cultural Landscape Knowledge. *Ecology and Society*, 19(2), 1–15 pp.
 - ZULUAGA, G. Y CÁRDENAS, S. (2014). Mujeres campesinas construyendo soberanía alimentaria. En: E. Siliprandi y G.P. Zuluaga. (Coords.), *Género, agroecología y soberanía alimentaria. Perspectivas ecofeministas*. (pp.139-164). Barcelona, España: Icaria editorial.