Formando **líderes** para la construcción de un nuevo **país en paz**

Implementación de 18 sistemas agroforestales en Norte de Santander, Colombia.

ISBN Obra independiente:
978-958-52243-9-1

SELLO EDITORIAL
UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

Implementación de 18 sistemas agroforestales en Norte de Santander, Colombia.

DEDICATORIA

Queremos dedicar este libro a nuestro querido compañero de equipo y gran amigo Saury José Thomas Manzano como autor Honorífico, quien nos dejó en junio del año pasado sin que viera el final del proyecto.

Desde el inicio del proyecto Plantar como ESTADÍSTICO MAYOR se preocupó y ocupó porque los resultados científicos que se obtuvieran dieran respuesta a las necesidades y expectativas de proyecto, y porque los resultados estadísticos se cumplieran como están planificados.

Saury, graduado de Ingeniería Industrial en la Universidad INNCA de Colombia en el año 1982, hizo estudios de Especialización en Estadística Aplicada con la Universidad Francisco de Paula Santander, de Especialización en Gerencia de Proyectos con la Universidad de Pamplona, finalizó estudios de Maestría en Gerencia de Empresas Mención Finanzas y Maestría en Gerencia de Empresas Mención Industria con la Universidad Nacional Experimental del Táchira - Venezuela convalidadas en Colombia bajo resolución del Ministerio de Educación Nacional y finalizó sus estudios de Doctorado en Ciencias Gerenciales con la Universidad Rafael Belloso Chacín URBE en Maracaibo Venezuela.

Para nuestro equipo es un honor y privilegio tener presente tu memoria, porque representas profesionalidad, abnegación y entrega, constituyendo un ejemplo para las futuras generaciones.

Saury Thomas (q.E.P.D.) siempre se caracterizó por ser buen compañero y amigo, maestro y profesor y, apasionado por los análisis de factibilidad y por el perfeccionamiento de la estadística matemática. Su sentido de pertenencia y cordialidad, con un saludo característico le dieron popularidad, siendo el representante de los profesores al Consejo Superior de la Universidad de Pamplona hasta su partida.

Te recordaremos siempre Saury.

AGRACECIMIENTOS

Agradecimiento enorme a la Gobernación de Norte de Santander, Secretaria de las TIC, Sistema General de Regalías, Colciencias, Universidad de Pamplona, Universidad Francisco de Paula Santander y las Alcaldías de los seis municipios involucrados, por brindar los recursos logísticos, económicos y técnicos para realizar el Proyecto del Convenio Especial de cooperación 00356 "Desarrollo estratégico agroecológico con uso de TIC para el fortalecimiento de cultivos promisorios en el Departamento de Norte De Santander, Proyecto Plantar".

Principalmente a las siguientes personalidades:

Gobernador del Departamento Norte de Santander
Dr. William Villamizar Laguado

Rector de la Universidad de Pamplona
Ivaldo Torres Chaves MSc PhD

Secretaria de las TIC
Dra. Marina Lozano Ropero

De forma particular queremos agradecer a todo el equipo técnico conformado por los ingenieros de los municipios y los técnicos de campo dirigidos por el Coordinador técnico del Proyecto Plantar Carlos Germán Delgado Méndez B.Sc. M.Sc.

De igual forma nuestro agradecimiento a Luisa Fernanda Lozano Leal por su trabajo en Estadística, a los seis profesionales de apoyo para confeccionar los informes finales por municipio, a los colegas del equipo de Comunicación Social y administrativo y financiero del Proyecto Plantar, a los de la toma de fotos multiespectrales y los que desarrollaron la plataforma digital, y en fin, a todos los que de una forma u otra participaron en alguna tarea del proyecto.

Por último, un agradecimiento especial a los 90 agricultores beneficiarios y sus familias que dispusieron de sus fincas para que pudiera desarrollarse con éxito el proyecto.

CONTENIDO

AGRACECIMIENTOS 3
PRÓLOGO 5
SíNTESIS 7
INTRODUCCIÓN 9
CAPITULO 1. LOS SISTEMAS AGROFORESTALES 12
La ecología 13
Los Sistemas Agro Forestales (SAF) y su importancia para la sostenibilidad de los agroecosistemas 14
Características de los SAF 17
Modelos Agroecológicos y su importancia. 18
Resultados de proyectos agroecológicos 19
CAPITULO 2. ABORDAJE METODOLóGICO 21
2.1. Caracterización de las fincas y las familias desde el punto de vista socioeconomico, agroeconomico y del conocimiento agroecologico. 23
2.2 Caracterización de los principales recursos naturales de los agroecosistemas en las fincas 27
.2.3 Evaluación de los impactos de los sistemas agroforestales sobre los recursos de agua y suelo 34
2.4. Evaluación de la implementacion de los modelos agroforestales en los seis municipios. 36
2.5. Validación social de la implementacion de los sistemas agroforestales con los agricultores 40
CAPITULO 3. RESULTADOS Y ANÄLISIS 42
3.1. Caracterización de las fincas y las familias desde el punto de vista socioeconomico, agroeconomico y del conocimiento agroecologico. 43
3.2 Caracterización de los principales recursos naturales de los agroecosistemas en las fincas 69
3.3 Evaluación de los impactos de los sistemas agroforestales sobre los recursos de agua y suelo 141
3.4. Evaluación de la implementacion de los modelos agroforestales en los seis municipios. 190
3.5 Validación social de la implementacion de los sistemas agroforestales con los agricultores 217
CONCLUSIONES 250
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 253

PRÓLOGO

La Agroecología es la ciencia que se ocupa del estudio de la agricultura con un enfoque ecológico; buscando identificar formas de manejo agrícola que reestablezcan los ciclos que se producen en los ecosistemas naturales. El hombre con el afán de aumentar los rendimientos ha implementado modelos agrícolas orientados fundamentalmente a satisfacer los mercados, lo que ha generado problemas de degradación de los recursos naturales (paisaje, suelo, agua, clima y biodiversidad); además de crear rupturas sociales y culturales, por lo que son ecológicos y económicamente pocos sostenibles.

El proyecto Plantar (Desarrollo estratégico agroecológico con uso de TIC para el fortalecimiento de cultivos promisorios en el Departamento de Norte de Santander) se desarrolló desde enero de 2018 a agosto de 2019 en seis municipios de este Departamento: Arboledas, Convención, La Playa, La Esperanza, Ocaña y Mutiscua donde se implementaron modelos agroecológicos para el desarrollo sostenible y la competitividad de los cultivos promisorios haciendo uso de las TIC. Este se derivó una iniciativa del Gobernador de Norte de Santander que estaba interesado en implementar la agricultura de precisión en el Departamento.

La novedad del proyecto radicó en que se propuso combinar la agricultura de precisión con la agroecología, por medio de la implementación de 18 modelos agroecológicos en forma de sistemas agroforestales, donde intervenían una especie forestal y dos cultivos declarados promisorios para Norte de Santander; uno permanente y otro transitorio.

El proyecto tuvo un enfoque participativo para que los agricultores se apropiaran e las tecnologías agroecológicas. Los modelos se validaron desde el punto del establecimiento de los cultivos en cada ecosistema con condiciones edafoclimáticas específicas y también por el impacto ecológico sobre la calidad del agua y de las propiedades agroquímicas y biológicas del suelo.

El presente libro se derivó del informe central del proyecto, y versa sobre la validación de los 18 modelos agroecológicos implementados, ya que también se hicieron otros seis informes, uno por cada municipio donde solo se comparaban los tres sistemas agroforestales implementados en cada uno de ellos y otro informe sobre la interpretación de las fotos multiespectrales.

El libro tiene una Introducción, tres capítulos centrales: I, Los Sistemas Agroforestales, II, Abordaje metodológico, III, Resultados y análisis y termina con un grupo de conclusiones que generalizan los fundamentales resultados obtenidos. Estos últimos escritos con un lenguaje más sencillo para que sean entendible por todo el público

Los autores esperan que este documento derivado de una investigación colosal sobre agroecología de la que se obtuvo un cúmulo enorme de datos y se aplicaron variados métodos estadísticos y que no siempre se obtuvieron los resultados esperados sirva a

técnicos, profesionales, profesores e investigadores de guía metodológica para futuros proyectos y futuras investigaciones de este tipo.

Finalmente decir que, a pesar de los resultados científicos controversiales desde el punto de vista del desarrollo de los cultivos, del impacto sobre la calidad del agua, sobre la calidad de las variables agroquímicas del suelo y sobre la biota del suelo, se pudieron seleccionar los mejores modelos agroecológicos, lo que fue complementado por el impacto social siempre positivo de los 90 agricultores participantes y sus familias.

Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad de Pamplona

SÍNTESIS

El proyecto Plantar (Desarrollo estratégico agroecológico con uso de TIC para el fortalecimiento de cultivos promisorios en el Departamento de Norte De Santander) tuvo como objetivo general elaborar modelos agroecológicos para el desarrollo sostenible y la competitividad de los cultivos promisorios haciendo uso de TIC en seis municipios de este Departamento: Arboledas, Convención, La Playa, La Esperanza, Ocaña y Mutiscua. El proyecto estuvo financiado por la Gobernación del Norte de Santander y lo operó la Universidad de Pamplona. Se inició en enero de 2018 y tuvo una duración de 18 meses. Se implementaron 18 sistemas agroforestales, tres por municipio, con 5 agricultores por cada modelo agroecológico, con una parcela testigo y otra con prácticas agroecológicas. En total 90 agricultores con 180 ha. Se realizó una validación ecología, agronómica y social de los sistemas agroforestales. El establecimiento de los modelos agroecológicos impactaron de forma muy diferente sobre las propiedades fisicoquímicas del agua para el riego en las fuentes de abasto de las fincas, en algunos casos aumentaron los valores de las variables o su concentración y otras disminuyeron; entre las que con mayor frecuencia se modificaron significativamente estuvieron el pH, la Capacidad de Intercambio Catiónico, la concentración de sulfatos, amonio, nitratos y cloruros, y la de los microelementos hierro, zinc manganeso y boro, en general favoreciendo la calidad de la misma. Las variables agroquímicas del suelo no presentaron diferencias entre las parcelas agroecológicas y las testigos en ninguno de los modelos, en ningún municipio, sin embargo, los cultivos establecidos en los sistemas agroforestales impactaron de múltiples formas sobre las variables agroquímicas que inicialmente tenía el suelo, en algunos casos en beneficio de la calidad de este y en otros en deterioro del mismo, estando entre las variables que con más frecuencia variaron favorablemente el pH , la Capacidad de Intercambio Catiónico, así como los microelementos hierro, boro. manganeso y zinc, y de forma particular disminuyeron significativamente los contenidos de materia orgánica y de carbono orgánico en algunas parcelas dentro de los municipios de La Esperanza (Abarco-Aguacate-Maíz agroecológica), La Playa (Robe-Aguacate-Frijol agroecológica y testigo) y Mutiscua (Aliso-Ciruela-Zanahoria testigo y Aliso-Mora-Tomate de Árbol testigo y agroecológica). El establecimiento de los cultivos en los sistemas agroforestales tuvieron impactos negativos y positivos sobre la biología del suelo, al parecer debido a las heterogeneidad de la cobertura vegetal y del uso de suelo de las parcelas que aportaron los agricultores al proyecto, al analizar la abundancia de la macrofauna se verifica que esta disminuye en todos los municipios, la abundancia de la mesofauna aumenta en todos los municipios excepto en Arboledas y La Esperanza, mientras que la microfauna disminuye en todos los municipios excepto en la Playa y Ocaña, sin embargo, un análisis más detenido de otras variables como la riqueza y diversidad de especies, la equidad y la dominancia dentro de los modelos y grupos biológicos aportan resultados más favorables que cuando se analiza solamente de la abundancia. Todos los modelos agroecológicos impactaron positivamente en las fincas por su propia concepción de sistema agroforestal, el acompañamiento de las TIC y las técnicas de agricultura de precisión; no obstante algunos modelos fueron más exitosos que otros bajo cada condición edafoclimática sobre todo desde el punto de vista de la población lograda, el desarrollo de las plantaciones y la producción de la cosecha inminente,

destacándose en Arboledas el modelo Cedro-Aguacate Maíz, en Convención el Cedro-Limón- Maíz, En la Esperanza Abarco- Limón- Maíz, en la Playa el Roble-Brevo-Maíz y Roble-Aguacate-Frijol, en Mutiscua Aliso-Ciruelo-Zanahoria y Aliso-Mora-Tomate de árbol, y en Ocaña Nogal Cafetero-Cacao-Plátano y Nogal Cafetero-Aguacate-Frijol. En general se presentaron bajos niveles de incidencia de las plagas en los cultivos de los sistemas agroforestales siendo las más generalista la hormiga arriera y las babosas, y los cultivos con más incidencia, el maíz con el gusano cogollero, el tomate de árbol con las babosas, la antracnosis y la cenicilla y el plátano con la sigatoka y la *Erwinia*. El proyecto impactó positivamente desde el punto de vista social en las familias y en las fincas, por la capacitación y la transferencia de conocimientos sobre agroecología y el empleo de productos biológicos, que permitieron a los agricultores introducirse en tecnologías más limpias y sostenibles de producción agrícola con el apoyo de las TIC, aumentando la competitividad, y produciéndose mejoras de la calidad de vida de los productores y sus familias.

INTRODUCCIÓN

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible aprobada por 193 países en septiembre de 2015 y por la Asamblea General de las Naciones Unidas, del cual forma parte Colombia, establece 17 objetivos claros con una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental. De acuerdo con la mencionada Agenda este proyecto se enmarca en el Objetivo 2 del Desarrollo Sostenible el cual busca poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible y una de cuyas metas es, de aquí a 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad de la tierra y el suelo (Naciones Unidas, 2018).

La Constitución Política de Colombia de 1991, establece en los artículos 79 y 80 los lineamientos para una protección adecuada de los recursos naturales por parte de todos los ciudadanos. El artículo 79 señala que todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. Y el artículo 80 indica: El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución (Constitución Política de Colombia, 1991).

De igual forma, el Plan de Desarrollo Estratégico para el Departamento Norte de Santander 2016-2019 establece entre sus principios la Sostenibilidad ambiental, entendida ésta como el uso racional de los recursos naturales, de forma tal que posibilite mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras. Así mismo, uno de los pilares estratégicos está relacionado con la productividad considerando que “el territorio de Norte de Santander es una región con mucho potencial agropecuario pero que debe ser atendido apropiadamente a través de acciones e inversiones enfocadas a elevar la productividad del Departamento y mejorar la competitividad de la región. Adicionalmente, entre los ejes transversales se apuesta al uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en aras de aumentar los niveles de competitividad e innovación para alcanzar un mejor posicionamiento en los mercados (Plan de Desarrollo para Norte de Santander 2106-2019, 2016).

El principal eje de desarrollo económico en el Departamento Norte de Santander es el sector agropecuario, el cual corresponde a cultivos permanentes y de ciclo corto; teniendo un uso de área aproximada de 101.648 hectáreas para los cultivos permanentes y 42.513 hectáreas para los transitorios y anuales. El departamento cuenta con 59.108 unidades productivas en 109.931 ha de suelos utilizados con fines agrícolas, de los cuales 78.061 ha son cultivos permanentes, 23.347 ha en cultivos transitorios y el área restante se encuentra en otros usos como pastos y barbecho (Encuesta Nacional Agropecuaria, 2015).

El Departamento carece de un plan de ordenamiento productivo como herramienta para la formulación y ejecución de políticas públicas agropecuarias para la planificación del ordenamiento productivo y de la propiedad rural, con el fin de promover el uso eficiente del suelo para el desarrollo rural agropecuario con enfoque territorial. En otras palabras, se sigue sembrando, siguiendo la intuición, y no con precisión, en función de las oportunidades del mercado y las necesidades de alimentos.

Por su parte, en el 2012 bajo el programa Alianzas productivas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural se aprobaron para Norte de Santander ocho proyectos, de los cuales cinco tuvieron que ver con frutales (de ellos tres potenciales promisorios). Sin embargo, el modelo de alianzas productivas se centró en un esquema de comercialización mediante contratos a futuro, pero no contribuyeron a la investigación de los agroecosistemas del departamento.

La investigación sobre modelos agroecológicos con cultivos asociativos ha aumentado durante la década reciente, especialmente en Francia, Dinamarca y Suecia. En un periodo de 10 años fue realizado un extenso estudio para integrar y analizar una amplia cantidad de datos (Bedoussac et al., 2014; 2015).

Un diagnóstico del estado del sector agropecuario desde el enfoque de CTI, a partir de información secundaria y de validación con actores, identifica aspectos clave que definen los cultivos apropiados para el desarrollo de la economía de un departamento. Por esto, se realizó un levantamiento de información de las diferentes instituciones como herramientas clave en la implementación de los cultivos con fines sostenibles, productivos y de valor comercial.

El proyecto Plantar (Desarrollo estratégico agroecológico con uso de TIC para el fortalecimiento de cultivos promisorios en el Departamento de Norte De Santander) sigue las tendencias internacionales, nacionales y municipales arriba señalados, tiene como objetivo general elaborar modelos agroecológicos para el desarrollo sostenible y la competitividad de los cultivos promisorios haciendo uso de TIC en seis municipios de este Departamento: Arboledas, Convención, La Playa, La Esperanza, Ocaña y Mutiscua. El proyecto estuvo financiado por la Gobernación del Norte de Santander y lo operó la Universidad de Pamplona. Se inició en enero de 2018 y tuvo una duración de 18 meses.

El proyecto pretendía además fortalecer la capacidad de la Ciencia y la técnica de los actores involucrados en el mismo en el Departamento Norte de Santander, Universidades, Alcaldías, profesionales, técnicos y agricultores.

OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN

Evaluar la implementación de 18 modelos agroecológicos en seis municipios del Departamento Norte de Santander para el logro de una agricultura más amigable con el medio ambiente

TAREAS DE INVESTIGACIÓN

- Caracterización de las fincas y las familias desde el punto de vista socioeconomico, agroeconomico y del conocimiento agroecologico.
- Caracterización de los principales recursos naturales de los agroecosistemas en las fincas.
- Evaluación de los impactos de los sistemas agroforestales sobre los recursos de agua y suelo.
- Evaluación de la implementacion de los modelos agroforestales en los seis municipios.
- Validación social de la implementacion de los sistemas agroforestales

Capítulo 1

Los Sistemas Agroforestales

Formando **líderes** para la construcción de un nuevo país en paz

ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE
¡Seguimos avanzando!

proyecto plantar

CAPÍTULO 1. LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

La ecología

Altieri (2004) planteó que con la aplicación de la agricultura industrial a partir de los años cincuenta del siglo veinte, comenzaba una gran ruptura, en busca de elevar los rendimientos, el hombre aplicó un grupo de medidas anti sostenibles en la agricultura, pero con estas lo único que se logró fue provocar un gran desastre ecológico donde la Biodiversidad del planeta tierra fue la más perjudicada.

Marrero (2002) expresó que antes de definir que es la ecología, se debe saber que es una ciencia, y mediante ella se estudian los seres vivos y las relaciones que mantienen entre ellos y con el medio donde viven (la biosfera) situándola en el centro de las relaciones medio ambiente y especies que habitan en los ecosistemas y agroecosistemas.

Álvarez (2007) planteó que la ecología ha evolucionado con el desarrollo de la ciencia y la técnica y para estudiar y comprender cualquier fenómeno donde participen especies en su medio ambiente, donde la madre naturaleza ejerza su influencia determinante sobre la vida de una comunidad o biocenosis, es necesario recurrir al estudio de la ecología que es una de las divisiones básicas de la biología, que se relaciona con principios, esta es, fundamentos comunes a toda la vida y al estar relacionada, en gran parte con los cuatro últimos niveles, o sea, los niveles más allá de los organismos individuales, se hace necesario aplicar sus conocimientos al estudiar los organismos vivos beneficiosos y perjudiciales y su relación positiva o negativa en el entorno en que se relacionan y desarrollan su actividad

La Agroecología

La agroecología provee una guía para el desarrollo de agroecosistemas que tomen ventaja de los efectos de la integración de la biodiversidad de plantas y animales. Tal integración aumenta las complejas interacciones y sinergismos y, optimiza las funciones y procesos del ecosistema tales como la regulación biótica de organismos perjudiciales, reciclado de nutrientes, la producción y acumulación de biomasa, permitiendo así al agroecosistema solventar su propio funcionamiento (Altieri, 1992).

El resultado final del diseño agroecológico es mejorar la sustentabilidad económica y ecológica del agroecosistema, con un sistema de manejo propuesto a tono con la base local de recursos y con una estructura operacional acorde con las condiciones ambientales y socioeconómicas existentes. En una estrategia agroecológica los componentes de manejo son dirigidos a resaltar la conservación y mejoramiento de los recursos locales (germoplasma, suelo, fauna benéfica, diversidad vegetal, etc.), enfatizando el desarrollo de una metodología que valore la participación de los agricultores, el uso del conocimiento tradicional y la adaptación de las explotaciones agrícolas a las necesidades locales y las condiciones socioeconómicas y biofísicas (Toledo, 2004).

El concepto de agricultura sustentable es una respuesta relativamente reciente a la declinación en la calidad de la base de los recursos naturales asociada con la agricultura moderna. En la actualidad, la cuestión de la producción agrícola ha evolucionado desde una forma puramente técnica hacia una más compleja, caracterizada por dimensiones sociales, culturales, políticas y económicas. El concepto de sustentabilidad, aunque controvertible y difuso debido a la existencia de definiciones e interpretaciones conflictivas de su significado, es útil debido a que captura un conjunto de preocupaciones acerca de la agricultura, la que es concebida como el resultado de la coevolución de los sistemas socioeconómicos y naturales (Altieri, 2004).).

Se han propuesto algunas posibles soluciones a los problemas ambientales creados por los sistemas agrícolas intensivos en capital y tecnología basándose en investigaciones que tienen como fin evaluar sistemas alternativos (Gliessman, 2008). El principal foco está puesto en la reducción o eliminación de agroquímicos a través de cambios en el manejo, que aseguren la adecuada nutrición y protección de las plantas a través de fuentes de nutrientes orgánicos y un manejo integrado de plagas y enfermedades respectivamente.

La agroecología va más allá de un punto de vista unidimensional de los agroecosistemas (su genética, edafología y otros) para abrazar un entendimiento de los niveles ecológicos y sociales de coevolución, estructura y función. En lugar de centrar su atención en algún componente particular del agroecosistema, la agroecología enfatiza las interrelaciones entre sus componentes y la dinámica compleja de los procesos ecológicos (Vandermeer, 2004).

Los agroecosistemas son comunidades de plantas y animales interactuando con su ambiente físico y químico que ha sido modificado para producir alimentos, fibra, combustible y otros productos para el consumo y procesamiento humano. La agroecología es el estudio holístico de los agroecosistemas, incluidos todos los elementos económicos, sociales, ambientales y humanos. Centra su atención sobre la forma, la dinámica y función de sus interrelaciones y los procesos en el cual están envueltas. Un área usada para producción agrícola; por ejemplo, un campo es visto como un sistema complejo en el cual los procesos ecológicos que se encuentran en forma natural pueden ocurrir, por ejemplo: aprovechamiento de nutrientes, interacciones predador-presa, competencia, simbiosis y cambios sesiónales.

Los Sistemas Agro Forestales (SAF) y su importancia para la sostenibilidad de los agroecosistemas

Diago (2007) consideró que todo el espacio del planeta habitado por seres vivos (biosfera) pudiera considerarse como un ecosistema, sin embargo, el término se utiliza para designar a aquellas unidades fundamentales (un bosque, un lago, un monte, etc) en donde los organismos vivos se relacionan entre sí y con el medio físico (sustrato, luz, temperatura, entre otros) y todos ellos considerados en un conjunto tienen una gran afinidad y una independencia relativa con relación a los elementos de otro ecosistema.

FAO (2007) concluyó que para hablar de un agroecosistema productivo, únicamente se necesita que la mano del hombre comience a laborar en busca de obtener producciones en un ecosistema, un prado verde pasa de ecosistema a agroecosistema productivo

únicamente cuando el hombre introduce ganado para su crianza y se comienza a aprovechar la energía y la materia no solamente del ecosistema, sino por el ganado introducido por el hombre.

Según Rodríguez (2001) dentro de una comunidad cada organismo desempeña una función trófica particular constituyendo la forma más general la de productor, consumidor o descomponedor, sobre la base de estas relaciones tróficas están los productores y de ellos viven los consumidores primarios de estos los secundarios y así sucesivamente, formándose una cadena de relaciones tróficas, o simplemente una cadena alimentaria, que resulta la secuencia ordenada de organismos en los que unos se comen a los otros, antes de ser comidos.

A su vez. en los agroecosistemas productivos cuando surgen grandes brotes de insectos plagas y enfermedades y no existen o no son suficientes los biorreguladores y el hombre debe apelar a tratamientos químicos, se rompió algún eslabón de la cadena, casi siempre se disminuyeron los productores y los enemigos de los insectos plagas y enfermedades también desaparecieron o se pusieron en desventaja numérica sus especies, esto sucede mucho cuando se aplica la agricultura industrial, esta hizo que el tamaño de las fincas aumentará y se perdiera la costumbre tradicional de rodear estas con cercos vivos, que fueron sustituidos por cercados de alambres y postes de concreto (Rosenthal, 2008).

La Biodiversidad de un ecosistema y agroecosistema y en particular la Agrodiversidad de plantas y la Diversidad de animales están determinadas según Bayón (2006) por el incremento sostenido y en ascenso de las mismas y el flujo de energía y de la materia en las cantidades en que todos los organismos presentes puedan desarrollar sus funciones vitales. Según Cruz *et al*. (2005) los productores deben de ser capaces de captar y aprovechar la energía de la luz solar para transformar sustancias inorgánicas, pobres en energía química, (plantas y ciertas bacterias). Los consumidores primarios (herbívoros) se alimentan directamente de las plantas y los consumidores secundarios se alimentan de otros animales. Mientras los descomponedores aprovechan los restos de animales y vegetales, descomponiendo la materia orgánica en inorgánica.

La base fundamental para elevar la productividad en los ecosistemas y agroecosistemas según Odum (2005) se basa en la creación de una abundante agro diversidad en los mismos, que no es más que la cantidad de materia vegetal viva que hay por unidad de superficie o de volumen. Esa agro diversidad está formada por productores primarios que son las plantas verdes terrestres y acuáticas, incluidas las algas y algunas bacterias, pero para alcanzar los resultados esperados estas producciones de variadas especies de plantas tienen que estar protegidas por unos consumidores secundarios formados por variadas especies de biorreguladores de insectos plagas y microorganismos que controlan enfermedades en los cultivos (Conway y Vázquez ,1996).

La diversidad biológica según Altieri (1998) es la variedad de formas de vida y de adaptaciones de los organismos al ambiente que se encuentran en la biosfera, a la que se puede llamar también Biodiversidad y constituye la riqueza de la vida del planeta. Cruz *et al*. (2005) plantea que en su conjunto todas las especies que habitan en el tiempo y el espacio los ecosistemas y agroecosistemas productivos del planeta tierra constituyen la base de la Gran Cadena Alimentaría facilitándole al hombre todo lo necesario para vivir.

Según Cruz et al. (2005) muchas son las causas que provocan la pérdida de la Biodiversidad, mencionando entre estas: la tala y quema de los bosques, pérdidas y fragmentación del hábitat natural, el monocultivo, la aplicación de exceso de productos químicos, contaminación ambiental, destrucción de ecosistemas marinos (arrecifes de coral y manglares) y sobre pastoreo y sobre cultivo, así como la caza indiscriminada, el cambio climático etc.

La agroforestería es un sistema sustentable de manejo de cultivos y de tierra que procura aumentar los rendimientos en forma continua, combinando la producción de cultivos forestales arbolados (que abarcan frutales y otros cultivos arbóreos) con cultivos de campo o arables y/o animales de manera simultánea o secuencial sobre la misma unidad de tierra, aplicando además prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local. Cualquiera sea la definición, generalmente se está de acuerdo en que la agroforestería representa un concepto de uso integrado de la tierra que se adapta particularmente a las zonas marginales y a los sistemas de bajos insumos. El objetivo de la mayoría de los sistemas agroforestales es el de optimizar los efectos benéficos de las interacciones de los componentes boscosos con el componente animal o cultivo para obtener un patrón productivo que se compara con lo que generalmente se obtiene de los mismos recursos disponibles en el monocultivo (Farrell y Altieri, 1997).

Los SAF presentan ciertas ventajas comparativas sobre los monocultivos (anuales como perennes) por el uso intensivo de la tierra y mayor eficiencia de trabajo. Por lo tanto, se espera que los SAF jueguen un papel importante en el desenvolvimiento de la agricultura tropical en los próximos años. Estos sistemas generalmente necesitan de bajo capital e insumos, y producen alimentos, maderas y otros productos económicamente importantes (Lundgren y Raintree, 1983), entre las principales ventajas que ofrecen se pueden mencionar:

- Producción de una gran variedad de productos para la venta y autoconsumo,
- Un flujo de ingresos estable y sostenido a través del tiempo.
- Menor riesgo para los agricultores con poco capital.
- Mantenimiento de la fertilidad natural del suelo debido al incremento de la materia orgánica.
- Mejoramiento de las propiedades físicas del suelo.
- Crean un microclima que puede ser benéfico para ciertas plantas y/o animales (por ejemplo, modificaciones de luz, temperatura, humedad, viento, etc.).

Características de los SAF

Según Farrell y Altieri (1999), en cuanto a la estructura, los SAF pueden agruparse de la siguiente manera:

- Agrosilvicultura: el uso de la tierra para la producción secuencial o concurrente de cultivos agrícolas y cultivos boscosos.

- Sistemas silvopastoriles: sistemas de manejo de la tierra en los que los bosques se manejan para la producción de madera, alimento y forraje, como también para la crianza de animales domésticos.

- Sistemas agrosilvopastoriles: sistemas en los que la tierra se maneja para la producción concurrente de cultivos forestales y agrícolas y para la crianza de animales domésticos.

- Sistemas de producción forestal de multipropósito: en los que las especies forestales se regeneran y manejan para producir no sólo madera, sino también hojas y/o frutas que son apropiadas para alimento y/o forraje.

También existen otros factores que se deben de tomar encuentra para la implementación de los sistemas de policultivos, como lo son: tipos de suelo, clima, época de cultivos, adecuación de plantas, factores edáficos, sociales y económicos entre otros, que siempre se tienen que considerar para la planeación e implementación de estos sistemas en los campos agrícolas, ya que una mala planeación y estructuración de sistemas pueden causar una desregularización al suelo y repercutir en los cultivos sembrados y por sembrar cosa que representan riesgos en la inversión del productor. Un mal análisis de estos tres sistemas puede provocar una desregularización al suelo y provocar pérdidas al productor es por eso la importancia de conocimiento de los tres sistemas porque una mala decisión no solo afectaría al suelo y las plantas cultivadas y por cultivar, sino que también daños en la inversión del productor con pérdidas económicas (Baldenebro, 2011).

El proceso de conversión de sistemas convencionales monocultivos con alta dependencia de insumos externos a sistemas diversificados de baja intensidad de manejo es de carácter transicional y se compone de tres fases (Altieri y Nicholls, 2007):

1. Eliminación progresiva de insumos agroquímicos mediante la racionalización y mejoramiento de la eficiencia de los insumos externos vía estrategias de manejo integrado de plagas, enfermedades, malezas, suelos, etc.

2. Sustitución de insumos sintéticos por otros alternativos u orgánicos

3. Rediseño diversificado de los agroecosistemas con una infraestructura diversificada y funcional que subsidia el funcionamiento del sistema sin necesidad de insumos externos sintéticos u orgánicos.

Los procesos a tener en cuenta en esta conversión son: (Altieri, 1995)

- Aumento de la biodiversidad tanto sobre como debajo del suelo.
- Aumento de la producción de biomasa y el contenido de materia orgánica del suelo
- Disminución de los niveles de residuos de pesticidas y la pérdida de nutrientes y agua
- Establecimiento de relaciones funcionales y complementarias entre los diversos componentes del agroecosistema
- Óptima planificación de secuencias y combinaciones de cultivos y animales, con el consiguiente aprovechamiento eficiente de recursos locales.

Los sistemas agrícolas con policultivos, rotación y asociación de cultivos en la agricultura son de gran importancia y brindan grandes beneficios como lo son: garantizar un mayor control de plagas y enfermedades, conservar la vida útil del suelo y todos sus microorganismos que allí habitan entre otros. Además, estructurar los sistemas agrícolas permiten al productor conservar el suelo en las mejores condiciones, para el desarrollo de los cultivos de una manera que atreves del tiempo exista una buena relación entre el suelo y planta. En donde el suelo sea el más adecuado para el desarrollo de las plantas y estas cumplan su siclo vegetativo de la manera más adecuada y con menos problemas (Baldenebro, 2011).

Modelos Agroecológicos y su importancia.

El enfoque de nuevos sistemas como la agroecología donde es compatible la producción con el medio ambiente es un poco diferente, pero parte de los mismos principios. Una caracterización edáfica y climática que permite enfocar sistemas agroecológicos adecuados con el uso del suelo pertinente, donde todos los factores de la producción son importantes (semillas, manejo agronómico, cosecha y post-cosecha). La Agroecología parte de reconocer esos conocimientos locales, revalorarlos y recuperarlos para volver a implementar sistemas productivos adaptados a los ecosistemas haciéndolos coherentes con la cultura de la comunidad. En la agroecología no se aplican paquetes de tecnología, ni recetas únicas, por el contrario, se diseñan sistemas productivos y procedimientos diferentes en cada región según sea la cultura propia y las potencialidades de los ecosistemas y grupos humanos (Osorio, 2009).

Los modelos agroecológicos pilotos a implementar en el manejo productivo, serán un conjunto de documentos, soluciones de gestión, equipos, insumos, que se conjugarán para lograr un producto de valor agregado comercializable. Estos paquetes generalmente son usados como un medio para transferir conocimientos, dirigido a un usuario. Entre los elementos que componen los paquetes estarán los modelos de siembra, asociatividad de cultivos en nutrientes, sombras, mucho en los suelos etc., los cuales estarán conformados por la combinación y disposición del material genético (SISCLIMA, 2016).

Resultados de proyectos agroecológicos

Para se obtenga el éxito esperado entre los agricultores que se incorporan al movimiento agroecológico, debe darse la misma importancia a la conservación de los recursos locales que a la autosuficiencia alimentaria y/o participación en los mercados locales (SOCLA, 2009).

Diseñar agroecosistemas más biodiversos desde el punto de vista funcional, estructural y florístico constituye un reto hacia el futuro en el uso y manejo holístico de los ecosistemas y en este sentido queda un trecho por avanzar sólo en la diversidad del conocimiento (Hernández et al., 2011).

Los plaguicidas y pesticidas que se utilizan para el control de plagas y enfermedades en los campos agrícolas, conforme pasa el tiempo las cantidades aplicados cada vez son de mayor cantidad, y no se considera el daño que se le está ocasionando al suelo y toda la flora microbiana que habita en él, y al proporcionales un daño no permiten complementar su función en el suelo. Esto a su vez puede repercutir en el desarrollo de la planta durante su ciclo vegetativo los daños causados cada vez son mayores a tal grado que por todos los suministros que se le aplican al suelo llegan a quedar con el paso del tiempo en malas condiciones para prácticas agrícolas. Es por eso la importancia de los sistemas de policultivos, rotación y asociación de cultivos en la agricultura porque uno de los mayores beneficios que brindan estos sistemas es la del control de plagas y enfermedades, de las cuales hoy en día son una de las problemática que más afectan a los cultivos, y está garantizado que se reducen las plagas en un alto porcentaje, lo cual también le garantizan al productor un gran ahorro en la compra de plaguicidas y combate de plagas (Baldenebro, 2011).

Para que el agricultor realice un manejo de plagas correcto dentro de un agroecosistema este debe contar con información básica sobre los aspectos biológicos del insecto o la enfermedad, tales como reproducción ciclo biológico, fuentes de infestación y comportamiento, además de conocer cómo la biología de la plaga se relaciona con la fenología del cultivo y de distinguir los productos adecuados para el control y prevención oportunas (Ortiz, 2001).

También el agricultor debe conocer la biología de la plaga y el estado fenológico de la planta, información confiable acerca de los tipos de productos que se pueden elaborar en la finca, su acción y su efecto y los productos biológicos que se pueden obtener en el mercado, lo cual puede potenciar conscientemente los procesos ecológicos en función de tener menos plagas, un cultivo más vigoroso desde el punto de vista nutricional y la presencia de enemigos naturales como resultado de un hábitat apropiado para su desarrollo y un mejor arreglo de los cultivos en el tiempo y el espacio, lo cual debe ir acompañado de un conocimiento más profundo de las relaciones que se presentan en un agroecosistema (Clavijo, 2004).

En una investigación más reciente realizada en Panamá se encontraron niveles muy bajos de adopción de prácticas agroecológicas en el manejo de plagas entre los productores de sandía, para la agroexportación en la región de Azuero y resultó escaso el nivel de

conocimiento, lo que pudo influir en una baja percepción acerca de la necesidad de adoptar otras prácticas (Barba et al., 2015).

Entender la actividad del sujeto social implicado directamente en el manejo de su finca de acuerdo a sus conocimientos y situar a los mismos en su microcontexto de acción es clave para desarrollar alternativas que mejoren la sustentabilidad de los agroecosistemas (Gargoloff et al., 2011).

Por otra parte, se señala que la investigación participativa, es una vía importante para obtener resultados exitosos en la integración del conocimiento local y técnico en el diagnóstico de la calidad de los suelos y en el abordaje de los manejos agroecológicos que permitan ir hacia el uso de agroecosistemas más sostenibles (Hernández et al., 2011).

Se requiere de mayor esfuerzo en la investigación participativa que integre los resultados de la investigación existente en enfoques prácticos a servir de modelos, estudios de caso o ejemplos para otros agricultores para la toma de decisiones para el manejo agroecológico de las fincas (Clavijo, 2004)

Capítulo II

Abordaje Metodológico

Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz

ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE
¡Seguimos avanzando!

proyecto plantar

CAPÍTULO 2. ABORDAJE METODOLÓGICO

Se desarrolló una investigación del tipo mixto; cualitativa y experimental con cortes transversales y longitudinales que se explicarán más detalladamente en cada tarea en particular.

Para el desarrollo de la investigación se seleccionaron seis municipios del Departamento Norte de Santander; Arboledas, Convención, La Playa, La Esperanza, Ocaña y Mutiscua (Figura 1). En cada municipio se seleccionaron 15 fincas y sus familias para posteriormente establecer tres modelos agroecológicos (sistemas agroforestales).

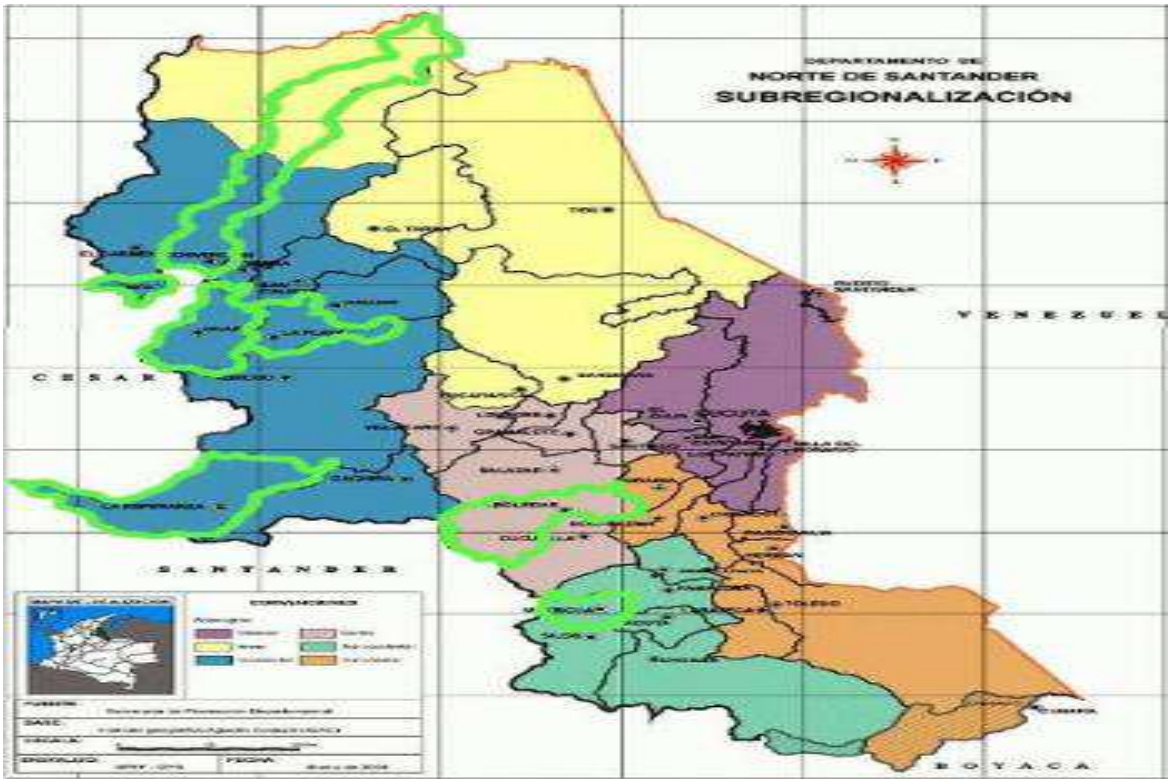


Figura 1, Plano de localización de los seis municipios del Proyecto en el Departamento Norte de Santander, Fuente: IGAC, 2016

Población objeto y selección de familias.

Población: Para la selección de la población, se tomó como base la información recolectada en el censo agropecuario 2015. El dato suministrado en la base de datos, dio que aproximadamente 1.500 familias de los 6 municipios tienen participación directa e indirecta en la siembra de los cultivos. Con base en esta información, se calculó el número de beneficiarios que participaron en el proyecto por la ecuación (1) (Helmer et al., 2011).

$$n=z^2(p*q)/(e^2+ (z^2(p*q))/N) \quad (1)$$

Donde:
n= tamaño de la muestra
z=nivel de confianza deseado
p: proporción de la población con la característica deseada (éxito)
q: proporción de la población con la característica no deseada (fracaso)
e: nivel de error dispuesto a cometer
N: tamaño de la población

Se consideró un margen error de10%, un nivel de confianza de 95%, una población 1500 familias, lo que arrojó un tamaño de muestra de 90 familias

Los criterios de selección de los agricultores y sus fincas fueron los siguientes:

- Que tuviera vocación agrícola.
- Que tuviera mínimo tres hectáreas de tierra.
- Que estuviera de acuerdo en designar por lo menos dos hectáreas para el desarrollo del proyecto.
- Que estuviera tipificado como pequeño productor agrícola
- Que tuviera interés y compromiso en participar en el desarrollo del proyecto.
- Que no hubiera sido participante en proyectos de índole similar.
- Que supiera leer y escribir.

  - Muestra Poblacional: 90 familias (se asume 4 personas por familia aproximadamente 60 personas en total)
  - Área total de Intervención: 180 ha (2 ha por familia), correspondientes a minifundios.

Dentro del proceso de investigación, se estableció el desarrollo de modelos agroecológicos contemplando las condiciones agroclimáticas intrínsecas del municipio, teniendo en cuenta el enfoque la relación ecológica que existe con el sector agrícola buscando modelos que permitieron analizar la forma, la dinámica y las funciones de esta relación de forma más integral y holístico con el medo ambiente; es decir, que cada agricultor participante en la investigación pudo tener una experiencia haciendo uso eficiente de los recursos naturales para una producción limpia generando así competitividad y a su vez conservación del medio ambiente.

2.1. Caracterización de las fincas y las familias desde el punto de vista socioeconomico, agroeconomico y del conocimiento agroecologico.

2.1.1 Ajuste participativo con los agricultores de los modelos agroecológicos propuestos inicialmente.

Entre los meses de marzo abril de 2018 se realizó el ajuste de los modelos agroecológicos con la participación de los agricultores en cada municipio. Se confeccionó previamente un

guión para la conducción de la actividad y se entrenaron a los moderadores respecto a la investigación a desarrollar, sus objetivos concretos y la metodología a utilizar.

La actividad se inició con la presentación de los participantes y una técnica de trabajo grupal o dinámica de grupo que permitió a los presentes obtener como lección aprendida "la importancia del líder en un grupo de trabajo", ya que en primera instancia se pretende que los agricultores participantes en Plantar se conviertan en lideres agroecológicos y de los sistemas agroforestales en la zona.

Se realizaron mesas de trabajo con los agricultores (líderes y familiares de las cinco fincas propuestas para cada modelo) y se trabajó finalmente en sesión plenaria.

Tanto en las mesas de trabajo como en el plenario de dio libertad a los participantes a que realizaran su análisis y las propuestas de los cultivos promisorios más adecuados para los modelos agroecológicos propuestos en cada Municipio (Tabla 1).

Tabla 1. Cultivos iniciales

Municipio	Modelos agroecológicos
Arboledas	1- Forestal-Limón-Ahuyama
	2- Forestal-Aguacate-Maíz
	3.Platano-Aguacate-Maiz
Convención	1 -Forestal-Cacao-plátano
	2 -Forestal-Limón-Maíz/frijol
	3 -Forestal-Aguacate-Maíz/frijol
La Esperanza	1 -Forestal-Aguacate- Maíz/frijol
	2 -Forestal-Limón-Maíz/frijol
	3 -Forestal-palma de aceite -frijol
La Playa	1 -Forestal-Aguacate-Maíz/frijol
	2 -Forestal-Limón-Maíz/frijol
	3 -Forestal-Brevo-Maiz
Mutiscua	1-Foresta-Durazno-lechuga
	2 - Forestal-Ciruelo-zanahoria
	3- Forestal- Mora- Tomate de árbol
Ocaña	1 -Forestal-Limón-Maíz/frijol
	2 -Forestal-Cacao-plátano
	3 -Forestal-Aguacate-Maiz/Pepino

Bajo la guía de un facilitador o moderador, los criterios sobre los cultivos y especies de forestal de los modelos agroecológicos propuestos fueron reflejados en un papelógrafo, así como la propuesta de los nuevos cultivos.

Durante el proceso trabajo de la mesa técnica el moderador seleccionó un líder de por equipo para que expusiera en el plenario.

Se condujo el plenario por un moderador. Cada líder expuso las propuestas de su equipo y se sometieron a debate y después a consenso donde fueron aprobados los modelos agroecológicos definitivos para cada municipio.

Se determinaron las densidades de siembra y poblacional para cada cultivo dentro de cada modelo agroecológico.

2.1.2 Caracterización socioeconómica de las familias.

Partiendo de la situación existente y dadas las características del proyecto, se realizó un análisis socioeconómico de las familias participantes, permitiendo así conocer las condiciones intrínsecas de la población, tomando en cuenta: lugar de residencia, características familiares, de vivienda, ingreso promedio, actividades ocupacionales, escolaridad y los servicios con los cuales cuentan teniendo como base en los diagnósticos dados por la Gobernación de Norte de Santander, el censo agropecuario realizado por el DANE y aquellas realizadas por diferentes instituciones académicas del departamento. De esta manera, se obtuvo una visión objetiva de las familias participantes.

Para realizar el estudio se hicieron visitas a los domicilios y trabajo de campo, lo cual proporcionó un panorama de primera mano. Asimismo, se diligenció una encuesta con los siguientes aspectos: Se evaluó el aspecto social tomando dos grupos de variables la primera de ella se le pregunto a los beneficiarios información general de identificación y ubicación mediante 23 preguntas, el segundo grupo variables hace referencia a la información familiar; una parte la composición del grupo familiar mediante 2 preguntas y la otra Información de afiliación al sistema general de seguridad social en salud mediante 4 preguntas.

El aspecto económico se evaluó mediante tres variables la variable sobre la Información económica mediante 17 preguntas, la variable sobre la información de ingresos mediante 5 preguntas y por último la variable de estado de vías de acceso al predio mediante 4 preguntas; para un total de 26 preguntas (Anexo 1).

2.1.3 Caracterización agroeconómica de las fincas y de las familias.

Se realizó un análisis agroeconómico de las familias participantes, permitiendo así conocer aspectos de las unidades productivas, áreas destinadas a la producción agrícola, ingresos, cultivos, asistencia técnica, análisis de agua y otros aspectos propios de la actividad productiva.

Para realizar el estudio se efectuaron visitas y trabajo de campo, lo cual proporcionó un panorama de primera mano sobre la situación de las fincas y sus familias. Asimismo, se diligenció una encuesta previamente elaborada, con la siguiente estructura:

En el aspecto agroeconómico se evaluó igualmente con dos ítems, el productivo y el organizacional, para el primero de ellos se midió la producción y comercialización mediante 28 preguntas y el consumo de alimentos con 1 pregunta; para el segundo se midió las redes de innovación y organización. Mediante 8 preguntas se indagó sobre la confianza mediante 1 pregunta y los centros de acopio con 1 pregunta para un total de 39 preguntas (Anexo 1).

2.1.4 Nivel de conocimiento agroecológico de los agricultores.

Para el desarrollo de la investigación se seleccionaron seis municipios del Departamento Norte de Santander; Arboledas, Convención, La Playa, La Esperanza, Ocaña y Mutiscua. En cada municipio se seleccionaron 15 fincas y sus familias para posteriormente establecer tres modelos agroecológicos (sistemas agroforestales).

Población: Se trabajo con la población ya seleccionada para trabajar en el proyecto según Helmer et al. (2011).

Para conocer la línea base del nivel agroecológico de las fincas se consideró la necesidad de diagnosticar el nivel de conocimiento sobre agroecología de los participantes. Para ello después de las actividades de sensibilización y seleccionadas las fincas y sus familias, se visitaron estas por parte del técnico de campo previamente capacitado y se realizó una encuesta con un cuestionario de 24 preguntas cerradas (si o no) agrupadas en cinco aspectos generales o temas: recursos naturales, manejo integrado de plagas, los biofertilizantes, los abonos orgánicos y la conservación de semilla (Anexo 2).

Con respecto a los recursos naturales las preguntas versaron sobre si conocía que eran los recursos naturales de un agroecosistema y la biodiversidad.

En los aspectos de manejo integrado de plagas (MIP) se incluyeron varias preguntas como si conocía qué era el control biológico, los parasitoides, los depredadores, los antagonistas de enfermedades, las trampas de captura de insectos, los fitoplaguicidas, el uso de la cal y el empleo de plantas trampas para nematodos en el MIP.

En cuanto a biofertilizantes se preguntó si conocían las micorrizas, las bacterias fijadoras de nitrógeno y los microorganismos solubilizadores de fósforo. Relacionado con los abonos orgánicos se preguntó si conocían qué era el humus de lombriz, el compostaje, el bocachi y los microorganismos eficientes. Se preguntó si conocían lo que eran las semillas nativas, cómo conservarlas y si sabían que eran las semillas genéticamente modificadas

Se utilizaron técnicas estadísticas descriptivas mayormente en los porcentajes de las respuestas dicotómicas y múltiples de los entrevistados. A partir de estos se cruzaron o agruparon variables relacionados con algún aspecto especifico.

Para determinar las diferencias entre municipios se realizaron análisis de comparación de proporciones muestréales para n=360 (15 agricultores y 24 preguntas) usando el paquete estadístico STATISTIX versión 4.

Además, se realizó un análisis de conglomerados para saber cómo se agrupaban los municipios según los grupos de preguntas y respuestas para los cual se empleó un análisis de clúster por el método de la distancia euclidiana usando el paquete estadístico SPSS.

2.1.5 Nivel de implementación de prácticas agroecológicas en las fincas por los agricultores.

Para conocer el nivel de implementación de prácticas agroecológicas, se aplicó una encuesta a los productores beneficiarios del proyecto en cada municipio durante las visitas a las fincas. Se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos en la encuesta: método de labranza, rotación de cultivos, prácticas de conservación de suelos, manejo integrado de plagas, uso de bioplaguicidas, micorrizas, compostaje, biofertilizantes, abonos orgánicos, protección de nacederos y bosques, cosechas de agua, policultivo, comercialización, semillas nativas, combinación de la producción con especies pecuarias, manejo de residuos, tenencia de apiario, para un total de 37 preguntas (Anexo 3).

2.2 Caracterización de los principales recursos naturales de los agroecosistemas en las fincas.

2.2.1 Caracterización físico química del agua

Para la caracterización físico química del agua se tomaron 30 muestras de agua por municipio entre los meses de marzo y abril de 2018, dos por cada uno de los 15 predios del Proyecto Plantar y otras 2 al finalizar el proyecto.

Procedimiento de toma de muestra:

Las consideraciones generales que se tuvieron en cuenta durante el muestreo fueron:

Se realizó la limpieza y desinfección de los recipientes a utilizar, teniendo en cuenta dos enjuagues consecutivos y que los recipientes tuvieran compatibilidad con el tipo de análisis para evitar variación en los resultados. Se procedió a la identificación de las muestras de cada uno de las fincas. La muestra se recolectó a la mitad del área de flujo para garantizar su representatividad. Se remitieron al laboratorio para determinar las variables que se relacionan a continuación (Tabla 2):

Tabla 2. Variables evaluadas en la caracterización del agua.

Cationes (meq / L)					
Sodio	Potasio	Calcio	magnesio	Amonio	Suma

Aniones (meq / L)						
Cloruros	Sulfatos	Carbonatos	Bicarbonatos	Nitratos	Fosfatos	Suma

Elementos Químicos (ppm)				
Hierro	Manganeso	Cobre	Zinc	Boro

Dureza			
Dureza total (mg/L) ($CaCO_3$)	pH	C.E. (mS/cm)	RAS

Se realizó un análisis estadístico descriptivo para todas las variables determinadas. Para para identificar las diferencias entre los modelos y la interacción modelo finca dentro de cada

municipio se realizaron análisis de varianza de un factor. Para ello se empleó el paquete estadístico SPSS v 21.

2.2.2 Caracterización taxonómica y agroquímica de los suelos.

Caracterización taxonómica de los suelos.

La descripción de perfiles se realizó a partir de la toma de datos en campo, de acuerdo con el levantamiento topográfico hecho en la zona, que permitió establecer las características diferenciadas del suelo, de acuerdo con la sedimentación presente en la zona. Este análisis estuvo determinado por las condiciones topográficas (sierra, colina, llanura, etc.) de cada zona de estudio.

Para el muestreo se emplearon diferentes materiales como:

- Pico y pala, con el objetivo de abrir la calicata.
- Bandejas de plástico o botes para recoger la muestra.
- Dispositivos de marcaje de horizontes (clavos, banderitas, etc.), con el fin de establecer la parte superior e inferior del horizonte.
- Regla o metro para medir la profundidad de los horizontes.
- Clinómetro para medir la pendiente.
- Cámara fotográfica para inmortalizar el perfil del suelo.
- Rotuladores permanentes para etiquetar las muestras.
- Altímetro para saber la altitud sobre el nivel del mar.
- Tablas Munsell para determinar el color.
- Botella de HCl y de agua (spray), para comprobar la naturaleza calcárea del material recogido, así como agua para humedecer si es preciso las muestras de suelo.
- Bolsas con cierre hermético, para mantener la muestra.
- Hojas de caracterización de perfiles de suelo.

Se utilizó el formato que se recoge en la Tabla 3 para recoger la información referente a la toma de muestras.

Tabla 3. Instructivo para la toma de datos de perfil de suelo.

Perfil No.:	
Perfil	
Localización Geográfica	Departamento:
	Municipio:
	Vereda:
	Nombre de la Finca:
	Nombre Propietario:
Altitud:	
Coordenadas: Latitud:	Longitud:
Fotografía:	
Paisaje:	Tipo de relieve:
Forma de terreno:	
Pendiente:	Rango:
Material Parental:	

Clima ambiental:	
Precipitación promedio anual:	
Temperatura promedio anual:	
Distribución de las lluvias:	
Clima edáfico:	Régimen de humedad:
Régimen de temperatura:	
Drenajes	Interno:
	Externo:
	Natural:
Erosión	Clase:
	Tipo:
	Grado:
Movimientos en masa	Clase:
	Tipo:
	Frecuencia:
Pedregosidad superficial:	
Nivel freático:	
Inundaciones o encharcamientos:	
Profundidad efectiva:	
Limitada por:	
Uso actual:	
Nombre de cultivos:	
Vegetación natural:	
Limitantes del uso:	
Descrito por:	

Fuente. Elaboración propia.

Descripción del suelo:

La descripción de los suelos, se realizó de acuerdo con las observaciones dadas en campo según la metodología propuesta (Tabla 4).

Tabla 4. Descripción de perfil de suelo

Horizonte	Observaciones:
Profundidad	
Horizonte	Observaciones:
Profundidad	
Horizonte	Observaciones:
Profundidad	

Fuente. Elaboración propia

Caracterización agroquímica de los suelos

Para adelantar esta actividad en cada una de los predios identificados y con base en registros de información del estudio de suelos de la FAO, así como las bases y metodologías en la toma de análisis de suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi; se realizó un muestreo para análisis de fertilidad, tomando sub muestras (15 a 20 muestras) en forma de zigzag, en cuadrícula, diagonal, sinuosa, dependiendo de la topografía del terreno. Para obtener cada submuestra se realizó un corte en V, en el suelo hasta 30 cm de profundidad, descartando los bordes para evitar cualquier contaminación, el material obtenido se depositó en un balde plástico mezclando todas las submuestras, homogenizando el suelo colectado que permitió obtener una muestra compuesta que representó todo el lote, con un peso de 500 g. Se procedió a su empaque e identificación de acuerdo a los requerimientos del laboratorio. En la tabla 5, se muestran las variables analizadas en el estudio de suelos:

Tabla 5. Variables evaluadas en el análisis agroquímico del suelo

Variables agroquímicas									
pH	C.E m.S/cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	M. Org. %	C.O. %	Sat. Humed %	Sat. Ba, %	D. A. g/cc
Macroelementos									
Potasio (me / 100 cc)	Calcio (meq/100 cc)	Magnesio (meq/100 cc)	Fósforo (ppm)	N -NH4 (ppm)	N-NO3 (ppm)	Azufre (ppm)			
Microelementos y CIC									
Na (meq / L)	Cl (meq /100L)	Hierro ppm	Mn ppm	Cu Ppm	Zn Ppm	B Ppm	Al(meq /100cc)	C.I.C (meq/100 g)	

Fuente. Elaboración propia

La toma de muestras para el análisis de suelos, se desarrolló en dos periodos: En el primero la toma de muestra se realizó antes de establecer las parcelas de los cultivos control como los cultivos con enfoque agroecológico (establecimiento de cultivos). La segunda muestra se realizó antes de comenzar el segundo periodo de siembra de los cultivos transitorios. Para este caso, se realizó un muestreo de las 30 ha/ municipio en dos periodos, para un total de 60 muestras/ municipio durante la ejecución del proyecto. Al final de la recolección de la información, se realizó el análisis respeto a las variables fisicoquímicas presentadas en los predios.

Los resultados dados por el laboratorio permitieron alimentar la base de datos descrita en la etapa 2 para la elaboración de los modelos agroecológicos.

Análisis estadísticos

Para el muestreo inicial antes del establecimiento de los modelos agroecológicos, se efectuó un análisis estadístico descriptivo para todas las variables agroquímicas y químicas (macroelementos y microelementos) determinadas.
También se realizó para estas variables una comparación de las medias de las parcelas testigos y las agroecológicas dentro cada municipio. Se empleó el método de muestras no pareadas por la prueba de t de Student con una probabilidad de error del 5 % por medio del paquete estadístico SPSS.

2.2.3 Caracterización biológica del suelo

Para conocer la riqueza de especies asociada al suelo de cada uno de los predios, se implementaron tres metodologías que permitieron conocer la artropofauna en dos escalas y la microfauna, aportando al cocimiento de las dinámicas del suelo a diferentes escalas tróficas.

Macrofauna

La recolección de macrofauna en cada uno de los predios se realizó por medio de levantamiento de tres monolitos de 30 cm de largo por 30 ancho y 30cm de profundidad (ilustración 5), estos se tomaron con ayuda del Palín, lo cual permite tener una mayor facilidad a la hora de sacar la muestra para su revisión, para un total de 45 monolitos/ municipio.

Los monolitos se tomaron de manera aleatoria en cada uno de los predios, asegurando cubrir las coberturas más representativas de los mismos, siendo la vía de conocimiento más asertiva para la identificación de la fauna asociada a las particularidades de los suelos.

En cada monolito se realizó la recolecta de fauna, estos se recolectaron de manera segmentada, revisando con lupa fragmentos del monolito de 10 cm aproximadamente en bandejas de color blanco, lo que permite que los artrópodos, anélidos y entre otros taxones encontrados contrasten aún más y facilite su recolecta con las pinzas entomológicas, cada individuo se almaceno en frascos de tapa rosca con alcohol al 70%, los cuales fueron debidamente marcados y etiquetados, asegurando la fiabilidad de los datos para las posteriores identificaciones taxonómica y análisis estadísticos.

Posterior a la recolección, se realizó la revisión del material biológico, donde se cambió el alcohol, para reducir el deterioro de los ejemplares recolectados en caso de que estos tuvieran tierra o cualquier material orgánico deteriorante, estas muestras se revisaron con el taxónomo quien determinó lo recolectado hasta la menor categoría taxonómica, esto se realizó con ayuda del estereoscopio y claves dicotómicas como (Carvalho, 1972) para Miridos, (Mound & Geoffrey, 1998) para Thysanoptera, (Amett & Thomas, 2000), (Castañeda-Vildosola et al., 2007) para Coleoptera, (Triplehorn & Johnson, 2005) para

corroboración y demás individuos recolectados.

Mesofauna

Para conocer la mesofauna de cada uno de los predios, se tomaron de manera aleatoria dos monolitos de 10 cm de largo, por 10 cm de ancho y 10 cm de profundidad, para un total de 30 monolitos en el municipio, cada muestra se depositó en una bolsa ziplock, marcada y etiquetada con los datos correspondientes del predio, posterior a esto se colocó cada una de las muestras en un embudo de Berlese- Tyllgren por 72h, permitiendo que los artrópodos presentes en la muestra migrando al fondo del embudo a causa de la elevación de la temperatura y luz en la parte superior, producida por bombillos de 40W, los artrópodos cayeron a un frasco de vidrio tapa rosca con alcohol al 70%, pasadas las 72h cada frasco se etiquetó con los datos correspondiente al predio.

La identificación se realizó con ayuda de claves dicotómicas de Krantz y Walter (2009) para ácaros, se llegó a nivel taxonómico de orden como; Cryptostigmata u Oribatida, Astigmata, Prostigmata y Mesostigmata, para la identificación de Collembola se usó la clave de Díaz Azpiazu, González Cairo, Palacios-Vargas, & Luciáñez Sánchez (2004).

Microfauna

En el presente estudio se recolectó suelo, tomando en cada predio 10 puntos al azar, en los cuales se recolectaron 10 submuestras (100 g) cerca de la zona de gotera de las plantas más dominantes, cada muestra se tomó a una profundidad de 20 cm y posteriormente se depositó en un recipiente de plástico, con el fin de homogenizar las submuestras y tomar una muestra de 500 g representativa de la microfauna del predio. Las muestras fueron transportadas al laboratorio en una caja aislada y almacenadas a 4°C para posteriormente hacer su extracción.

Obtención de nemátodos

La muestra de suelo se mezcló completamente y se tomó una submuestra de 100g, la cual se vació en un vaso de precipitado conteniendo 2 L de ADE (agua destilada estéril); se agitó durante 30 segundos y se dejó reposar otros 2 minutos para que las partículas del suelo se sedimentaran. Esta suspensión se pasó a través de tamices de 350 a 250 pm, y los nematodos se colectaron directamente en un tamiz de 37 pm.

Finalmente se obtuvo una suspensión la cual se utilizó para realizar el método modificado de extracción de nemátodos a través de centrifugación y flotación con azúcar (Jenkins, 1964). En este procedimiento, la suspensión se centrifugó a 3,500 rpm durante 5 minutos y luego se descartó el sobrenadante. Posteriormente, el sedimento se suspendió en una

solución de sacarosa en una proporción 1:1 y se centrifugó de nuevo a 1,000 rpm durante dos minutos; los nematodos se colectaron a partir del sobrenadante utilizando un tamiz de 37 pm. Los especímenes que se hallaron sobre la malla se lavaron y arrastraron con ADE, y luego se colectaron en una caja de Petri. La suspensión, contenida en el vaso, se distribuyó en tubos de ensayo para su análisis e identificación.

Obtención de Protozoarios

Se tomaron tres frascos esterilizados conteniendo ADE y se les colocó 50 g de suelo de la muestra de cada predio, se agitó hasta homogenizar la solución y se dejó reposar durante tres días. Después de este tiempo se tomó una gota del sobrenadante y se colocó sobre una lámina porta objetos y se registró la cantidad y el tipo de protozoarios presentes.

Obtención de Turbelarios y Rotíferos

Teniendo en cuenta su hábitat acuático se tomaron 50g de suelo y se homogenizaron con 500 mL de ADE, se licuaron por 5 segundos y se pasó la solución por los tamices de 2000 gm, 1000 gm, 450 gm y 300 gm. Finalmente se colocó la solución resultante en cajas de Petri y se visualizaron directamente al estereoscopio y al microscopio.

Análisis de datos

Para determinar los patrones de distribución de especies encontradas en cada predio, se elaboraron curvas de rango de abundancia.

Seguidamente, con los datos de abundancia y riqueza se calcularon algunos de los índices de biodiversidad recomendados por (Moreno, 2001) y ampliamente utilizados en estudios de diversidad y composición de especies como:

- Índice de Riqueza especifica: S
- Índice de diversidad de especies de Margalef= D_{Mg}= (S-1)/ Ln (N).
- Índice de equidad de abundancia: (Shannon-Wiener) $H' = - \Sigma (p_i) \text{ Ln } (p_i)$
- Índice de dominancia de Simpson (D) = Σp_i^2

Siendo,

N= número total de individuos de todas las especies.

S= número de especies identificadas.

p_i= proporción de la abundancia de una especie i, en relación al total de individuos de todas las especies.

2.2.4 Inventario forestal.

Teniendo en cuenta el impacto que tienen los forestales dentro de un ecosistema, se realizó un levantamiento de estas especies, para determinar su potencial, interacción en el entorno, aprovechamiento y aporte al ecosistema de cada zona de estudio. Para ello, se realizó un

muestreo dentro de los predios de manera visual y objetiva por el personal vinculado al proyecto teniendo en cuenta lo siguiente:

- Variedad de especie forestal presente.
- Área de cobertura forestal.
- Cantidad de especies forestales presentes.
- Funciones productivas de las especies forestales en el sistema productivo.

Seguidamente, con los datos de abundancia y riqueza se calcularon algunos de los índices de biodiversidad de las especies arbóreas recomendados por Moreno (2001) y ampliamente utilizados en estudios de diversidad y composición florística por varios autores (Medrano & Hernández, 2017; Melo, Fernandez-Méndez, & Villanueva, 2017; Mora et al., 2013; Morales-Salazar et al., 2015; Sardi et al., 2018; Zarco-Espinoza, Valdez, Ángeles, & Castillo, 2010).

Estos índices fueron:

- Índice de Riqueza especifica: S
- Índice de diversidad de especies de Margalef= D_{Mg}= (S-1)/ Ln (N).
- Índice de equidad de abundancia: (Shannon-Wiener) $H' = - \Sigma (p_i) \text{ Ln } (p_i)$
- Índice de dominancia de Simpson (D) = Σp_i^2

Siendo,

N= número total de individuos de todas las especies.

S= número de especies identificadas.

p_i= proporción de la abundancia de una especie i, en relación al total de individuos de todas las especies.

Los datos índices de biodiversidad vegetal se compararon entre fincas, modelos y municipios.

2.3 Evaluación de los impactos de los sistemas agroforestales sobre los recursos de agua y suelo.

2.3.1. Influencia de la implementación de los modelos agroecológicos sobre la calidad físico química del agua.

Se realizó un segundo muestreo para la caracterización físico química del agua. De forma similar se tomaron 30 muestras de agua entre los meses de marzo abril de 2019, dos por cada uno de los 15 predios del Proyecto Plantar y otras 2 al finalizar el proyecto.

Se realizó el mismo procedimiento descrito en el epígrafe 3.6. Se procedió a la identificación de las muestras de cada uno de las fincas. La muestra se recolectó a la mitad del área de flujo para garantizar su representatividad. Se remitieron al laboratorio para determinar las variables ya relacionadas en el e epígrafe 3.6.

Se realizó un análisis estadístico de comparación de t de Student entre los valores de las variables antes y después en cada modelo y municipio para todas las variables determinadas con el empleo el paquete estadístico SPSS. Se empleó el método de muestras no pareadas con una probabilidad de error de $p<0,05$.

2.3.2 Influencia de la implementación de los modelos agroecológicos sobre las variables agro químicas del suelo.

Para determinar la influencia de la implementación de los modelos agroecológicos sobre las variables físico químicas del suelo, se tomaron muestras de suelo para su respectivo análisis de laboratorio siguiendo los aspectos señalados en el literal 3.7.2. Una vez obtenidos los resultados, se realizó un análisis estadístico descriptivo para todas las variables agroquímicas determinadas.

Se realizó para estas variables una comparación de las medias de las parcelas testigos y las agroecológicas dentro del municipio antes y después de la implementación de los modelos agroecológicos. También se realizó un análisis entre la parcela testigo y entre la parcela agroecológica dentro de cada uno de los modelos. Se empleó el método de muestras no pareadas por la prueba de t de Student con una probabilidad de error de $p<0,05$ mediante el paquete estadístico SPSS.

2.3.3 Influencia de la implementación de los modelos agroecológicos sobre las variables biológicas del suelo.

Para la determinación de la influencia de la implementación de los modelos agroecológicos sobre las variables biológicas del suelo, se realizó un segundo muestro después de establecidos los cultivos en cada uno de los modelos, siguiendo la misma metodología descrita en el literal 3.8.

La información obtenida, se comparó con el primer muestreo en lo relacionado a los siguientes índices de biodiversidad o variables por finca y municipio:

- ✓ Abundancia
- ✓ Índice de Riqueza especifica
- ✓ Índice de diversidad de especies de Margalef
- ✓ Índice de equidad de abundancia
- ✓ Índice de dominancia de Simpson

Se realizaron análisis descriptivos de las variables estudiadas para las variables a nivel de finca y de modelos agroecológico para los tres grupos macrofauna, mesofauna y microfauna.

2.4. Evaluación de la implementacion de los modelos agroforestales en los seis municipios.

2.4.1 Desarrollo de los cultivos en los modelos agroecológicos.

Los cultivos dentro de los 18 modelos agroecológicos se comenzaron a sembrar en los meses de agosto - septiembre comenzando por los forestales, los frutales o semipermanentes y por último los transitorios considerando el diseño factorial, municipios (6), Modelos agroecológicos (tres por municipio) y fincas (5 por cada modelo agroecológico), cada una con una con dos parcelas de 1ha una experimental (agroecológica) y otra testigo. En el caso del tomate de árbol se demoró más debido a las heladas que se presentan tradicionalmente en el Municipio Mutiscua.

El trazado se realizó para la siembra de los árboles forestales y semiperennes siguiendo las curvas de nivel en dependencia de la pendiente y las condiciones del terreno, usando el sistema triangular cuando fue necesario.

La fertilización se realizó a partir de las necesidades arrojadas según los resultados del análisis de suelo.

En la parcela agroecológica se aplicó además de los agros biológicos planificados hongos micorrizógenos arbusculares, lo que la diferenció de la testigo, así como el 75 % de la dosis de humus, mientras que a la parcela testigo se le aplicó el 25%. Se entregó un sistema de riego con prioridad para la parcela testigo. Estas fueron los aspectos que diferenciaron las parcelas agroecológicas de los testigos, ya que en ambas se implementó un sistema agroforestal tal y como estaba establecido en el diseño del proyecto**.**

2.4.1.1. Población de los cultivos

A los 18 modelos ajustados participativamente según los criterios de los agricultores se le determinó el porcentaje de población mensualmente de cada cultivo y parcela, sin embrago se tomaron para la presente valoración los datos obtenidos en los meses de noviembre de 2018 y febrero de 2019.

Se realizaron ANOVAs de un solo factor para cada la variable porcentaje de población entre los tres modelos agroecológicos en dos momentos noviembre de 2018 y febrero 2019, por fincas en los seis municipios, entre las fincas dentro de cada municipio y entre agricultores, o sea interacción modelo finca por municipio. También se realizaron ANOVAs simples entre los municipios, la interacción modelos fincas y entre los 18 modelos del proyecto.

Los datos en porcentajes se transformaron en 2arcoseno √%/100 (Learch, 1977) y se sometieron al análisis una vez comprobado el supuesto de normalidad por la prueba de Kolmogorov Smirnov. Las medias se compararon con la prueba de Tukey para $p<0,05$.

Además, se realizó un análisis multivariado por el método de clasificación de agrupación en forma de árbol con la población de los cultivos en noviembre de 2018 en febrero 2019 tanto por modelo agroecológico como por municipio. En todos los casos se empleó el paquete estadístico SPSS**.**

2.4.1.2 Dinámica del desarrollo de los cultivos por parcela.

Se midieron las variables morfométricas de los cultivos presentes en cada sistema agroforestal de forma periódica (frecuencia mensual, bimensual o trimestral en dependencia del tipo de planta y el municipio) en dependencia de la fecha de plantación desde noviembre de 2018 hasta abril de 2019.

Las variables morfométricas que se midieron la misma semana en la parcela agroecológica y en la testigo para las diferentes especies de forestales y árboles semiperennes, incluyendo el tomate de árbol y el plátano aparecen en la Tabla 6.

Tabla 6. Variables morfométricas evaluadas

Municipio	Cultivo	Meses	Variables
Arboledas	Cedro	febrero, marzo y abril	Altura y diámetro del tallo
	Aguacate	enero, febrero, marzo y abril	Altura y diámetro del tallo
	Limón tahití	enero, febrero, marzo y abril	Altura y diámetro del tallo
Convención	Cedro	febrero y abril	Altura y diámetro del tallo
	Aguacate	febrero, marzo y abril	Altura y diámetro del tallo
	Limón tahití	febrero, marzo y abril	Altura y diámetro del tallo
	Cacao		Altura y diámetro del tallo
	Plátano	noviembre febrero, marzo y abril	Altura del tallo, número de hojas y diámetro del tallo (abril)
La Playa	Abarco	febrero y abril	Altura y diámetro del tallo
	Aguacate	febrero, marzo y abril	Altura y diámetro del tallo
	Limón tahití	febrero, marzo y abril	Altura y diámetro del tallo
	Cacao	febrero, marzo y abril	Altura y diámetro del tallo

	Plátano	febrero, marzo y abril	Altura del tallo y numero de hojas
La Esperanza	Roble	enero, marzo y abril	Altura y diámetro del tallo
	Aguacate	enero, febrero, marzo y abril	Altura y diámetro del tallo
	Brevo	enero, marzo y abril	Altura y diámetro del tallo
Mutiscua	Aliso	febrero y abril	Altura y diámetro del tallo
	Ciruelo	febrero, marzo y abril	Altura y diámetro del tallo
	Mora	febrero, marzo y abril	Número de ramas y longitud de la rama mas larga
	Tomate de árbol	marzo y abril	Altura y diámetro del tallo
Ocaña	Nogal cafetero	febrero y abril	Altura y diámetro del tallo
	Aguacate	febrero, marzo y abril	Altura y diámetro del tallo
	Cacao	febrero, marzo y abril	Altura y diámetro del tallo
	Plátano	febrero, marzo y abril	Altura del tallo y numero de hojas

Se realizaron ANOVAs de un factor para cada variable morfométricas, entre la parcela agroecológica y las parcela testigo. Para el caso de los forestales se consideraron los tres Sistemas Agroforestales juntos dentro de cada municipio, por ser repetitivo este, y para el resto de los cultivos se hicieron las comparaciones entre las cinco parcelas agroecológicas y las cinco parcelas testigos dentro de cada modelo agroecológico particular de cada municipio. Los datos se sometieron al análisis una vez comprobado el supuesto de normalidad por la prueba de Kolmogorov Smirnov. Las medias se compararon con la prueba de Tukey para $p<0,05$. En todos los casos se empleó el paquete estadístico SPSS

También se confeccionaron graficas de desarrollo de los cultivos forestales y perennes y se discuten las causas de cada comportamiento

2.4.2 Incidencia y dinámica de las plagas y enfermedades, correlación con datos meteorológicos.

Para determinar la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos promisorios dentro de la estrategia agroecológica, se realizó un monitoreo para estimar la distribución, incidencia y frecuencia que tienen los organismos y su impacto económico en dichos cultivos. Esto permitió generar una estrategia agroecológica para el manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE).

Muestreo

Para realizar el monitoreo, se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

- Nombre del participante.
- Lugar (municipio /vereda)
- Nombre de la finca.
- Cultivo.
- Especie plaga encontrada.
- Nombre de quien realiza la planilla.
- Fecha del registro.
- Incidencia de la plaga y de la enfermedad (porcentaje).
- Controladores naturales encontrados en los cultivos.
- Observaciones: especies de controladores naturales, estado fenológico de la planta, controles químicos y físicos registrados algún control efectuado, etcétera.

Con base en lo anterior, a lo largo de la ejecución del proyecto se monitoreó la severidad e incidencia y la frecuencia de plagas y enfermedades que se presenten en los cultivos con una periodicidad de 30 días, en ambos sistemas (agroecológico y convencional), el monitoreo se realizó teniendo en cuenta el desarrollo del cultivo en sus diferentes estados fenológicos, contemplando un seguimiento de por lo menos 11 meses, generando reportes cada mes con base en cada modelo agroecológico y cada zona objeto de estudio.

Para los insectos y ácaros plagas se realizó un conteo directo para determinar la incidencia por plantas atacadas o dañadas en relación a las evaluadas en porcentaje, así como la intensidad del ataque en individuos por planta u órgano atacado (media aritmética).

- Para las enfermedades se aplicó la escala de grado general dividida en clases o grados:

Grado	Descripción
0	Planta sana
1	Solo algunas manchas, hasta el 5 % del área foliar afectada
2	Desde el 6 al 25 % del área foliar afectada
3	Desde el 26 al 50 % del área foliar afectada
4	Desde el 51 al 75 % del área foliar afectada
5	Más del 75% del área foliar afectada

Con la información obtenida en los muestreos se determinó para cada enfermedad el Porcentaje de Distribución o Incidencia por la siguiente fórmula:

% Incidencia = n (Plantas afectadas) /N (Plantas evaluadas) x 100

Así como la intensidad o severidad de ataque. Este último indicador porcentaje de tejido enfermo o porcentaje de infestación se calcula por la fórmula de Towsend y Heuberger.

$$\% I = \sum_{k}^{o} \left[\frac{(axb)}{KN} \right] 100$$

Donde:

I. Intensidad o severidad

a grado de la escala

b número de plantas con un grado a de la escala

K Grado máximo de la escala

N. Número total de plantas muestreadas

Para los cultivos de porte bajo se evaluaron 50 plantas y para los árboles 20 plantas en se evaluaron una rama por cuadrantes por árbol y en ella el follaje, las flores y los frutos.

Para el follaje de evaluó la incidencia y severidad y en los frutos, flores y las enfermedades radiculares o del tallo solo se evaluará la incidencia.

Para el caso de las plagas de insectos y ácaros se evaluó incidencia en plantas, hojas y ramas según el porte del cultivo y la característica de la plaga.

La severidad de ácaros e insectos se midió como la población promedio por rama, hoja, flor o fruto, o sea, por unidad de observación y en individuos por planta u órgano muestreado.

Para el picudo negro del plátano se ubicaron trampas de pseudotallo o de tocón y se determinó el número de insectos adultos a las 24 horas por trampa.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis estadístico descriptivo, así como gráficas de las dinámicas de los agentes nocivos más importantes.

2.5. Validación social de la implementación de los sistemas agroforestales con los agricultores

Se desarrolló un taller de validación social de los modelos agroecológicos por cada municipio involucrado en el proyecto. Se realizaron mesas de trabajo con los agricultores (líderes y familiares de las cinco fincas) y se trabajó finalmente en sesión plenaria. Tanto en las mesas de trabajo como en el plenario de utilizó como instrumento de investigación una versión de la matriz FODA para que los agricultores expusieran y relacionaran en un papelógrafo bajo la guía del facilitador las fortalezas y debilidades, y las amenazas y oportunidades (FODA) de los diseños agroecológicos, así como un plan de acción para las mejoras de los mismas. Se realizó además una encuesta a los agricultores.

Mesas de trabajo

Durante esta fase los agricultores hicieron la matriz FODA por Modelos agroecológico y seleccionaron el un líder de ese equipo para que expusiera en el plenario. También propusieron un plan de acción para la sostenibilidad del proyecto relacionado con:

- Propuestas de mejoras de los modelos agroforestales
- Para que los modelos más exitosos sean asimilados por otros agricultores de la zona.
- Para lograr la sostenibilidad del proyecto a partir de los resultados obtenidos.
- Mejoras para futuros proyectos de este tipo

Desarrollo del plenario

Se condujo por un moderador

Cada líder expone las FODA del modelo agroecológico de su equipo

Cada líder u otro miembro del equipo expuso la propuesta de mejoras

La información obtenida se tabuló para realizar los cruzamientos y la estadística de la matriz de FODA, de forma que se concluya sobre los modelos más exitosos, el nivel de aceptación y de adopción, así como los tipos de estrategias a encaminar con estos resultados. Además, a partir del orden de frecuencia de las mejoras propuestas, resumir a nivel municipal y del proyecto las acciones para mejorar el mismo, el logro de mayor sostenibilidad, las cuales servirán de pautas para proyectos similares que se aprueben por MINCIENCIAS

Encuesta a los agricultores

Se aplicó una encuesta de 10 preguntas (Anexo 4) que se le aplicó al líder de cada finca. Esto tuvo el objetivo de medir el nivel de satisfacción del agricultor con su modelo agroecológica, con el proyecto, la disposición de multiplicar la tecnología y de participar en otro proyecto similar.

Capítulo III

Resultados y Análisis

Formando **líderes** para la construcción de un nuevo país en paz

ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE
¡Seguimos avanzando!

proyecto plantar

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. Caracterización de las fincas y las familias desde el punto de vista socioeconomico, agroeconomico y del conocimiento agroecologico.

3.1.1 Ajuste participativo con los agricultores de los modelos agroecológicos propuestos inicialmente

En varios de los sistemas agroforestales fueron cambiados cultivos por no ajustarse a las condiciones edafoclimáticas, la experiencia, la tradición o dificultades con el mercado del producto final de las fincas entre ellos los más relevantes fueron la palma de aceite en La Esperanza, el durazno y la lechuga en Mutiscua y el pepino en Ocaña. También se definió el tipo de forestal que se debía plantar en cada municipio (Tabla 7).

Tabla 7. Comparación de los SAF iniciales y los aprobados `por los agricultores en los talleres participativos

Municipio	Modelos agroecológicos iniciales	Modelos agroecológicos finales
Arboledas	1- Forestal-Limón-Ahuyama	1 - Cedro-Limón-Maíz
	2- Forestal-Aguacate-Maíz	2 - Cedro-Aguacate-Maíz
	3.Platano-Aguacate-Maiz	3 - Cedro-Aguacate-Frijol
Convención	1 -Forestal-Cacao-plátano	1 -Cedro-Limón-Maíz
	2 -Forestal-Limón-Maíz/frijol	2 -Cedro-Limón-Maíz/frijol
	3 -Forestal-Aguacate-Maíz/frijol	3 -Cedro-Cacao-plátano
La Esperanza	1 -Forestal-Aguacate-Maíz/frijol	1 -Abarco-Aguacate- Maíz/frijol
	2 -Forestal-Limón-Maíz/frijol	2 -Abarco-Limón-Maíz
	3 -Forestal-palma de aceite -frijol	3 -Abarco-cacao-plátano
La Playa	1 -Forestal-Aguacate-Maíz/frijol	1 -Roble-Aguacate-Frijol
	2 -Forestal-Limón-Maíz/frijol	2 -Roble-Aguacate-Maíz (R-A-M)
	3 -Forestal-Brevo-Maiz	3 - Roble-Brevo-Maíz (R-B-M)
Mutiscua	1-Foresta-Durazno-lechuga	1 - Aliso-Ciruelo-maíz (AL-CI-M)

	2 - Forestal-Ciruelo-zanahoria	2 - Aliso-Ciruelo-zanahoria (AL-CI-Z)
	3- Forestal- Mora- Tomate de árbol	3 - Aliso- Mora- Tomate de árbol (AL-Mo-TA)
Ocaña	1 -Forestal-Limón-Maíz/frijol	1.- Nogal cafetero-Aguacate-Frijol (NC-A-F)
	2 -Forestal-Cacao-plátano	2- Nogal cafetero-Cacao-Plátano (NC-C P)
	3 -Forestal-Aguacate-Maiz/Pepino	3 - Nogal cafetero-Aguacate-Maiz (NC-A-M))

Fuente: Elaboración propia

También se definieron las variedades de cada uno de los cultivos semi perennes y transitorios, así como la densidad poblacional por hectárea, al definir los marcos de plantación y de acuerdo a los arreglos espaciales y como consecuencia el número de plantas/ha. Se aprobó la propuesta de los agricultores de combinar varias variedades de cacao en la misma parcela, así como el clon de plátano específico para cada municipio (Tabla 8).

Tabla 8. Modelos y sistemas agroforestales con sus variedades y densidades poblacionales aprobados `por los agricultores en los talleres participativos

		Cultivo Forestal		Cultivo semiperenne		Cultivo transitorio	
Municipio	modelo		Plantas /ha		Plantas /ha		Marco de siembra
Arboledas	1	cedro	20	limón Tahití	204	maíz porva	0,3x0,5
Arboledas	2	cedro	20	aguacate choquette	156	maíz porva	0,3x0,5
Arboledas	3	cedro	20	aguacate choquette	156	Frijol bolo roja	0,3x0,5
Convención	1	cedro	20	aguacate choquette	156	maíz puyita frijol zaragoza	0,4x0,4
Convención	2	cedro	20	limón Tahití	230	Maíz-puyita fijol zaragoza	0,4x0,4
Convención	3	cedro	20	cacao TCS36, FSV41, EET8, LCS6	516	Plátano harton	277p/ha
La Esperanza	1	abarco	20	aguacate choquette	136	maíz puyita frijol b. roja	0,5x1,0
La Esperanza	2	abarco	20	limón Tahití	230	Maíz-puyita	0,5x1,0

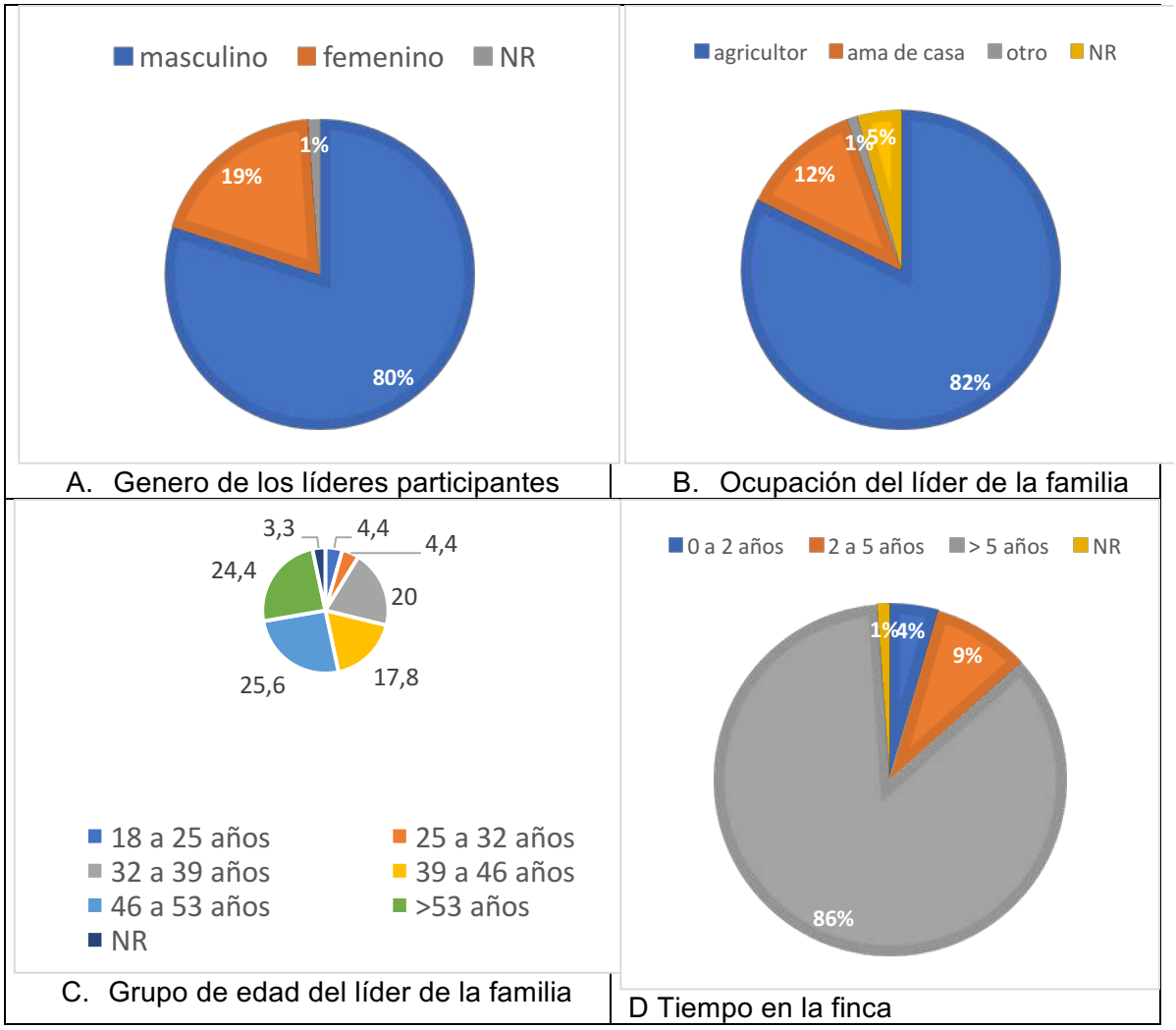
La Esperanza	3	abarco	20	cacao PEC2, FLE3, TSH565, FEAR5	512	Plátano hartón	277p/ha
La Playa	1	roble	20	aguacate choquette	156	maíz porva	0,3x0,5
La Playa	2	roble	20	aguacate choquette	156	frijol b. roja	0,3x0,5
La Playa	3	roble	20	brevo	250	maíz porva	0,3x0,5
Mutiscua	1	aliso	20	mora de castilla	600	Tomate de árbol rojo	1250p/ha
Mutiscua	2	aliso	20	ciruelo jorby	300	Zanahoria chantenay	0,3x0,1
Mutiscua	3	aliso	20	ciruelo jorby	300	maíz porva	0,5x0,3
Ocaña	1	nogal cafetero	20	aguacate choquette	156	frijol zaragoza	0,3x0,5
Ocaña	2	nogal cafetero	20	cacao TCSL, TSH565, FSV41	405	dominico harton	400p/ha
Ocaña	3	nogal cafetero	20	aguacate choquette	156	maíz porva	0,3x0,5

Fuente: Elaboración propia

A pesar de ello se mantuvieron variedades de cultivos transitorios de acuerdo a las fichas técnicas debido a la existencia de una vasta experiencia local.

3.1.2 Caracterización socioeconómica de las familias

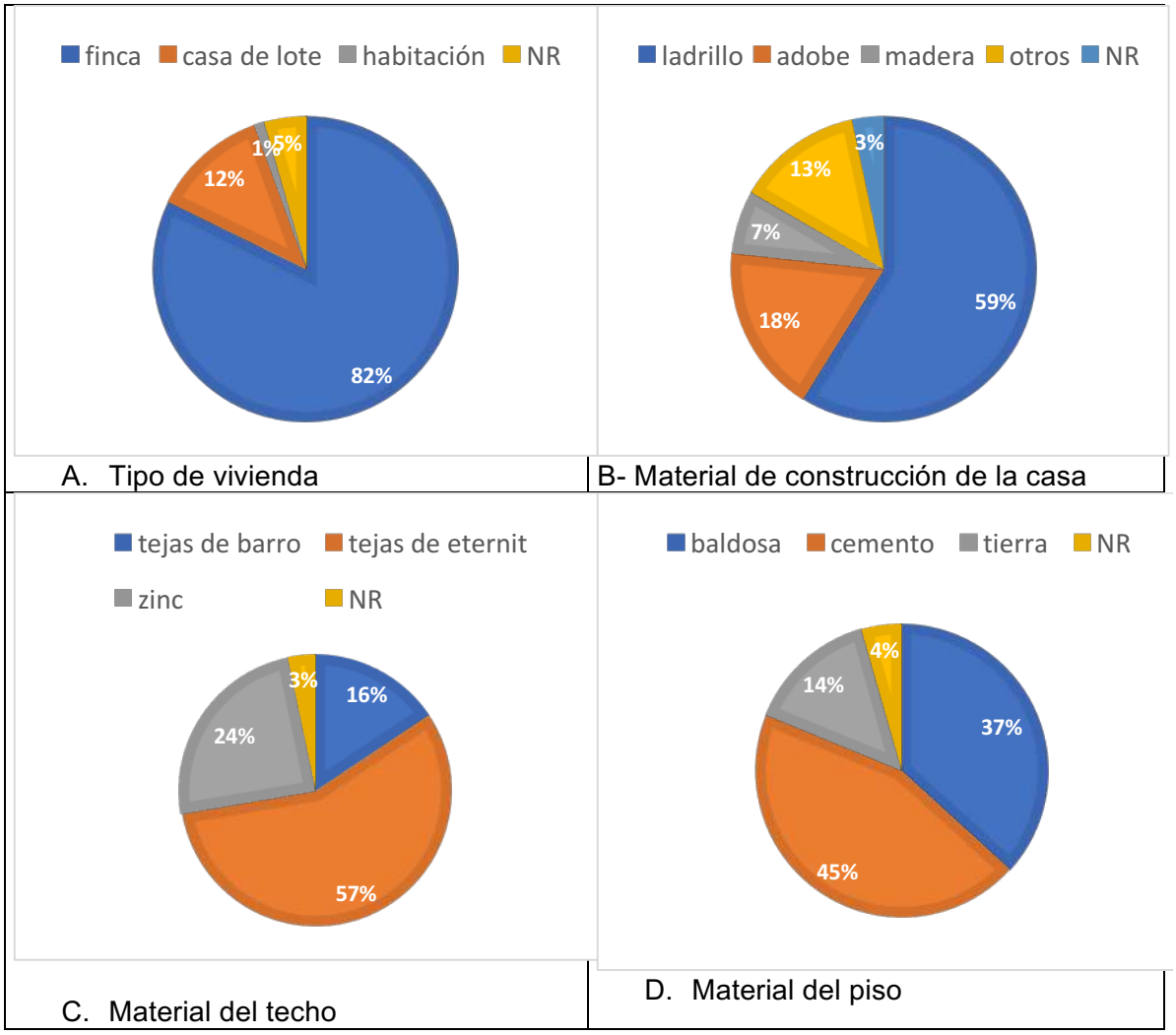
El 80 % de los líderesde las familias que fueron entrevistados pertenecían la genero masculino. La ocupación predominante era la de agricultor, aunque en un 12 % era amas de casa. Los lideres estaba en un 25,6 % incluidos en el grupo de edad comprendido entre 63 y 53 años, aunque un 24% estaban ubicados en el grupo de más de 53 años. La gran mayoría llevaban más de 5 años en la finca (Figura 2) Todas estas características garantizaban madurez, experiencia y antigüedad en la actividad agrícola.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Caracterización de los líderes de las familias (entrevistado)

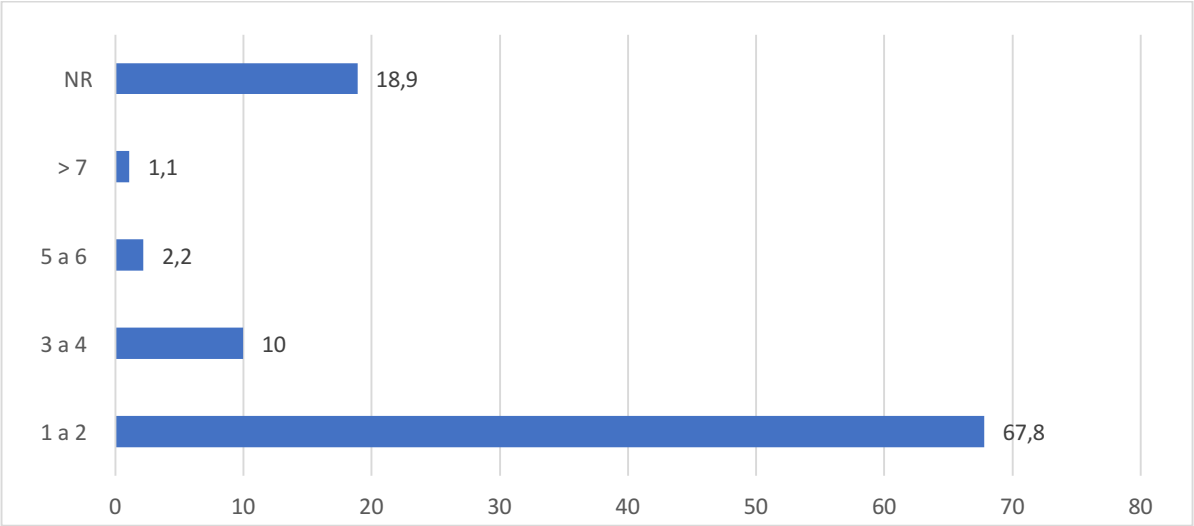
La vivienda de las familias en su mayoría se clasificaba como casa lote, el 59 % construida de ladrillo, el 57% con tejas de eternit, con pisos fundamentalmente de cemento y baldosa. Solo un 7 % de las casas eran de madera, el 16 % con tejas de barro y el 14 % con piso de tierra (Figura 3), o sea, que en general las casas de los beneficiarios del proyecto Plantar eran confortables.



Fuente: Elaboración propia

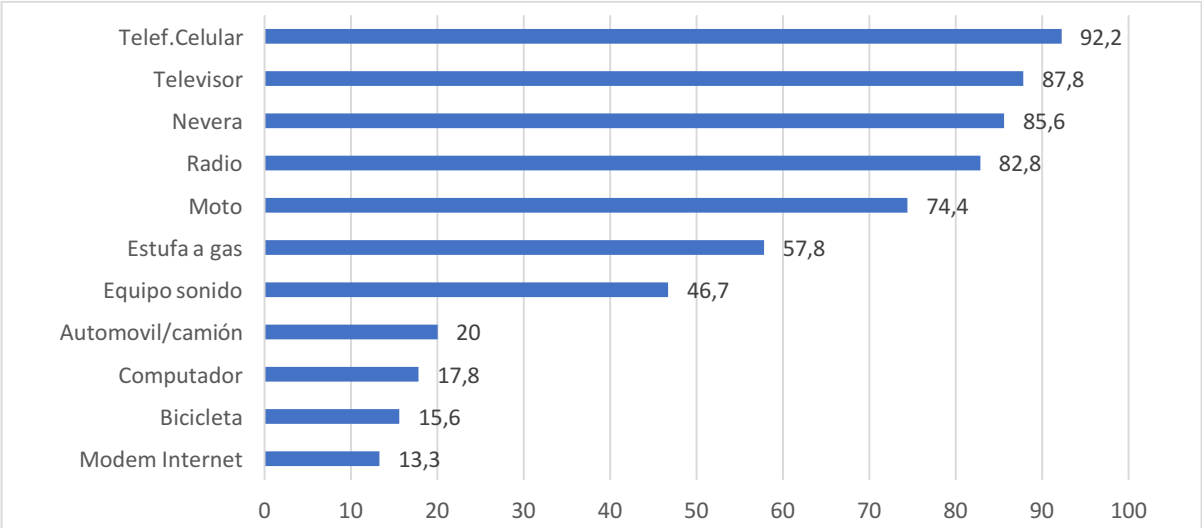
Figura 3. Características de las viviendas.

En las viviendas moraban generalmente 2 personas (67%) y 3 personas en un 10% (Figura 4).



Fuente: Elaboración propia
Figura 4. Personas que habitan en la vivienda

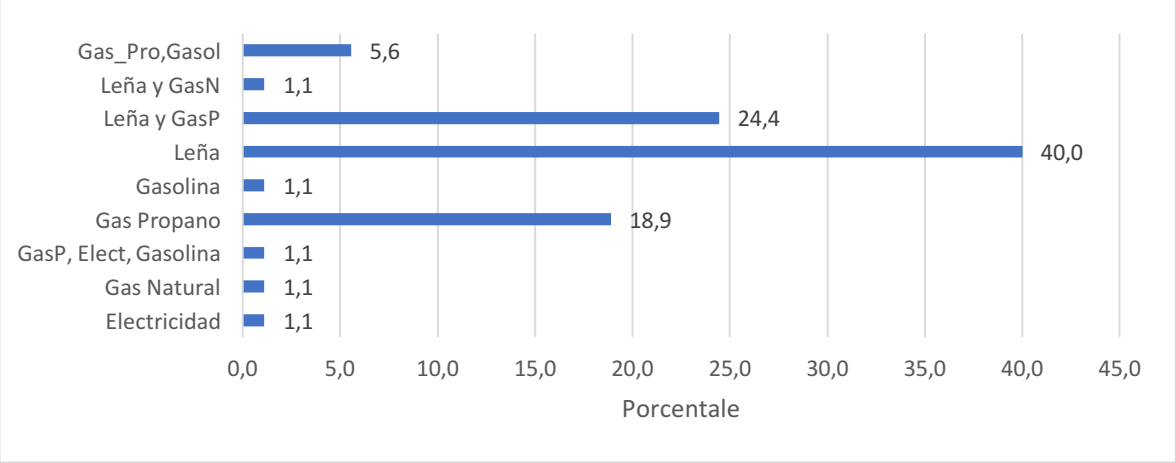
Se puede decir que los beneficiarios contaban con una buena infraestructura para la comunicación, importante para el desarrollo del proyecto, ya que 92,2 % contaba con teléfono celular, el 77,7 % con televisor y el 82,8 % con radio, aunque un reducido grupo contaba con internet en la vivienda (Figura 5).



Fuente: Elaboración propia
Figura 5. Artefactos y medios en el hogar

El medio de transporte más extendido era la moto (74,4%), solo el 20%poseia auto o camión. Algo importante es que el 85,6 % de las familias poseía nevera y más de la mitad estufa de gas.

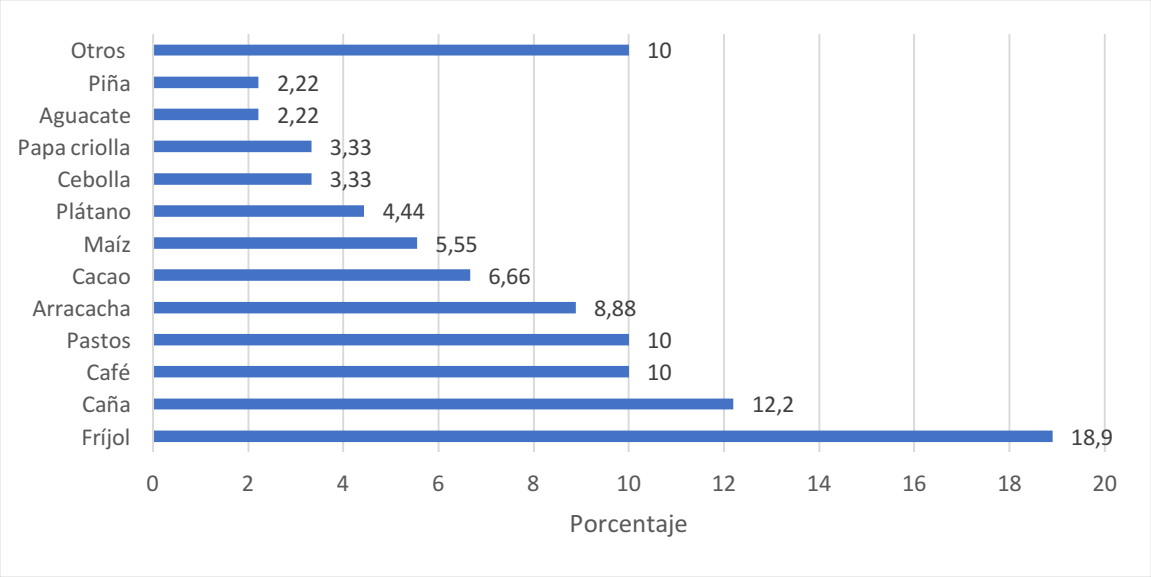
Las familias empleaban 10 fuentes de energía para cocinar, aunque la más extendida era la leña (40%), seguida de leña y gas (24,4%). El servicio de gas solo se informó por el 24, 5 % de las familias (Figura 6).



Fuente: Elaboración propia
Figura 6. Fuente de energía para cocinar.

2.1.3 Caracterización agroeconómica de las fincas y de las familias

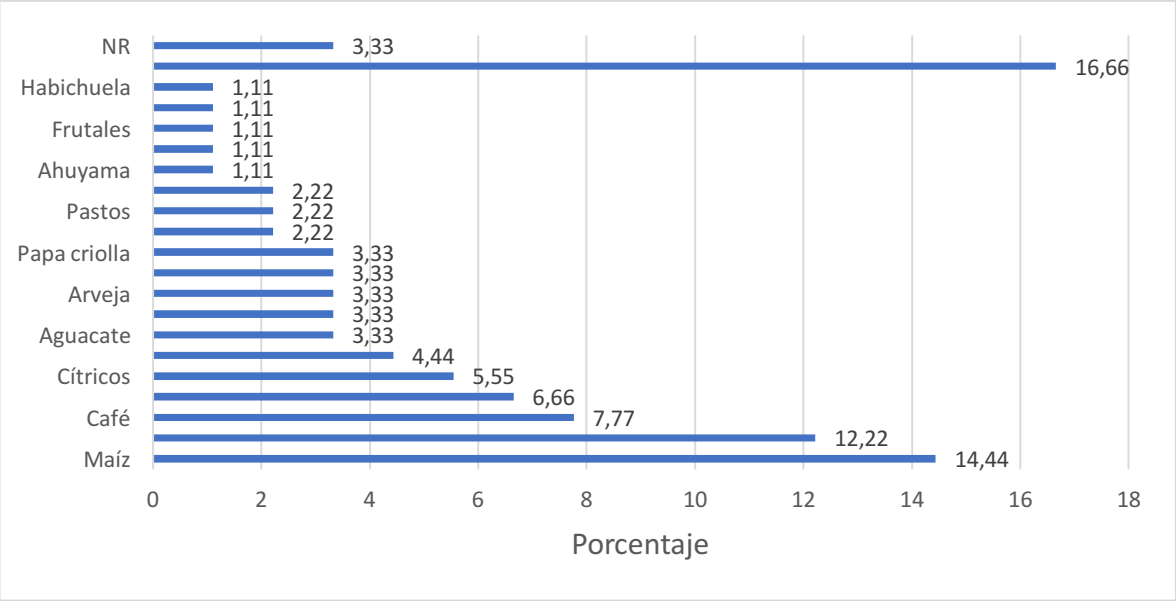
Los agricultores beneficiarios del proyecto plantas tienes en sus fincas como cultivos principales el frijol (18,9%) , la caña de azúcar (12%), el café (10%) los pastos (10%) y en quinto lugar la arracacha (el 8,88%) (Figura 7), sin embargo de estos solo el frijol está considerado como promisorio por el Departamento Norte de Santander (PECTIA, 2016), aunque entre los declarados como primarios están otros cuatro también promisorios; el cacao, el maíz , el plátano y el aguacate.



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Cultivos principales de los agricultores incorporados al proyecto Plantar

Los agricultores beneficiarios del proyecto Plantar tienen en sus fincas como cultivos secundarios el maíz (14,4%), el frijol (12,2%), el café (7,77%), el cacao (6,66%) y en quinto lugar los cítricos (5,55%) (Figura 8).



Fuente: Elaboración propia

De estos cultivos solo el café no está considerado como promisorio para el Departamento Norte de Santander (PECTIA, 2016), aunque entre los declarados como primarios están otros cuatro también promisorios; plátano, aguacate y ahuyama y cítricos. Algunos de estos cultivos están dentro de los priorizados en el Plan de Desarrollo 2017-2027 Un Norte

Productivo del Departamento del Norte De Santander en el plan de Desarrollo (Gobernación de Norte de Santander, 2016).

De las 90 familias que pertenecen al estudio el 80% no tienen ninguna condición de vulnerabilidad, el 4,44% presentan una enfermedad, el 10% se consideran desplazados y el 5,56% no responden. Al preguntarles a las familias si el predio es propio el 91,11% contestó de manera afirmativa. El total de miembros del núcleo familiar en un 47,78% son 4 personas. El 76,7% de las personas encuestadas reciben servicio de salud subsidiado (SISBEN) y solo el 12,2% es cotizante del régimen contributivo.

Económicamente el número de personas que aportan al hogar son entre 1 y 3 con el 66,7%, el 37,8% de los agricultores reciben sus ingresos solo de la agricultura y el 21,1% de la agricultura y la ganadería. El ingreso mensual promedio de las familias objeto de estudio es entre $850.000 y $1.134.000 con un 27,8% y entre $567.000 y $850.000 con un 22,2% (Tabla 9).

Tabla 9. Ingresos de las familias participantes por municipio

Municipio	¿En qué rango se encuentra el ingreso mensual promedio?							Total
	De $0 - $140.000	De $140.000 - $280.000	De $280.000 - $425.000	De $425.000 - $567.000	De $567.000 - $850.000	De $850.000 - $1´134.000	> $1´134.000	
Arboledas	0	0	0	0	0	5	10	15
Convención	0	0	0	0	2	9	4	15
La Esperanza	0	5	2	4	3	1	0	15
La Playa	0	1	0	5	4	2	3	15
Mutiscua	0	0	0	0	7	7	1	15
Ocaña	1	1	4	3	4	1	1	15
Total	1	7	6	12	20	25	19	90

Fuente: elaboración propia

A nivel general el ingreso promedio mensual de las 90 familias encuestadas se encuentra en un rango entre $850.000 y $1.134.000 en un 27,77% (25/90) lo cual representa un ingreso superior al salario mínimo ($781.242 s.m.m.l.v). Al analizar cada municipio se evidencia que es Arboledas aquel donde mayor número de agricultores con ingresos más altos puesto que el 66,66% (10/15) tienen un ingreso mayor a $1.134.000 por otro lado es el municipio de La Esperanza muestra que el 33,33% (5/15) de sus agricultores tiene ingresos mensuales muy bajos entre $140.000 y $280.000.

Los gastos de la familia en el hogar varían en un rango entre $100.000 y $200.000 con un porcentaje de 23,3% y entre $300.000 y $400.000 con el mismo porcentaje, sobre el gasto

mensual en el pago de obligaciones financieras los agricultores no respondieron a esta pregunta en un 37,78%, los costos de producción son entre $0 y $1.000.000 con un 84,4%. Al interrogar sobre las pérdidas en la producción en el último año el 42,2% respondió que no.

Los encuestados presentan un gasto mensual en el hogar entre $300.000 y $400.000 con un 23,33% y con un mismo porcentaje un gasto de $100.000 y $200.000, lo que indica que este gasto no supera el salario mínimo mensual en Colombia. Dentro de estos dos rangos de gasto el municipio La Esperanza es el que tiene un 73,33% (11/15) de agricultores con gasto entre $100.000 y $200.000 lo cual es proporcional con los datos suministrados de ingreso mensual, y Convención presenta un gasto superior de gasto con un valor entre $300.000 y $400.000 con un 80% (12/15) de los agricultores, de igual forma relacionado de una forma directamente proporcional a los ingresos mencionados (Tabla 10).

Tabla 10. Gastos de las familias participantes por municipio

Municipio	¿Cuánto gasta su familia mensualmente en el Hogar?								
	Entre $100.000 - $200.000	Entre $200.000 - $300.000	Entre $300.000 - $400.000	Entre $400.000 - $500.000	Entre $500.000 - $600.000	Entre $600.000 - $700.000	Entre $700.000 - $800.000	> $800.000	Menor a $100.000
Arboledas	0	0	0	3	5	1	4	2	0
Convención	0	3	12	0	0	0	0	0	0
Esperanza	11	2	0	0	0	0	0	0	2
La Playa	7	5	2	1	0	0	0	0	0
Mutiscua	0	1	1	4	8	0	1	0	0
Ocaña	3	3	6	2	0	0	1	0	0
Total	21	14	21	10	13	1	6	2	2

Fuente: Elaboración propia.

El 37,77% (34/90) de los agricultores caracterizados no respondieron a la pregunta sobre el valor de las obligaciones financieras lo que indica que esta población objeto de estudio no tiene conocimiento de sus obligaciones con entidades financieras o prefieren omitir esta información. Los agricultores de La Esperanza indicaron que tienen un gasto mensual

promedio entre $0 y $100.000 con un 60% (9/15) y Convención un gasto levemente mayor entre $100.000 y $200.000 con un 53,33% (Tabla 11).

Tabla 11. Pagos de las obligaciones financieras de las familias participantes por municipio

Municipio	¿Cuánto gasta su familia mensualmente en el Pago de obligaciones financieras?						Total
	Entre $0 - $100.000	Entre $100.000 - $200.000	Entre $200.000 - $300.000	Entre $300.000 - $400.000	>$400.000	No responde	
Arboledas	0	3	1	0	4	7	15
Convención	4	8	3	0	0	0	15
La Esperanza	9	4	1	0	0	1	15
La Playa	3	1	3	1	6	1	15
Mutiscua	0	0	0	0	0	15	15
Ocaña	1	1	0	2	1	10	15
Total	17	17	8	3	11	34	90

Fuente: Elaboración propia.

El 84,44% (76/90) de las familias caracterizadas en 6 municipios de Norte de Santander tienen unos costos de producción entre $0 y $1.000.000, el 3.33% (3/90) entre $1.000.000 y $2.000.000, un 1% (9/90) entre $2.000.0000 y $3.000.000, 2% (2/90) un valor entre 3.000.000 y $4.000.000 y un 8% no respondió a esta pregunta (Tabla 12).

Tabla 12. Costos de producción de las familias participantes por municipio

Municipios	¿Cuánto gasta su familia mensualmente en costos de producción?					Total
	Entre $0 - $1´000.000	Entre $1´000.000 - $2´000.000	Entre $2´000.000 - $3´000.000	Entre $3´000.000 - $4´000.000	No Responde	
Arboledas	15	0	0	0	0	15
Convención	15	0	0	0	0	15
La Esperanza	14	0	0	0	1	15
La Playa	11	3	1	0	0	15
Mutiscua	10	0	0	0	5	15
Ocaña	11	0	0	2	2	15
Total	76	3	1	2	8	90

Fuente: Elaboración propia.

Es importante destacar que el 42,22% (38/90) contestaron que no presentaron pérdidas en la producción, sin embargo, un 33,33% (30/90) de los encuestados no respondieron a esta pregunta y el 6% (6/90) tuvieron pérdidas entre el 10 y 20% (Tabla 13).

Tabla 13. Pérdidas de producción de las familias participantes por municipio.

Municipio	En el último año tuvo pérdidas en la producción									Total
	Entre 10% - 20%	Entre 20% - 30%	Entre 30% - 40%	Entre 40% - 50%	Entre 50% - 60%	No	No responde	Si	Si, no da razón	
Arboledas	0	0	0	0	0	12	3	0	0	15
Convención	0	0	0	0	0	1	12	2	0	15
La Esperanza	0	2	1	1	1	0	10	0	0	15
La Playa	2	1	1	2	0	8	1	0	0	15
Mutiscua	0	0	0	0	0	14	1	0	0	15
Ocaña	4	0	1	2	1	3	3	0	1	15
Total	6	3	3	5	2	38	30	2	1	90

Fuente: Elaboración propia.

El 46,66% (42/90) de los agricultores encuestados se movilizan en motos debido a la facilidad de entrada a vías en condiciones difíciles y el 35,55% (32/90) usan dos medios de transporte, carro y moto lo que aumentan los costos para acceder al predio de su propiedad (Tabla 14).

Tabla 14. Medios de transporte que utilizan las familias participantes por municipio.

Medio de Transporte que utiliza	Condiciones de las vías de acceso al predio				
	Pavimentada	Destapada	Trocha	No responde	Total
Carro	0	0	5	0	5
Moto	2	17	23	0	42
Bicicleta	0	0	1	0	1
Tracción animal	0	0	1	0	1
Público	0	0	0	1	1
Carro y moto	2	18	12	0	32
Moto y publico	0	0	1	0	1
Publico	0	0	4	0	4
Carro, moto y bicicleta	0	0	1	0	1
No responde	0	0	1	0	1
Ninguno caminando	0	0	1	0	1
Total	4	35	50	1	90

Fuente: Elaboración propia.

Otra variable que presenta un valor de x^2 alto es la que indaga sobre cuánto gasta la familia en costos de producción con un valor de 235,2 esto se refleja en la tabla de frecuencia donde el rango de valores entre $0 y $1.000.000 tiene una participación del 84,4%, que también se ve reflejada en su variabilidad (desviación estándar: 1,2). También se observa

que la menor significancia se encuentra en la variable del ingreso mensual promedio con un x^2 35,689 esto debido a que no se presentó mucha dispersión o aleatoriedad en los 7 intervalos que se establecieron (Tabla 15).

Tabla 15. Resultado del análisis de x^2 para las variables de ingresos y gastos seleccionadas para las 90 familias

	condic de vulnerabilidad	El predio es propio	Total de miembros	Sistema de Salud	Fuente de los ingresos	personas que aportan	rango del ingreso	Gasto de familia mensual	Pago de obligaciones financieras	costos de producción	Perdidas en la producción	Medio de Transporte que utiliza	Condiciones de las vías de acceso
X^2	145,8[b]	60,8[c]	126,2[d]	184,[e]	85,2[f]	131,1[e]	35,6[d]	49,2[f]	38,5[a]	235,2[e]	153,0[f]	256,6	76,3[b]
gl	3	1	6	4	8	4	6	8	5	4	8	10	3
Sig	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000

a. 0 casillas (0,0%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es 15,0.

b. 0 casillas (0,0%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es 22,5.

c. 0 casillas (0,0%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es 45,0.

d. 0 casillas (0,0%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es 12,9.

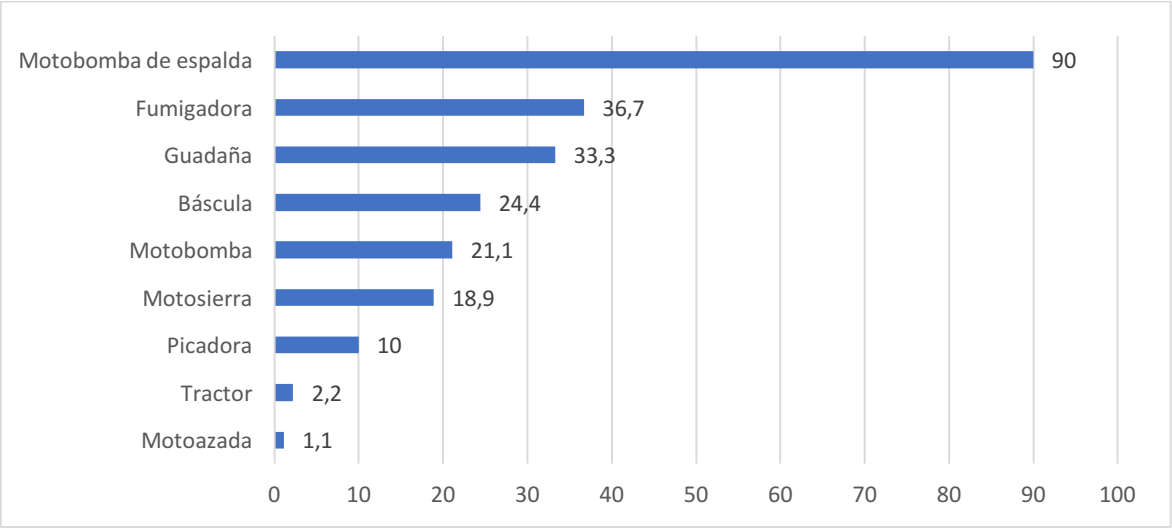
e. 0 casillas (0,0%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es 18,0.

f. 0 casillas (0,0%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es 10,0.

g. 0 casillas (0,0%) han esperado frecuencias menores que 5. La frecuencia mínima de casilla esperada es 8,2.

Fuente: Elaboración propia.

Entre los equipos y herramientas que poseían las familias para las labores agrícolas estaban las motobombas de espalda (90%) y la fumigadoras·(36,7 %) (Figura 9), lo da una medida de la importancia que los agricultores le conceden a la sanidad vegetal.

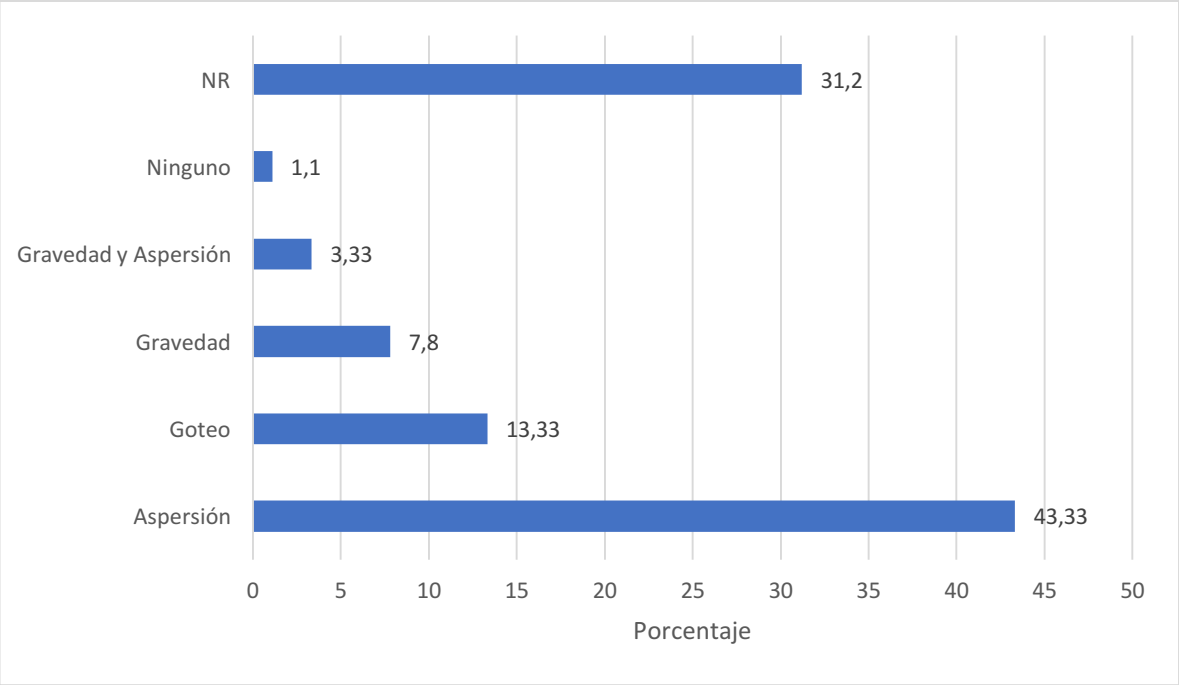


Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Equipos y herramientas para labores agrícolas

Solo el 2% de los agricultores tiene tractores, lo que es favorable para el desarrollo de un proyecto agroecológico como Plantar.

Solo 39 de los 90 agricultores (43,34%) respondieron tener algún sistema de riego. Aunque entre ellos predominaba más el sistema por aspersión, algunos disponían de un sistema por goteo (Figura 10), pero otros no respondieron.

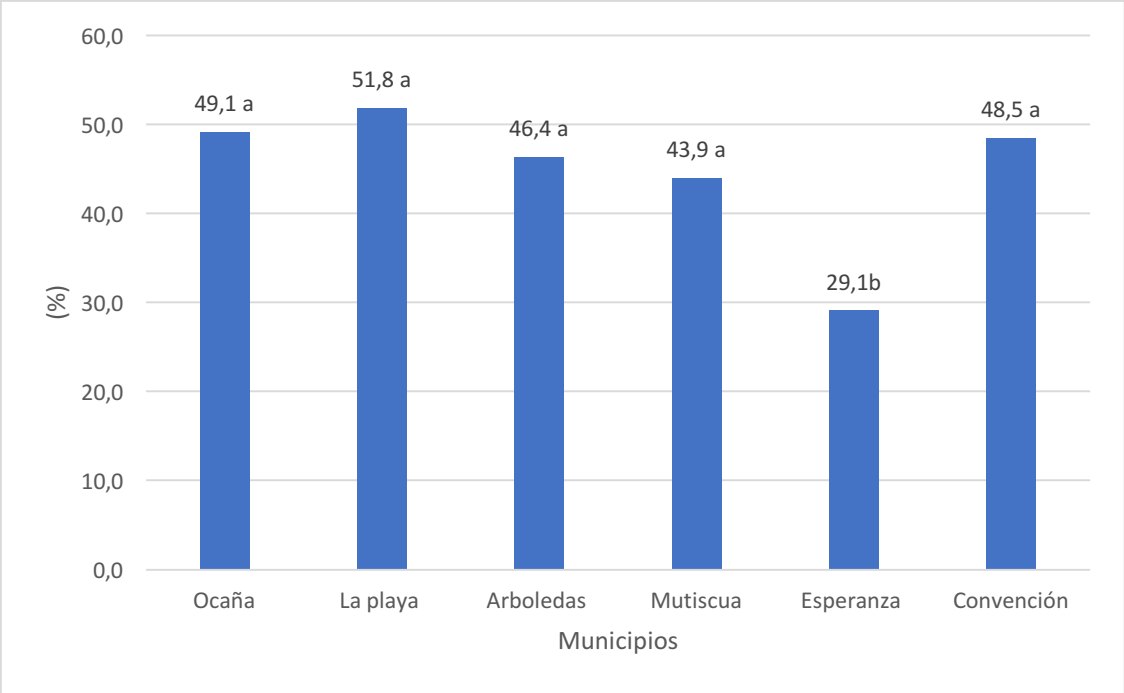


Fuente: Elaboración propia.
Figura 9. Tipos de sistemas de riego de los agricultores que respondieron afirmativa mente

Esta situación motivó que la dirección del Proyecto analizara la posibilidad de entregar un sistema de riego a las fincas para garantizar la atención a los cultivos de la parcela agroecológica y así el éxito del mismo**.**

2.1.4 Nivel de conocimiento agroecológico de los agricultores

De lLos agricultores del municipio de La Playa respondieron de forma positiva solo un 51,8% a las preguntas realizadas, mientras que en La Esperanza respondieron positivamente 29,1% con diferencia estadística. En los otros municipios las respuestas de los entrevistados oscilaron entre 43 y 49% (Figura 11), sin diferencia con La Playa y sí con La Esperanza. Esto refleja que el conocimiento sobre las prácticas agroecológicas en general no era alta y además que no era uniforme entre los municipios.



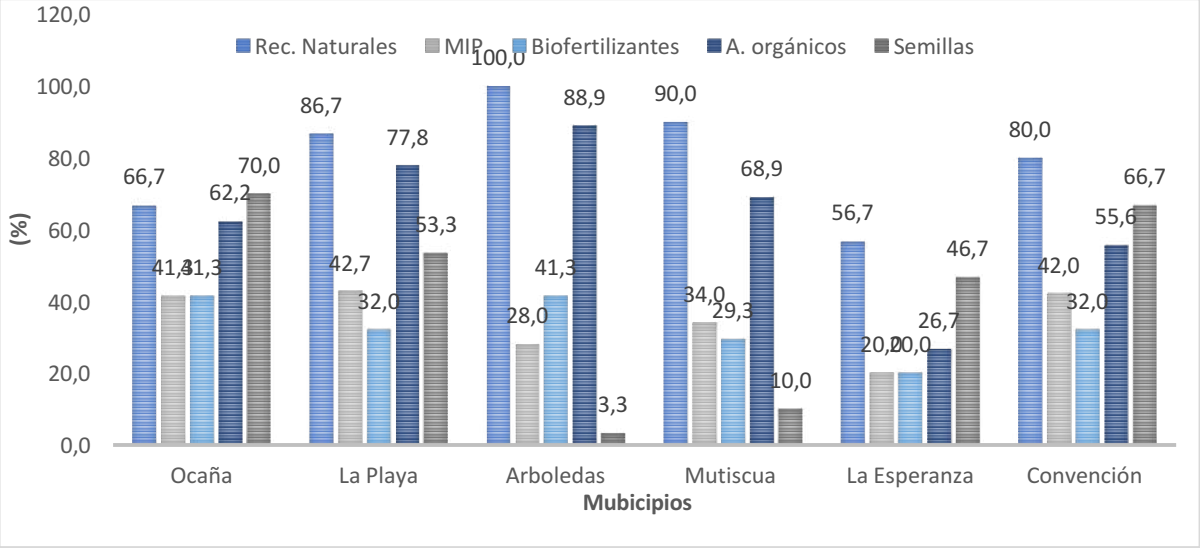
Fuente: Elaboración propia.

* Porcentajes con letras desiguales en las barras difieren estadísticamente para p≤0,05

Figura 10. Respuestas afirmativas a las preguntas sobre los aspectos de agroecología del cuestionario por municipio

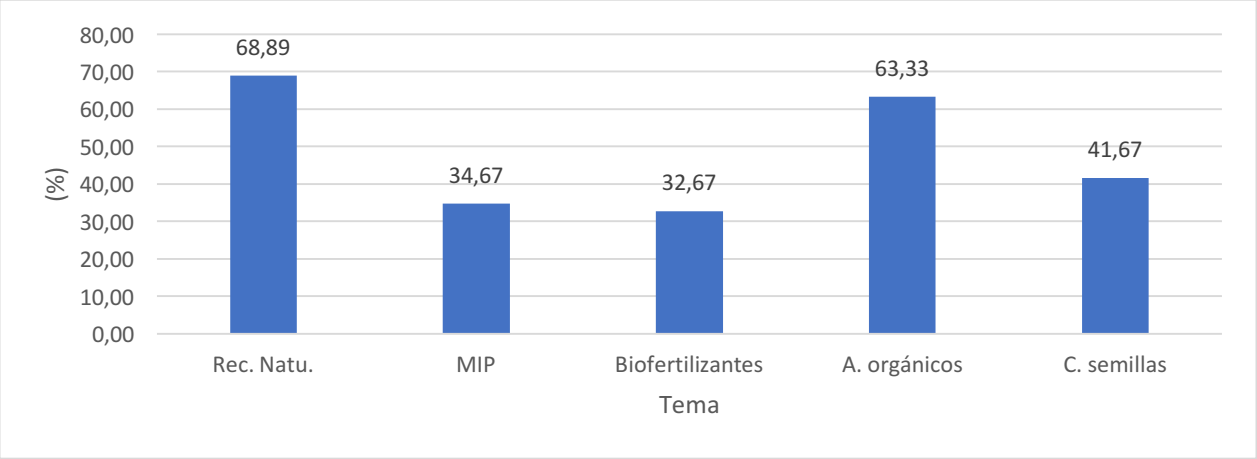
Dentro de cada municipio las respuestas a cada grupo de preguntas variaron y también entre municipios. En todos los municipios excepto Arboledas y Mutiscua las respuestas sobre los recursos naturales y la conservación de semilla fueron relativamente mayores que en las preguntas relacionadas con el MIP y biofertilizantes (Figura 12). En general en todos los municipios los agricultores manifestaron conocer relativamente más sobre abonos orgánicos y los recursos naturales y menos sobre MIP y biofertilizantes, excepto en Arboledas y Mutiscua donde las respuestas positivas sobre la conservación de semilla

estuvieron en bajos porcentajes, lo cual se explica porque en estos municipios se cultiva mucho las hortalizas por lo que las casas comerciales tienen mucha influencia y abastecen con un el paquete tecnológico a los a agricultores que incluye la semilla.



Fuente: Elaboración propia.
Figura 11. Respuestas afirmativas a las preguntas sobre los aspectos de agroecología del cuestionario por grupos temático y municipio

En cuanto a las respuestas afirmativas por temas en general, en todos los municipios más del 60% de los encuestados informaron que conocían los recursos naturales y los abonos orgánicos, sin embargo, las respuestas afirmativas sobre conservación de semilla solo alcanzaron un 41,67% y sobre MIP y biofertilizantes no alcanzó el 35 % (Figura 13), indicativo que, aunque hay que capacitar a los agricultores en todos los temas agroecológicos, pero debe hacerse mayor énfasis sobre estos dos últimos.

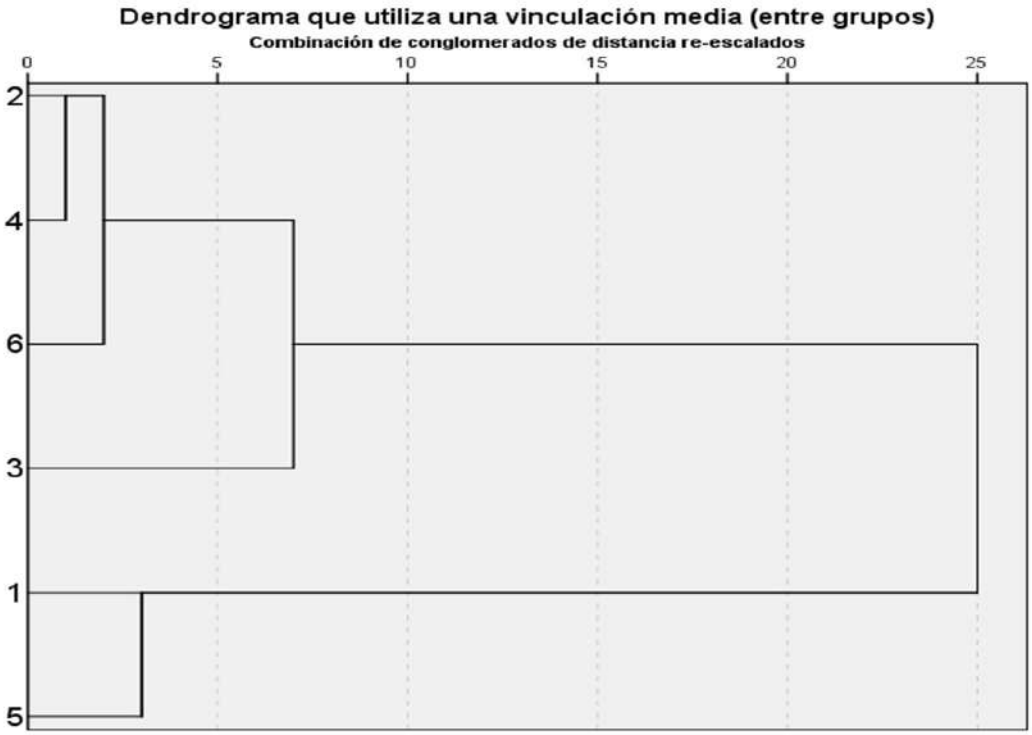


Fuente: Elaboración propia.
Figura 12. Respuestas afirmativas a las preguntas sobre los aspectos de agroecología del cuestionario por grupos temático.

Algunos autores han dado criterios de que las prácticas de manejo integrado de plagas requieren de habilidades específicas, las cuales dependen del conocimiento sobre el propósito de cómo utilizarlas o cómo proceder y resultan de mayor dificultad en muchos casos para los agricultores (Ortiz, 2001) por lo que no es de extrañar los resultados obtenidos en las encuestas.

En otras investigaciones se ha constatado que es sumamente importante relacionar las prácticas que realizan los agricultores en los predios con la conservación de los recursos naturales, ya que entender las formas de integración de la biodiversidad en una misma unidad de gestión, requiere un conocimiento apropiado de la estructura única que toman localmente los elementos de la naturaleza (Gargoloff et al., 2011).

El dendrograma del análisis de las respuestas a las preguntas sobre los recursos naturales formó dos grandes grupos, en uno donde se ubicaron La Esperanza y Ocaña con menos de 70 % de respuestas afirmativas y otro grupo con el resto de los municipios con más de 80 % de respuestas positivas (Figura 14).



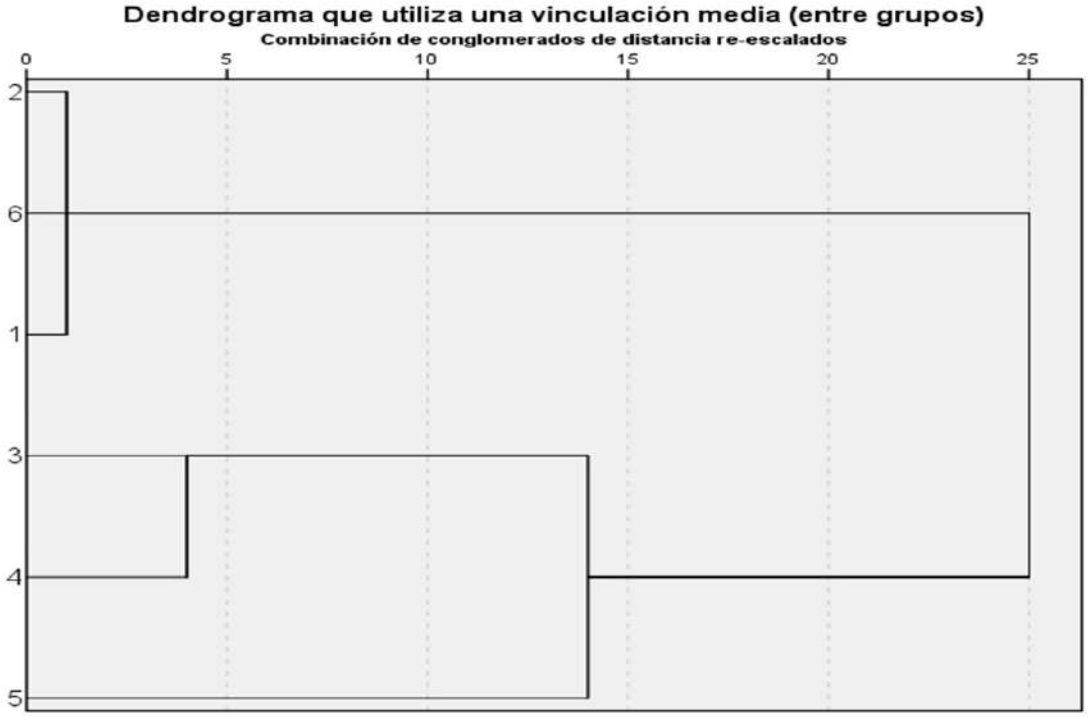
Ocaña, 2. La Playa, 3. Arboledas, 4. Mutiscua, 5. La Esperanza y 6. Convención

Fuente: Elaboración propia.
Figura 13. Dendrograma de la agrupación de los municipios según las respuestas positivas a las preguntas relacionadas con los recursos naturales

Los niveles de respuestas positivas sobre los recursos naturales, que incluían la biodiversidad, a pesar de haberse formado dos grupos en los municipios, reflejan una situación favorable y apoyan los resultados de otros autores que se han referido a que los aspectos culturales, como los conocimientos, las innovaciones y las prácticas, son

elementos importantes en el abordaje de la problemática de la conservación de la agro biodiversidad (Sarandón, 2009).

Los municipios Ocaña, La Playa y Convención con porcentajes de respuestas afirmativas muy similares (entre 41 y 42 %) en las peguntas sobre el manejo integrado de plagas formaron un grupo muy homogéneo en el dendrograma (Figura 15), separándose de La Playa, Arboledas y Mutiscua que formaron otro grupo más heterogéneo al presentar respuestas afirmativas entre 20 y 35%.

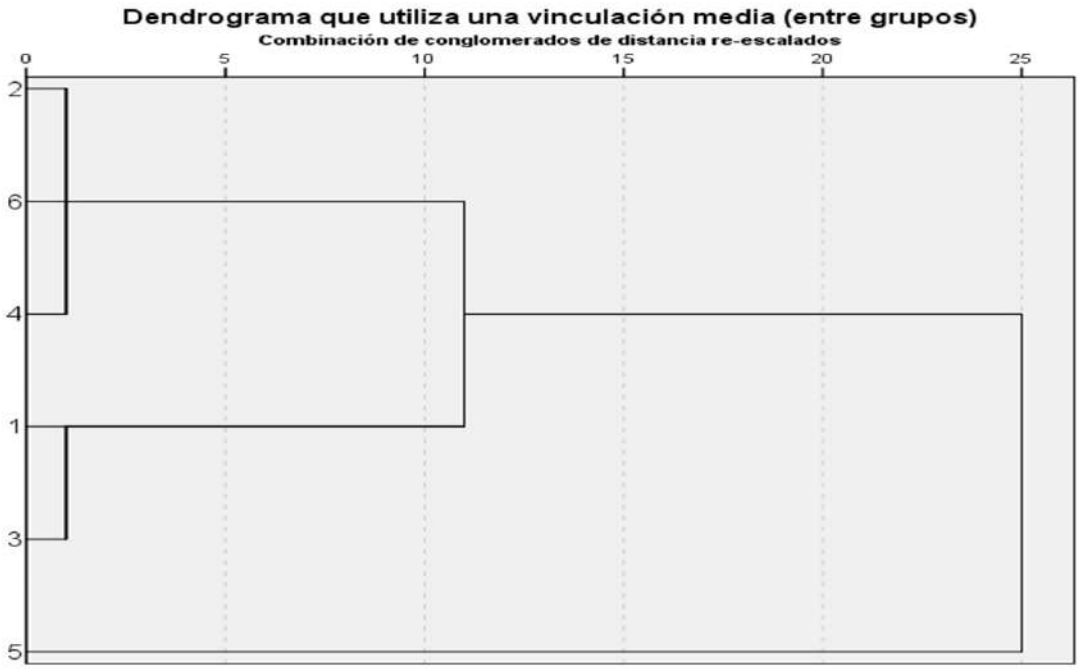


1. Fuente: Elaboración propia.
2. Ocaña, 2. La Playa, 3. Arboledas, 4. Mutiscua, 5. La Esperanza y 6. Convención

Figura 14. Dendrograma de la agrupación de los municipios según las respuestas positivas a las preguntas relacionadas con el manejo integrado de plagas

Algunas investigaciones han demostrado que la adopción de las prácticas agroecológicas relacionadas con el MIP, por ser de alto nivel técnico, han resultado de baja adopción en casos de bajo nivel cultural y personas de edad avanzada (Barba et al., 2015), por lo que habrá que profundizar en estos aspectos en la medida que de que se desarrolle el proyecto agroecológico “Plantar”.

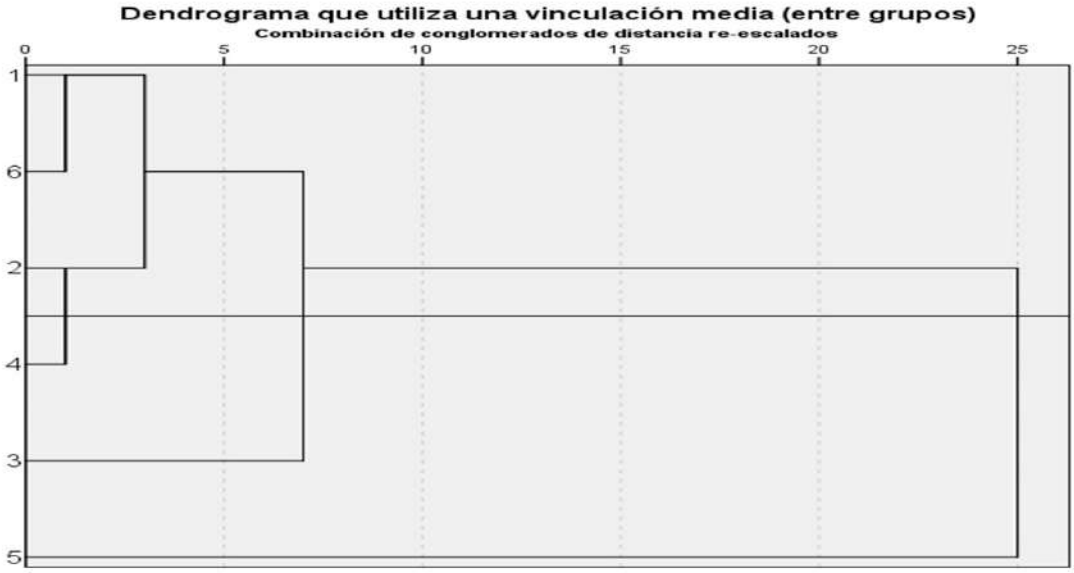
Con relación a las respuestas sobre el conocimiento de los biofertilizantes La Esperanza se separó de resto de los municipios, caracterizado por el menor porcentaje de respuestas positivas (20%), formándose otro grupo dividido en dos subgrupos muy bien diferenciados en el dendrograma, Ocaña y Arboledas caracterizados por los porcentajes de respuestas positivas más altos y otro por La Playa, Mutiscua y Convención con valores intermedios (Figura 16).



1. Fuente: Elaboración propia.
2. Ocaña, 2. La Playa, 3. Arboledas, 4. Mutiscua, 5. La Esperanza y 6. Convención

Figura 15. Dendrograma de la agrupación de los municipios según las respuestas positivas a las preguntas relacionadas con los biofertilizantes

Los municipios se agruparon de diferente forma en el dendrograma con relación a las respuestas sobre los abonos orgánicos. El municipio La Esperanza caracterizado por un bajo nivel de respuestas positivas (26,7%) quedó solo, y se formó otro grupo donde el municipio Arboledas caracterizado por un alto porcentaje de respuestas positiva (88%) se separó del resto de los municipios (Figura 17).

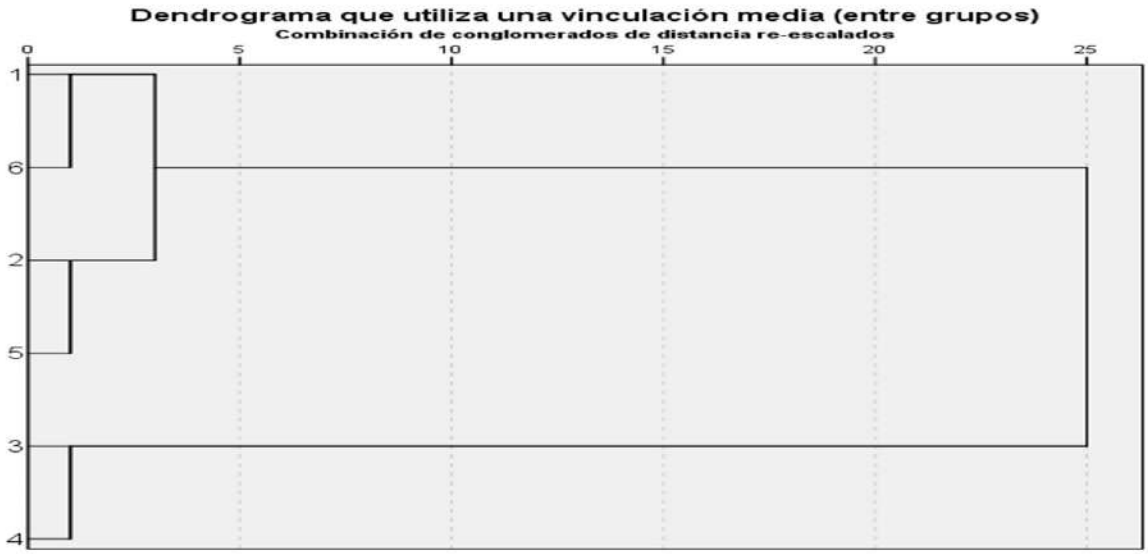


1. Fuente: Elaboración propia.

2. Ocaña, 2. La Playa, 3. Arboledas, 4. Mutiscua, 5. La Esperanza y 6. Convención

Figura 16. Dendrograma de la agrupación de los municipios según las respuestas positivas a las preguntas relacionadas con los abonos orgánicos.

Fueron similares y muy bajas las respuestas positivas sobre conservación de semilla en Mutiscua y Arboledas (entre 3 y 10%) que formaron un grupo en el dendrograma que se separó del resto de los municipios que formaron dos subgrupos uno donde se ubicaron Ocaña y Convención con porcentajes de respuestas positivas altas, superiores a 66%, y otro con La Playa y La Esperanza con niveles entre 45 y 55% (Figura 18).



1. Fuente: Elaboración propia.
2. Ocaña, 2. La Playa, 3. Arboledas, 4. Mutiscua, 5. La Esperanza y 6. Convención

Figura 17. Dendrograma de la agrupación de los municipios según las respuestas positivas a las preguntas relacionadas con la conservación de semillas

Hernández y Faye (2017) también detectaron falta de conocimiento y capacitación por parte de los campesinos, familiares y la comunidad en general, sobre las medidas para la protección y conservación del medio ambiente y técnicas de amplio empleo en el movimiento agroecológico, tales como la conservación de suelo, la reforestación y protección de la faja hidro reguladora y las medidas agrotécnicas.

La reconversión de la agricultura convencional hacia una agroecológica es un cambio de paradigma (un modo de ver y entender la realidad) con todo lo que ello implica, por lo que queda claro que el desarrollo de esta nueva agricultura requiere de un profundo cambio en el enfoque con que se abordan los agroecosistemas: un mayor y mejor conocimiento de sus componentes y de las interrelaciones entre ellos, como han referido Sarandón y Flores (2014).

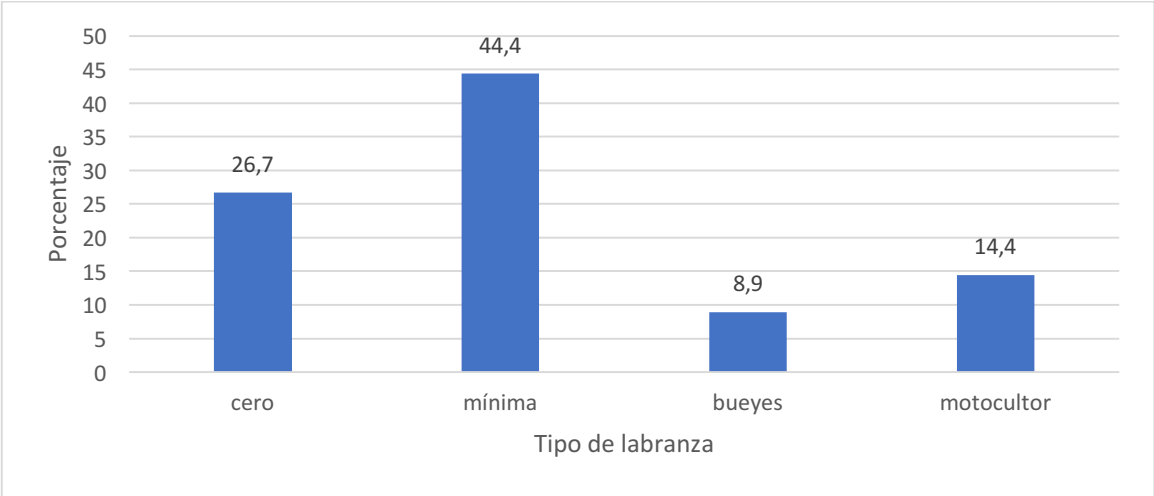
La entrevista realizada para evaluar el conocimiento se corresponde con lo recomendado por Paleologos y Flores (2014) en situaciones en que es puesto en práctica un proyecto de reconversión hacia una agricultura agroecológica, quienes además plantean que la entrevista debiera hacerse en la misma finca donde tiene el agricultor tiene su producción

Las diferencias encontradas entre los agricultores de un mismo municipio y entre los municipios sobre los aspectos encuestados sugieren la necesidad de la conformación de redes de gestión del conocimiento teniendo en cuenta que las propuestas de apoyo para el desarrollo de la agricultura agroecológica necesitan ser formuladas a la escala del territorio y no de una unidad de producción como han señalado Cerdá et al. (2014)

Los resultados obtenidos en el presente estudio obligan a intensificar la capacitación y el entrenamiento de los agricultores en general sobre la agroecología y en particular sobre los aspectos que presentaron mayores dificultades en las respuestas, teniendo en cuenta que en la gestión del conocimiento a nivel local se deben eliminar las distancias que artificialmente se han creado entre las disciplinas, entre los actores y entre los procesos de aprendizaje, superación, capacitación, investigación e innovación, lo que obliga a todos los actores a trabajar integradamente en función de la obtención de un conocimiento utilizable como han señalado Sabourin et al. (2017).

2.1.5 Nivel de implementación de prácticas agroecológicas en las fincas por los agricultores

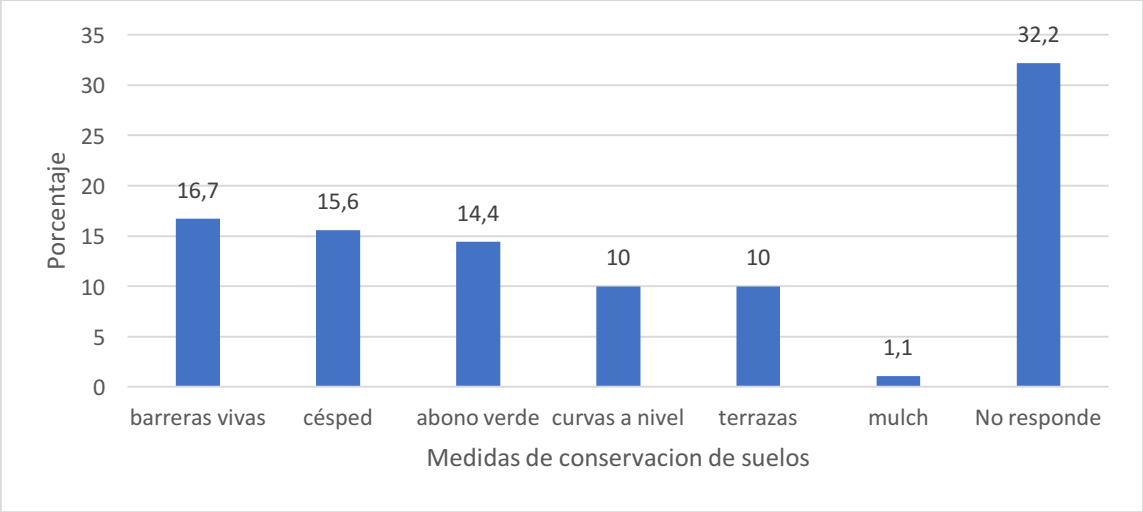
Se destaca el hecho de que en más del 70% de los agricultores seleccionados en los seis municipios de Norte de Santander realiza labranza mínima o cero y solo el 14,4 % utiliza el motocultor en la preparación de tierras (Figura 19), situación favorable para la reconversión de las fincas hacia la protección agroecológica ya que hay una situación favorable en cuanto a la protección del suelo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Tipo de labranza utilizada por los agricultores de las 90 fincas

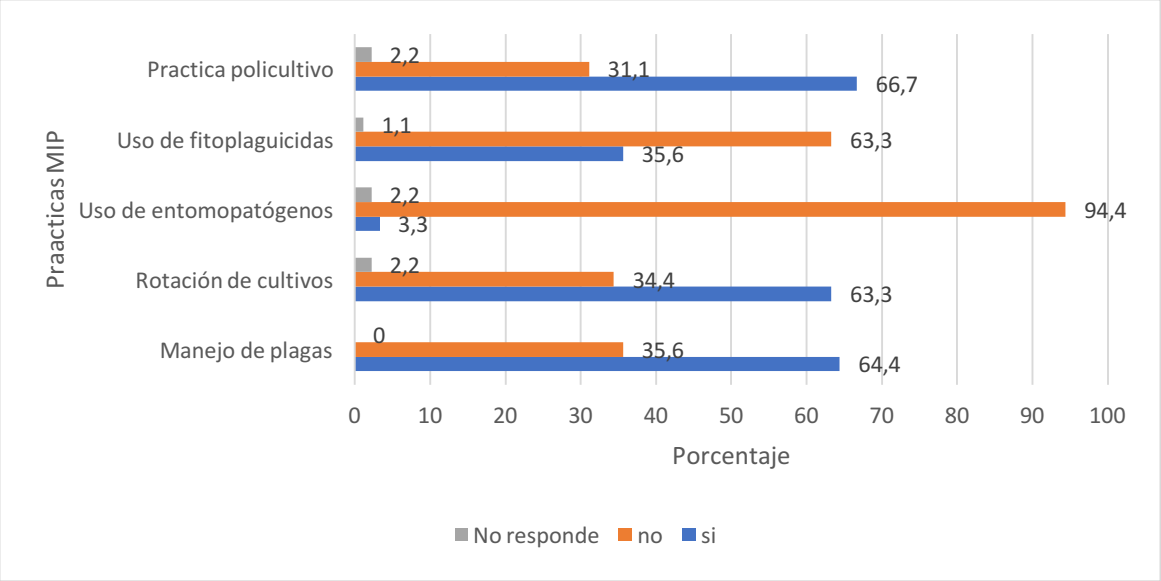
La mayoría de los agricultores emplean prácticas de conservación del suelo (Figura 20). Las tres practicas más empleadas son las barreras vivas el uso de césped y de abonos verdes, un solo agricultor utiliza el mulch.



Fuente: Elaboración propia.
Figura 19. Prácticas empleadas para la conservación del suelo.

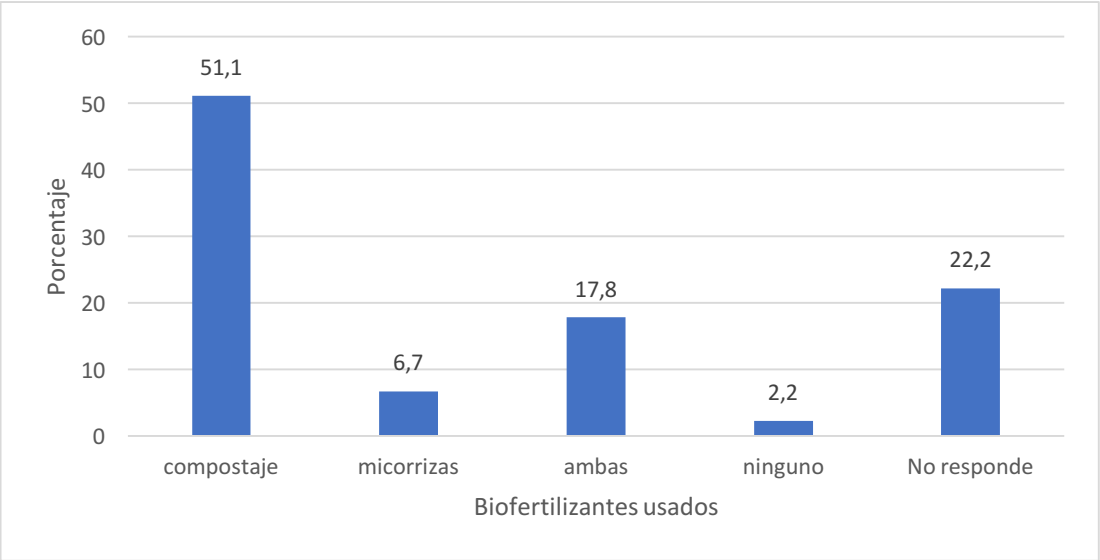
El hecho de que solo el 10 % de los agricultores practican las curvas de nivel y otra cifra igual la terraza es preocupante ya que la mayoría de las áreas agrícolas de los municipios involucrados son onduladas.

El 64 % de los entrevistados respondió que utiliza distintas estrategias para el manejo de plagas entre las que se destacan que el 63% realizan rotación de cultivos, el 66,7 % practica el policultivo y el 35,6 usa las plantas para el control de agentes nocivos (Figura 21).



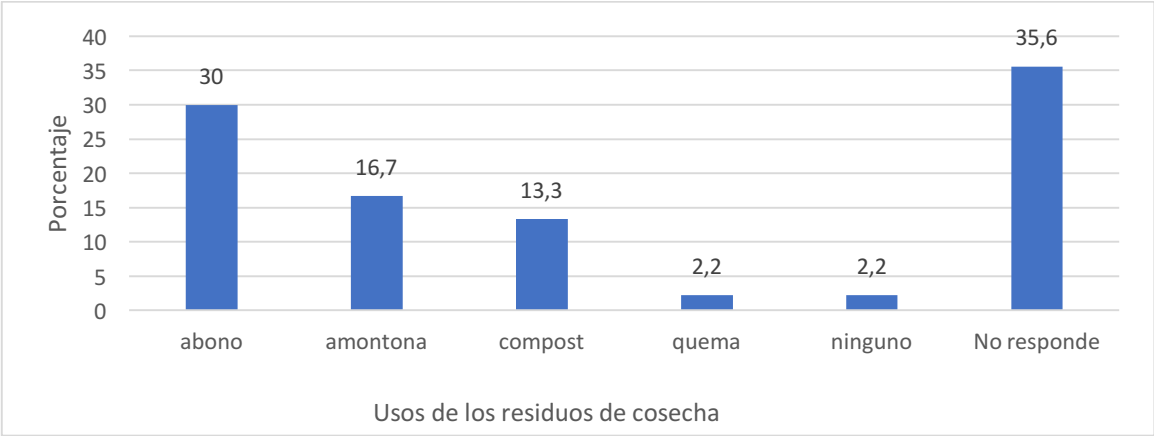
Fuente: Elaboración propia.
Figura 20. Respuestas relacionadas con el manejo de plagas

Más de la mitad de los encuestados afirmó utilizar compostaje (Figura 22). Estos productos obtenidos a partir de material orgánico, que se emplean como sustitutos de fertilizantes químicos. Por otra parte, un 17 % de los agricultores utilizan el compostaje y las micorrizas y otro 6,7 % emplea las micorrizas, lo que indica que en estas fincas existe cierta cultura del uso de algunos biofertilizantes a pesar de que en otras respuestas se constató que solo el 30% emplea biofertilizantes.



Fuente: Elaboración propia.
Figura 21. Distribución de fincas según el producto biofertilizante que utiliza

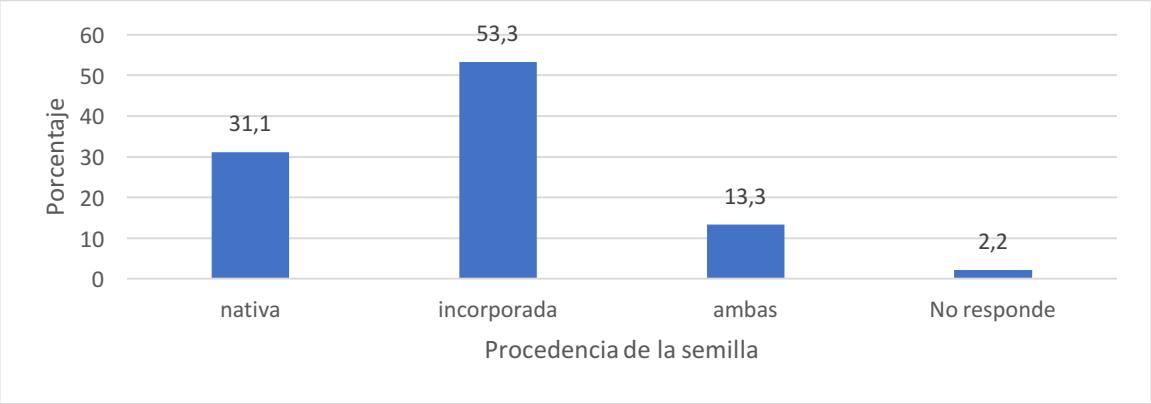
Solamente el 44% respondió que utiliza los residuos de animales como abono, por lo que el compostaje tiene un componente importante a partir de residuos vegetales, lo que se relaciona con que no todos poseen un sistema de producción animal, situación que es desfavorable para la garantía que se requiere de altas cantidades de materia orgánica en una finca agroecológica de disponer.
Los residuos de las cosechas son utilizados en las fincas principalmente como abono (30%), un 16,7 de los agricultores lo amontona y un 13% lo lleva al compostaje (Figura 23).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 22. Uso de residuos de cosechas en las 90 fincas

La semilla es adquirida en la mayoría de las fincas en casas comerciales (semilla incorporada) (Figura 24).

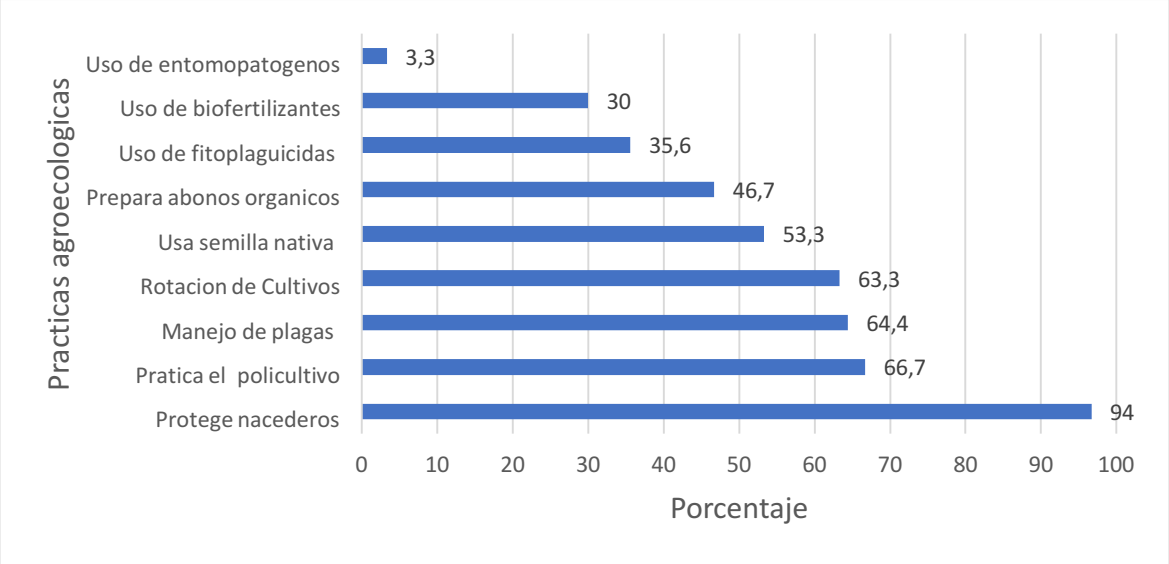


Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. Procedencia de la semilla utilizada por los agricultores de las 90 fincas

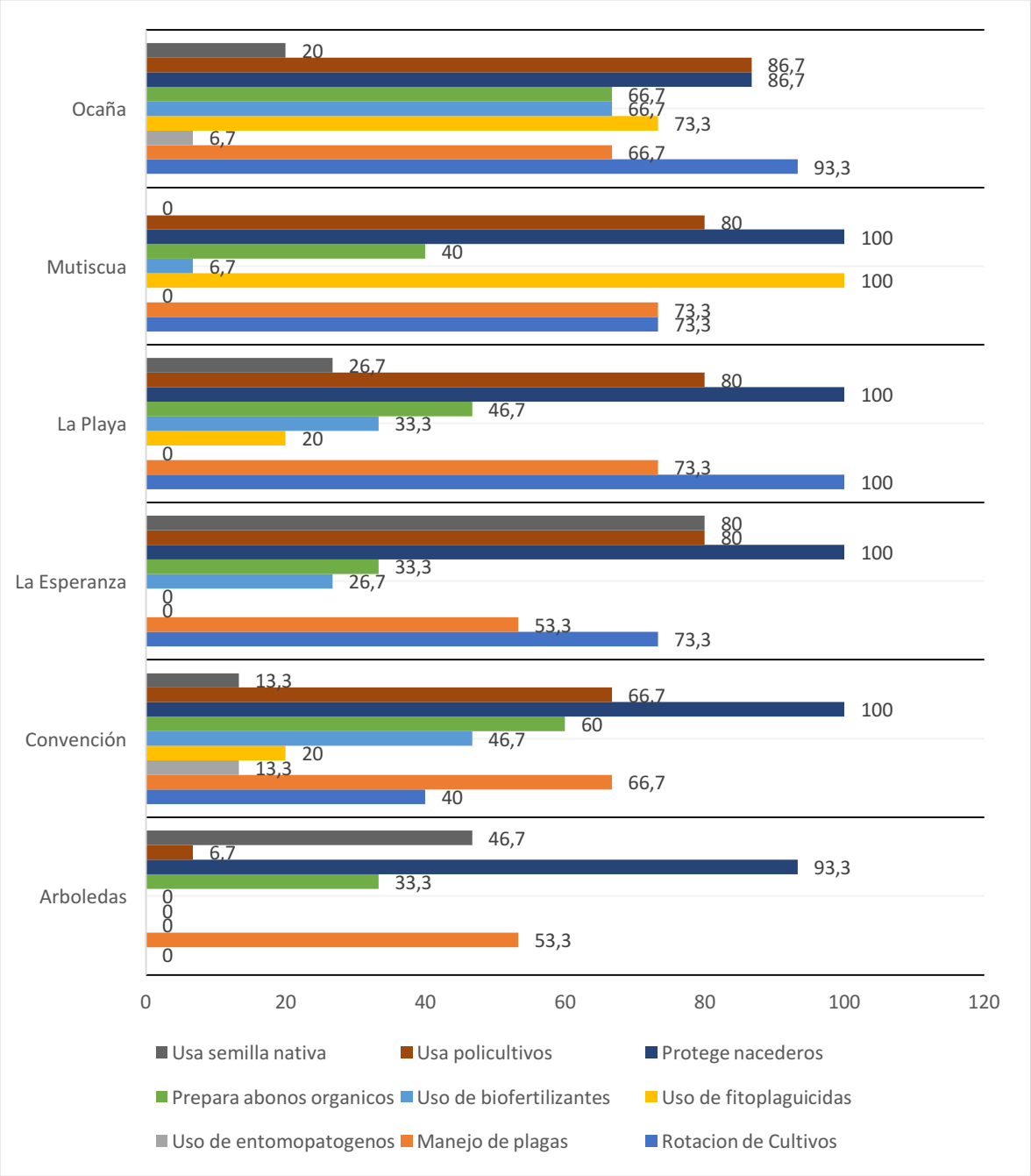
De las practicas agroecológicas las que en mayor proporción emplean los agricultores se encontraron a la protección de los nacederos, los policultivos, el manejo de plagas y la rotación de cultivo (más de las dos terceras partes) y las que aplican, pero en menor

proporción estuvieron el uso de entomopatógenos y el uso de biofertilizantes (menos de la tercera parte) (Figura 25).



Fuente: Elaboración propia.
Figura 24. Comparación del porcentaje de prácticas agroecológica más comunes empleadas en las 90 fincas.

Un análisis cruzado entre los municipios y las nueve prácticas agroecológicas más empleadas mostró que Ocaña se destaca porque los agricultores aplican las nueve prácticas, y en más del 50% de las fincas con excepción del uso de semilla nativa y el uso de entomopatógenos más del 50% (Figura 26).

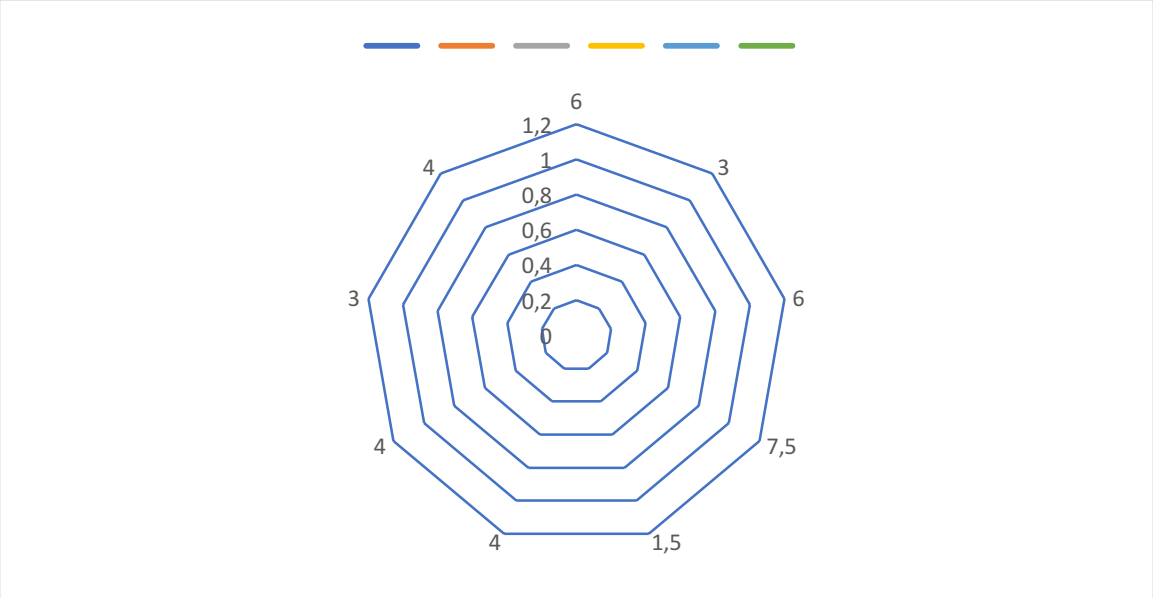


Fuente: Elaboración propia.
Figura 25. Porcentajes de empleo de las practicas agroecológicas en las fincas por municipios.

Algo diferente se observó en Arboledas donde solo se aplicaban 5 de las 9 prácticas y solo dos en más del 50% de las fincas. En Convención se aplican también todas las prácticas agroecológicas de referencia sin embargo solo 4 de ellas en más del 50 % de las fincas.

Una comparación entre las nueve practicas agroecológicas en los municipios con relación al estado deseado del 100 % a través de un gráfico radar muestra que el uso de

entomopatógenos es muy bajo en todos los municipios, no se usan entomófagos y antagonistas. La protección de los nacederos es la práctica de mayor nivel de implementación en las fincas todos los municipios, mientras que la protección de la semilla nativa es un problema en todos los municipios excepto en La Esperanza. Un caso muy particular lo constituye la rotación de cultivos, empleada en el 100 % de las fincas de La Paya en ninguna finca de Mutiscua. El resto de las practicas agroecológicas muestran un comportamiento muy variable en todos los municipios (Figura 27).



Fuente: Elaboración propia.
Figura 26. Situación de nueve practicas agroecológicas en los diferentes municipios con respecto al estado deseado

Esto demuestra gran variabilidad entre los municipios en estudio en cuanto al empleo de las practicas agroecológicas, lo que impone el desarrollo de estrategias diferentes y particulares en la capacitación y el entrenamiento de los Agricultores. En este sentido la implementación de la Escuelas de Campo (ECAS) sería la estrategia a seguir o métodos de capacitación participativa como han planteado Gargoloff, Albaladejo, Sarandón, (2011) y Hernández, Morros, Bravo, Pérez, Herrera; Ojeda, Morales y Fernández (2011).

3.2 Caracterización de los principales recursos naturales de los agroecosistemas en las fincas

3.2.1 Caracterización físicoquímica del agua

Los valores medios de todas las variables medidas en el laboratorio de las 180 muestras de agua arrojaron que la misma no tenían dificultades para ser usada con fines agrícolas

desde el punto de vista químico, sin embargo una análisis descriptivo con énfasis en el coeficiente de variación puso de manifiesto que los valores de los resultados de los coeficientes de variación para todos los cationes eran mayor a 50% en el municipio de Mutiscua y Ocaña y también ocurría esa situación para los resultados del resto de los municipios excepto para el catión NH_4 (Tabla 16).

Tabla 16. Resultado del análisis descriptivo de los resultados de la concentración de cationes en el agua.

Municipio	Cationes						
		Na (meq / L)	K (meq / L)	Ca (meq / L)	Mg (meq / L)	NH_4 (meq / L)	Suma (meq / L)
Arboledas	Media	0.252	0.024	0.85	0.224	0.033	1.382
	Mínimo	0.07	0.009	0.07	0.03	0.02	0.31
	Máximo	0.83	0.08	2.93	0.6	0.07	3.85
	Des. estándar	0.17	0.02	0.77	0.18	0.01	1.03
	C. V. (%)	66.51	79.06	90.43	80.12	34.98	74.32
Convención	Media	0.254	0.054	0.57	0.233	0.036	1.145
	Mínimo	0.01	0.01	0.06	0.04	0.02	0.16
	Máximo	0.83	0.15	2.09	1.25	0.08	4.12
	Des. estándar	0.15	0.03	0.65	0.25	0.02	0.99
	C. V. (%)	60.14	65.19	114.58	106.81	45.20	86.62
Esperanza	Media	0.54	0.07	0.71	0.51	0.03	1.86
	Mínimo	0.16	0.01	0.08	0.07	0.02	0.54
	Máximo	1.94	0.24	3.16	3.06	0.07	6.64
	Des. estándar	0.45	0.05	0.70	0.61	0.02	1.56
	C. V. (%)	82.63	70.85	98.59	120.52	43.73	84.19
La Playa	Media	14.33	14.39	21.08	20.97	8.29	17.91
	Mínimo	0.01	0.009	0.06	0.03	0.01	0.16
	Máximo	82.63	79.06	114.58	120.52	45.20	86.62
	Des. estándar	24.18	26.95	37.85	38.84	15.57	30.19
	C. V. (%)	168.76	187.24	179.54	185.26	187.87	168.50
Mutiscua	Media	29.14	29.62	38.29	39.93	23.08	32.75
	Mínimo	0.01	0.009	0.06	0.03	0.01	0.16
	Máximo	168.76	187.24	179.54	185.26	187.87	168.50
	Des. estándar	41.69	47.80	54.13	56.70	44.28	46.60
	C. V. (%)	143.10	161.37	141.39	141.98	191.89	142.30
Ocaña	Media	50.56	53.66	57.98	60.95	49.86	52.57
	Mínimo	0.01	0.009	0.06	0.03	0.011	0.16
	Máximo	168.76	187.24	179.54	185.26	191.89	168.50
	Des. estándar	56.20	65.59	64.02	66.93	68.61	59.36
	C. V. (%)	111.15	122.22	110.41	109.80	137.60	112.93

Fuente: Elaboración propia.

De forma similar todos los cationes evaluados en las 15 fincas de Ocaña, Mutiscua y La Playa presentaban coeficientes de variación por encima de 50 %, Arboledas y la Esperanza para los cloruros, los sulfatos, los bicarbonatos, los nitratos y los fosfatos y la suma de todos. El municipio de menor variación es Esperanza, aunque los coeficientes de variación estaban por encima del 50% para los aniones sulfatos, bicarbonatos y la suma de todos (Tabla 17).

Tabla 17. Resultado del análisis descriptivo de los resultados de la concentración de aniones en el agua.

Municipi		Aniones						
		Cloruros (meq/L)	Sulfatos (meq /L)	Carbonatos (meq/L)	Bicarb. (meq/L)	Nitratos (meq / L)	Fosfatos (meq / L)	Suma (meq / L)
Arboledas	Media	0.359	0.224	0.050	0.743	0.023	0.180	1.578
	Mínimo	0.04	0.05	0.05	0.05	0.0003	0.087	0.44
	Máximo	1.32	1.33	0.06	2.85	0.09	0.27	3.684
	Des. estándar	0.29	0.29	0.00	0.69	0.02	0.06	0.98
	C. V. (%)	81.87	128.35	3.63	92.48	94.83	32.12	62.05
Convención	Media	0.301	0.080	0.050	0.647	0.003	0.278	1.360
	Mínimo	0.08	0.04	0.05	0.05	0.002	0.09	0.393
	Máximo	0.8	0.1	0.05	3.05	0.006	0.4	3.785
	Des. estándar	0.20	0.01	0.00	0.72	0.00	0.08	0.75
	C. V. (%)	66.12	16.50	0.00	111.16	34.79	30.09	55.17
Esperanza	Media	0.29	0.20	0.05	1.192	0.003	0.42	2.153
	Mínimo	0.08	0.07	0.05	0.15	0.002	0.27	0.752
	Máximo	0.6	3.55	0.06	4.75	0.006	0.65	7.274
	Des. estándar	0.11	0.63	0.00	1.13	0.00	0.11	1.50
	C. V. (%)	39.78	314.75	3.63	94.81	31.67	27.02	69.52
La Playa	Media	12.82	31.08	0.52	20.96	10.76	6.14	14.09
	Mínimo	0.04	0.013	2.12E-17	0.05	0.0003	0.058	0.393
	Máximo	81.87	314.75	3.63	111.16	94.83	32.12	69.52
	Des. estándar	22.41	76.15	1.14	37.07	23.37	11.11	22.94
	C. V. (%)	174.90	245.04	220.31	176.83	217.17	180.87	162.76
Mutiscua	Media	26.69	66.87	15.30	37.58	27.51	19.31	27.49
	Mínimo	0.04	0.01	2.11725E-17	0.05	0.0003	0.06	0.393
	Máximo	174.90	314.75	220.31	176.83	217.17	180.87	162.76
	Des. estándar	40.98	108.60	50.44	52.75	52.74	41.58	41.54
	C. V. (%)	153.52	162.41	329.62	140.37	191.73	215.30	151.09
Ocaña	Media	48.60	109.26	56.34	57.05	57.80	47.73	48.94
	Mínimo	0.04	0.013	2.11725E-17	0.05	0.0003	0.058	0.393
	Máximo	174.90	314.75	329.62	176.83	217.17	215.30	162.76

	Des. estándar	57.60	121.41	97.45	62.84	76.64	70.25	57.91
	C. V. (%)	118.51	111.12	172.98	110.16	132.60	147.20	118.33

Fuente: Elaboración propia.

Para los cationes en el agua no se observó diferencia estadística dentro de los modelos agroecológicos de Arboledas, de Esperanza y la Playa, pero si dentro de los del resto de los municipios (Tabla 18). Se observaron valores de coeficientes de variación superiores a 40% para muchas variables en los análisis de varianzas realizados.

Tabla 18. Resultados del ANOVA para los Cationes y Aniones del Agua en los diferentes Modelos por municipios del proyecto.

	Modelo	CATIONES					
		Na (meq / L)	K (meq / L)	Ca (meq / L)	Mg (meq / L)	NH_4 (meq / L)	TOTAL (meq / L)
Arboledas	1 CE-L-M	0,25a	0,03a	0,77a	0,22a	0,04a	1,30a
	2 CE-A-M	0,28a	0,02a	1,23a	0,26a	0,03a	1,83a
	3 CE-A-F	0,23a	0,02a	0,54a	0,19a	0,03a	1,02a
	CV (%)	68,81	0,00	86,69	82,43	0,00	72,63
	EE*	0,05	0,00	0,23	0,06	0,00	0,32
Convención	1 CE-L-M	0,21a	0,06a	0,26b	0,15a	0,04a	0,70b
	2 CE-A-M/F	0,22a	0,04a	0,46ab	0,18a	0,04a	0,94ab
	3 CE-C-P	0,34a	0,07a	0,99a	0,37a	0,04a	1,79a
	CV (%)	56,99	58,89	104,32	101,56	0,00	78,82
	EE*	0,05	0,01	0,19	0,07	0,00	0,29
La Esperanza	1 AB-A-M-F	0,60a	0,06a	0,69a	0,74a	0,03a	2,12a
	2 AB-L-M	0,59a	0,07a	0,76a	0,53a	0,03a	1,99a
	3 AB-C-P	0,45a	0,07a	0,66a	0,25a	0,04a	1,47a
	CV (%)	84,64	79,00	101,94	117,66	0,00	85,76
	EE*	0,15	0,02	0,23	0,19	0,00	0,50
La Playa	1 R-A-F	0,54a	0,07a	0,35a	0,29a	0,03a	1,28a
	2 R-A-M	0,41a	0,07a	0,44a	0,40a	0,03a	1,35a
	3 R-B-M	0,65a	0,09a	0,38a	0,32a	0,04a	1,48a
	CV (%)	78,33	81,43	88,53	96,42	0,00	77,71
	EE*	0,13	0,02	0,11	0,10	0,00	0,34
Mutiscua	1 AL-Mo-TA	0,12b	0,018b	1,36a	0,14ab	0,028a	1,68a
	2 AL-CI-M	0,21a	0,026a	1,46a	0,22a	0,036a	1,95a
	3 AL-CI-Z	0,18a	0,025a	0,36a	0,13b	0,038a	0,72a
	CV (%)	26,31	0,00	115,70	47,72	0,00	87,71
	EE*	0,01	0,00	0,39	0,02	0,00	0,40
Ocaña	1 NC-A-M	0,42a	0,04b	2,47a	0,64a	0,03a	3,61a
	2 NC- A-F	0,31a	0,05b	0,32b	0,18b	0,03a	0,90c

	3 NC- C- P	0,60a	0,12a	1,27b	0,46ab	0,04a	2,48b
	CV (%)	78,85	76,78	70,02	70,53	0,00	43,55
	EE*	0,11	0,02	0,30	0,09	0,00	0,32

CE: Cedro	R: Roble	Z: Zanahoria
L: Limón	B: Brevo	NC: Nogal Cafetero
M: Maíz Mo= mora	AL: Aliso	P: Platano
C: Cacao	TA: Tomate de árbol	A: Aguacate
AB: Abarco	CI: Ciruelo	F: Frijol

Fuente: Elaboración propia.
*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

En el municipio Convención el calcio en agua fue mayor en el modelo cedro-cacao-plátano (CE-C-P) y menor en cedro-limón-maíz (CE-L-M), y de forma similar la suma total de cationes fue mayor en el modelo cedro-cacao-plátano (CE-C-P) y menor en cedro-limón-maíz (CE-L-M).

En Mutiscua el sodio y el potasio en agua fueron superiores para los modelos agroecológicos aliso-ciruelo-maíz (AL-CI-M) y aliso-ciruelo-zanahoria (AL-CI-Z) y menor para el modelo aliso-mora-tomate de árbol (AL-M-TA), mientras que el magnesio fue mayor para el modelo agroecológico aliso-ciruelo-maíz (AL-CI-M) y menor para el de aliso-ciruelo-zanahoria (AL-CI-Z).

En Ocaña se observó mayor variabilidad entre los cationes. El k en agua fue mayor para el modelo agroecológico nogal cafetero-aguacate-frijol (NC-A-F) y menores para los modelos agroecológicos nogal cafetero-aguacate-maíz (NC-A-M) y nogal cafetero-cacao-plátano (NC-C-P). El calcio se presentó más elevado en el modelo nogal cafetero-aguacate-maíz (NC-A-M) y menores en los otros modelos. El magnesio se mostró en el modelo nogal cafetero-aguacate-maíz (NC-A-M) y menor en el nogal cafetero-cacao-plátano (NC-C-P), mientras que la suma total de cationes fue mayor en el modelo nogal cafetero-aguacate-maíz (NC-A-M) y menor en el del nogal cafetero-aguacate-frijol (NC-A-F).

Estos resultados demuestran que en tres municipios para varios cationes se presentaba diferencia estadística entre los modelos agroecológicos en el agua que se iba a utilizar para el riego, siendo más crítica la situación en el municipio Ocaña con diferencias para los cationes de K, Mg, Ca y la suma total de todos.

Para los aniones en el agua no se observó diferencia estadística dentro de los modelos agroecológicos de Arboledas, de Convención, de Esperanza, la Playa y Mutiscua, pero si en el municipio de Ocaña para el caso de la suma total de cationes que fue mayor para los modelos nogal cafetero-aguacate-maíz (NC-A-M) y nogal cafetero-aguacate-frijol (NC-A-F) y menor para el modelo el nogal cafetero-cacao-plátano (NC-C-P) (Tabla 19).

Tabla 19. Resultados del ANOVA para los aniones del agua en los diferentes Modelos por municipios del proyecto

		ANIONES						
	Modelos	Cloruros (meq / L)	Sulfatos (meq / L)	Carbonatos (meq / L)	Bicarb. (meq / L)	Nitratos (meq / L)	Fosfatos (meq / L)	Suma (meq / L)

Arboledas	1 CE-L-M	0,40a	0,18a	0,05a	0,78a	0,02a	0,19a	1,61a
	2 CE-A-M	0,37a	0,31a	0,05a	1,00a	0,03a	0,16a	1,92a
	3 CE-A-F	0,31a	0,19a	0,05a	0,45a	0,02a	0,19a	1,20a
	CV (%)	84,10	130,33	0,00	90,35	0,00	30,46	61,14
	EE*	0,10	0,09	0,00	0,21	0,00	0,02	0,31
Convención	1 CE-L-M	0,33a	0,08a	0,05a	0,36a	0,0032a	0,25a	1,07a
	2 CE-A-M/F	0,30a	0,08a	0,05a	0,50a	0,0034a	0,28a	1,21a
	3 CE-C-P	0,28a	0,08a	0,05a	1,08a	0,0037a	0,30a	1,80a
	CV (%)	68,02	0,00	0,00	103,38	0,00	30,06	51,77
	EE*	0,06	0,00	0,00	0,21	0,00	0,03	0,22
Esperanza	1 AB-A-M-F	0,29a	0,43a	0,050a	1,26a	0,0035a	0,37a	2,40a
	2 AB-L-M	0,28a	0,09a	0,050a	1,30a	0,0034a	0,46a	2,18a
	3 AB-C-P	0,28a	0,09a	0,051a	1,02a	0,0032a	0,44a	1,88a
	CV (%)	41,47	315,05	0,00	97,65	0,00	27,06	71,27
	EE*	0,04	0,20	0,00	0,37	0,00	0,04	0,49
La Playa	1 R-A-F	0,62a	0,09b	0,05a	0,52a	0,0039a	0,29a	1,57a
	2 R-A-M	0,33a	0,09b	0,05a	0,77a	0,0037a	0,25a	1,48a
	3 R-B-M	0,46a	0,34a	0,05a	0,62a	0,0087a	0,29a	1,76a
	CV (%)	99,59	127,95	0,00	79,57	0,00	32,80	56,33
	EE*	0,15	0,07	0,00	0,16	0,00	0,03	0,29
Mutiscua	1 AL-Mo-TA	0,40a	0,35a	0,05a	0,92a	0,005a	0,14b	1,86a
	2 AL-CI-M	0,48a	0,14a	0,05a	1,14a	0,005a	0,19a	2,00a
	3 AL-CI-Z	0,40a	0,08a	0,05a	0,43a	0,004a	0,17ab	1,13a
	CV (%)	60,95	203,41	0,00	87,40	0,00	27,05	57,05
	EE*	0,08	0,12	0,00	0,23	0,00	0,01	0,30
Ocaña	1 NC-A-M	0,33a	0,18a	0,09a	2,34a	0,011a	0,25a	3,20a
	2 NC-C P	0,36a	0,09a	0,05a	0,44c	0,004a	0,28a	1,22b
	3 NC-A-F	0,44a	0,13a	0,06a	1,52b	0,020a	0,23a	2,41a
	CV (%)	48,23	99,03	67,08	51,55	0,00	32,77	35,45
	EE*	0,06	0,04	0,01	0,23	0,00	0,03	0,25

CE: Cedro	**R: Roble**	**Z: Zanahoria**
L: Limón	**B: Brevo**	**NC: Nogal Cafetero**

M: Maíz Mo= mora	**AL: Aliso**	**P: Platano**
C: Cacao	**TA: Tomate de árbol**	**A: Aguacate**
AB: Abarco	**CI: Ciruelo**	**F: Frijol**

Fuente: Elaboración propia.
*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

Para los elementos agroquímicos en el agua no se observó diferencia estadística dentro de los modelos agroecológicos de Arboledas, de Convención, de Esperanza, la Playa y Mutiscua, pero si en el municipio de Ocaña para el caso del boro tuvo mayor concentración de 0,33 ppm para el modelo del nogal cafetero-cacao-plátano (NC-C-P) con diferencia estadística con el modelo nogal cafetero-aguacate-frijol (NC-A-F) con 0,019 ppm, aunque modelos de otros municipios tuvieron niveles similares o inferiores relativamente a estos (Tabla 20). Se estimaron valores de coeficientes de variación superiores a 40% para el Fe, el Mg y el Zn en varios de los análisis de varianzas realizados.

Tabla 20. Resultados del ANOVA para los Elementos Agroquímicos en los diferentes modelos por municipios del proyecto.

	Modelo	ELEMENTOS AGROQUIMICOS				
		Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm	B ppm
Arboledas	1 CE-L-M	0,22a	0,03a	0,02a	0,33a	0,09a
	2 CE-A-M	1,03a	0,03a	0,02a	0,21a	0,10a
	3 CE-A-F	0,24a	0,03a	0,02a	0,27a	0,10a
	CV (%)	282,11	0,00	0,00	114,80	57,05
	EE*	0,44	0,00	0,00	0,10	0,02
Convención	1 CE-L-M	1,44a	0,11a	0,03a	0,21a	0,21a
	2 CE-A-M/F	2,62a	0,16a	0,03a	0,21a	0,19a
	3 CE-C-P	0,61a	0,11a	0,03a	0,19a	0,19a
	CV (%)	185,98	85,12	0,00	92,57	56,18
	EE*	0,92	0,03	0,00	0,06	0,03
La Esperanza	1 AB-A-M-F	1,08a	0,12a	0,03a	0,14a	0,24a
	2 AB-L-M	1,01a	0,12a	0,03a	0,14a	0,27a
	3 AB-C-P	0,75a	0,13a	0,02a	0,10a	0,25a
	CV (%)	78,23	77,13	0,00	88,58	35,31
	EE*	0,23	0,03	0,00	0,03	0,03
La Playa	1 R-A-F	1,41a	0,26a	0,026a	0,29a	0,18a
	2 R-A-M	12,76a	0,16a	0,022a	0,30a	0,20a
	3 R-B-M	1,26a	0,16a	0,023a	0,25a	0,19a
	CV (%)	64,93	0,68	0,00	0,75	1,93
	EE*	6,63	0,09	0,00	0,09	0,05

Mutiscua	1 AL-Mo-TA	0,17a	0,034b	0,023a	0,62a	0,08a
	2 AL-CI-M	1,98a	0,059a	0,024a	0,60a	0,09a
	3 AL-CI-Z	0,16a	0,038ab	0,026a	0,62a	0,07a
	CV (%)	420,89	0,00	0,00	0,00	79,72
	EE*	1,03	0,00	0,00	0,00	0,02
Ocaña	1 NC-A-M	0,64a	0,10a	0,025a	0,81a	0,27ab
	2 NC-C P	1,08a	0,08a	0,028a	0,18a	0,33a
	3 NC-A-F	4,09a	0,16a	0,027a	0,13a	0,19b
	CV (%)	265,66	132,54	0,00	287,11	37,97
	EE*	1,63	0,05	0,00	0,34	0,03

CE: Cedro	R: Roble	Z: Zanahoria
L: Limón	B: Brevo	NC: Nogal Cafetero
M: Maíz Mo= mora	AL: Aliso	P: Platano
C: Cacao	TA: Tomate de árbol	A: Aguacate
AB: Abarco	CI: Ciruelo	F: Frijol

Fuente: elaboración propia

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

Las variables de dureza total, pH, conductibilidad eléctrica y relación de absorción de sodio (RAS) no presentaron diferencia estadística entre los modelos agroecológicos en los municipios de Arboledas y La Playa, pero si entre estos en los municipios de Convención, de Esperanza, Mutiscua y Ocaña También de forma general pueden observarse valores de coeficientes de variación superiores a 40% para muchas variables en los análisis de varianzas realizados (Tabla 21).

Tabla 21. Resultados del ANOVA para la dureza del agua en los diferentes modelos por municipios del proyecto.

	Modelo	Dureza del Agua			
		Dureza Total (mg/L) ($CaCO_3$)	pH	C.E. (mS/cm)	RAS
Arboledas	1 CE-L-M	49,55a	7,83a	0,15a	0,40a
	2 CE-A-M	74,55a	7,64a	0,20a	0,40a
	3 CE-A-F	36,85a	7,71a	0,11a	0,42a
	CV (%)	83,35	2,95	80,31	54,98
	EE*	14,14	0,07	0,04	0,07
Convención	1 CE-L-M	20,00b	7,83a	0,09b	0,47a
	2 CE-A-M/F	32,30ab	8,04a	0,12ab	0,51a
	3 CE-C-P	67,70a	7,58a	0,20a	0,53a
	CV (%)	100,56	7,96	74,46	50,17
	EE*	12,72	0,20	0,03	0,08
La Esp era	1 AB-A-M-F	71,90a	7,25b	0,31a	0,65a
	2 AB-L-M	64,70a	7,55ab	0,24a	0,75a

	3 AB-C-P	45,30a	8,14a	0,19a	0,80a
	CV (%)	93,15	10,06	105,86	51,87
	EE*	17,86	0,24	0,08	0,12
La Playa	1 R-A-F	32,3a	7,88a	0,16a	0,95a
	2 R-A-M	42,3a	7,58a	0,16a	0,77a
	3 R-B-M	35,5a	7,58a	0,18a	1,10a
	CV (%)	90,41	6,09	81,31	33,69
	EE*	10,49	0,15	0,04	0,10
Mutiscua	1 AL-Mo-TA	75,1a	7,99a	0,18a	0,24a
	2 AL-CI-M	83,8a	7,73b	0,22a	0,33a
	3 AL-CI-Z	24,6a	7,93ab	0,09a	0,37a
	CV (%)	105,71	3,00	85,26	43,99
	EE*	20,45	0,07	0,04	0,04
Ocaña	1 NC-A-M	155,8a	7,92a	0,39a	0,38a
	2 NC-C P	24,3c	7,96a	0,10b	0,76a
	3 NC-A-F	86,4b	7,79a	0,28a	0,82a
	CV (%)	60,42	3,23	46,04	69,62
	EE*	16,97	0,08	0,04	0,14

CE: Cedro	**R: Roble**	**Z: Zanahoria**
L: Limón	**B: Brevo**	**NC: Nogal Cafetero**
M: Maíz Mo= mora	**AL: Aliso**	**P: Platano**
C: Cacao	**TA: Tomate de árbol**	**A: Aguacate**
AB: Abarco	**CI: Ciruelo**	**F: Frijol**

Fuente: Elaboración propia.

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

En Convención la CE en fue mayor en el modelo cedro-limón-maíz (CE-L-M) con relación al modelo cedro-limón-maíz (CE-A- M/F), aunque con valores dentro del rango permisible para el agua de riego.

En la Esperanza el pH fue más alto desde el punto de vista estadístico para los suelos de las fincas del modelo agroecológico abarco-caco-plátano (AB-C-P) con 8,14 con relación al modelo abarco-aguacate-maiz/frijol (AB-A-M/F). El pH por encima de 8 no es considerado normal para el agua de riego por el Servicio de Información Agrario de Murcia (SIAM, 2019).

En Mutiscua el pH fue más alto desde el punto de vista estadístico (7,99) para los suelos de las fincas del modelo agroecológico aliso-mora-tomate de árbol (AL-Mo-TA) con relación al modelo aliso-ciruelo-maíz (AL-CI-M).

En Ocaña la dureza del agua fue mayor para el modelo agroecológico nogal cafetero-aguacate-maíz (NC-A-M) (155,8 mg/L) y menor para el modelo nogal cafetero-cacao-plátano (NC-C-P). Canovas (1986) considera que las aguas de riego con mas de 54 mg/L de $CaCO_3$ como muy dura, de 32 a 54 moderadamente dura y de 22 a 32 como medianamente dura, encontrándose en la categoría de muy dura el agua del modelo nogal cafetero-aguacate-maíz y medianamente dura la del nogal cafetero-cacao-plátano.

En Ocaña la CE se presentó más elevada para los modelos agroecológicos nogal cafetero-aguacate-maíz (NC-A-M) y nogal cafetero-aguacate-frijol (NC-A-F) con relación al de nogal cafetero-cacao-plátano (NC-C-P), aunque siembre dentro de los rangos permisibles.

El resultado de los ANOVAs para la concentración de aniones y cationes en agua para la interacción ModeloxFinca en el municipio Arboledas solo reflejó diferencia estadística para el Mg en el modelo agroecológico 3 cedro-aguacate-frijol (CE-A-F) (Tabla 22), donde la finca del usuario 5 (Jean Alexander Rojas) tuvo diferencia estadística con el usuario 4 (José Adalberto Rondón) multiplicado más de siete veces el valor del último.

modelo	Finca	Cationes						Aniones						
		Na (meq /L)	K (meq /L)	Ca (meq /L)	Mg (meq /L)	NH_4 (meq /L)	SUMA TOTAL (meq /L)	Cl^- (meq /L)	SO_4 (meq /L)	CO_3 (meq /L)	HCO_3 (meq/ L))	NO_3 (meq /L)	PO_4 (meq /L)	SUMA TOTAL (meq /L)
Modelo 1	1	0,39 abc	0,05 a	1,64 a	0,39 ab	0,02 a	2,49 a	0,26 a	0,52 a	0,05 a	1,63a	0,00 5a	0,22 a	2,67 a
	2	0,38 abc	0,03 a	0,96 a	0,34 ab	0,05 a	1,76 a	0,58 a	0,12 a	0,05 a	1,30a	0,01 2a	0,25 a	2,31 a
	3	0,17 bc	0,02 a	0,19 a	0,09 ab	0,05 a	0,51 a	0,26 a	0,08 a	0,05 a	0,25a	0,01 7a	0,18 a	0,83 a
	4	0,14 bc	0,01 a	0,91 a	0,20 ab	0,03 a	1,28 a	0,76 a	0,09 a	0,05 a	0,68a	0,03 2a	0,10 a	1,70 a
	5	0,16 bc	0,02 a	0,17 a	0,09 ab	0,03 a	0,47 a	0,14 a	0,09 a	0,05 a	0,05a	0,03 0a	0,21 a	0,56 a
Modelo 2	1	0,11c	0,02 a	0,38 a	0,08 ab	0,05 a	0,63 a	0,06 a	0,14 a	0,05 a	0,30a	0,03 0a	0,12 a	0,70 a
	2	0,25 bc	0,02 a	1,28 a	0,30 ab	0,04 a	1,88 a	0,18 a	0,69 a	0,06 a	0,85a	0,04 0a	0,19 a	2,00 a
	3	0,28 abc	0,02 a	1,75 a	0,42 ab	0,04 a	2,49 a	0,32 a	0,37 a	0,05 a	1,35a	0,06 5a	0,20 a	2,35 a
	4	0,64 a	0,05 a	1,89 a	0,31 ab	0,03 a	2,92 a	0,66 a	0,26 a	0,05 a	1,85a	0,00 5a	0,21 a	3,03 a
	5	0,13 bc	0,01 a	0,88 a	0,20 ab	0,03 a	1,24 a	0,62 a	0,09 a	0,05 a	0,65a	0,02 8a	0,09 a	1,53 a
Modelo 3	1	0,24 bc	0,02 a	0,39 a	0,12 ab	0,03 a	0,79 a	0,44 a	0,08 a	0,05 a	0,55a	0,00 4a	0,24 a	1,35 a
	2	0,12 bc	0,01 a	0,21 a	0,04 b	0,03 a	0,40 a	0,14 a	0,09 a	0,05 a	0,10a	0,02 0a	0,14 a	0,54 a
	3	0,16 bc	0,01 a	0,40 a	0,17 ab	0,03 a	0,77 a	0,24 a	0,07 a	0,05 a	0,45a	0,01 7a	0,15 a	0,98 a
	4	0,16 bc	0,02 a	0,17 a	0,07 b	0,03 a	0,44 a	0,16 a	0,09 a	0,05 a	0,05a	0,02 5a	0,20 a	0,57 a
	5	0,48 ab	0,06 a	1,56 a	0,58 a	0,03 a	2,70 a	0,56 a	0,62 a	0,05 a	1,10a	0,01 0a	0,22 a	2,56 a
CV (%)		84,64	37,7 0	0,00	73,9 4	56,5 5	0,00	49,9 9	74,8 1	119, 13	0,00	70,9 3	0,00	24,8 8
EE*		0,33	0,07	0,00	0,44	0,09	0,00	0,49	0,19	0,19	0,00	0,37	0,00	0,03

Tabla 22. Resultados del ANOVA de los cationes y aniones del agua para las interacciones ModeloxFinca en el municipio Arboledas

Finca	Modelo 1 CE-L-M	finca	Modelo 2 CE-A-M	Finca	Modelo 3 CE-A-F
1	Gerardo Esteban Leal	1	Obdulio Tuta	1	Alba Ardila de Cadena
2	Nelsy Gelvez	2	Javier Ardila	2	Andres Uribe
3	Jesus Agustin Laguado	3	Hermes Contreras	3	Ana de Jesus Laguado
4	Francisco Mogollon	4	Jimmy Corredor	4	José Adalberto Rondón
5	Luis Miguel Jaimes	5	Diego Fernando Marciales	5	Jean Alexander Rojas

Fuente: Elaboración propia.

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

A pesar de no observarse diferencia estadística entre las fincas y modelos para la suma total de aniones hay cinco fincas repartidas en los tres modelos de este municipio por encima de 2,50 meq / L que según refieren Tartabull y Betancourt (2016), no es favorable porque indica peligrosidad sódica.

Las variables que tienen que ver con los elementos químicos y la dureza del agua no presentaron diferencia estadística para las interacciones ModeloxFinca en el municipio Arboledas con la excepción de la CE, aunque pudieron observarse valores de coeficientes de variación superiores a 40% alguna de las variables en los análisis de varianzas realizados (Tabla 23). Además, en una finca se observó pH superior a 8, considerado no normal para el agua de riego por el Servicio de Información Agrario de Murcia (SIAM, 2019).

Tabla 23. Resultados del ANOVA de los elementos agroquímicos y dureza del agua para las interacciones ModeloxFinca en el municipio Arboledas.

modelo	Finca	Elementos químicos					Dureza del agua			
		Fe Ppm	Mn Ppm	Cu Ppm	Zn Ppm	B Ppm	Dureza Total (mg/L) (CaCO3)	PH	C.E. (mS/cm)	RAS
Modelo 1	1	0,25a	0,04a	0,02a	0,63a	0,08a	101,00a	7,85a	0,32abc	0,39a
	2	0,12a	0,05a	0,03a	0,35a	0,13a	65,00a	7,79a	0,22abcd	0,48a
	3	0,26a	0,03a	0,01a	0,34a	0,12a	13,50a	7,86a	0,03d	0,50a
	4	0,20a	0,03a	0,03a	0,34a	0,05a	55,00a	7,64a	0,14abcd	0,19a
	5	0,26a	0,02a	0,01a	0,02a	0,10a	13,25a	8,04a	0,04cd	0,46a
Modelo 2	1	4,02a	0,05a	0,02a	0,02a	0,08a	23,00a	7,77a	0,08bcd	0,32a
	2	0,40a	0,03a	0,02a	0,02a	0,08a	78,50a	7,72a	0,19abcd	0,50a
	3	0,37a	0,02a	0,03a	0,04a	0,16a	108,00a	7,77a	0,22abcd	0,27a
	4	0,16a	0,04a	0,03a	0,66a	0,05a	109,50a	7,49a	0,37a	0,75a
	5	0,20a	0,03a	0,02a	0,33a	0,13a	53,75a	7,45a	0,15abcd	0,19a
Modelo	1	0,14a	0,04a	0,02a	0,62a	0,04a	25,50a	7,86a	0,06bcd	0,48a

	2	0,45a	0,02a	0,02a	0,02a	0,11a	12,00a	7,72a	0,04cd	0,39a
	3	0,19a	0,03a	0,02a	0,34a	0,09a	28,50a	7,43a	0,09abcd	0,29a
	4	0,26a	0,02a	0,02a	0,04a	0,14a	11,75a	7,85a	0,05bcd	0,46a
	5	0,15a	0,04a	0,02a	0,34a	0,11a	106,50a	7,67a	0,32ab	0,47a
CV (%)		177,39	84,82	0,00	0,00	100,26	65,88	67,10	3,01	46,37
EE*		0,99	0,00	0,00	0,19	0,04	25,46	0,16	0,05	0,16

Finca	Modelo 1 CE-L-M	finca	Modelo 2 CE-A-M	Finca	Modelo 3 CE-A-F
1	Gerardo Esteban Leal	1	Obdulio Tuta	1	Alba Ardila de Cadena
2	Nelsy Gelvez	2	Javier Ardila	2	Andres Uribe
3	Jesus Agustin Laguado	3	Hermes Contreras	3	Ana de Jesus Laguado
4	Francisco Mogollon	4	Jimmy Corredor	4	José Adalberto Rondón
5	Luis Miguel Jaimes	5	Diego Fernando Marciales	5	Jean Alexander Rojas

Fuente: elaboración propia

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

A pesar de observarse valores de CE relativamente altos en las fincas del Modelo 1 (CE-L-M) y del 2 (CE-A-M), las fincas no se diferenciaron entre ellas, aunque sí en el modelo 3 (CE-A-F), donde fue más alta la CE en la finca del usuario 5 (Jean Alexander Rojas) en relación a la del usuario 3 (Ana de Jesus Laguado).

El resultado de los ANOVAs para la concentración de aniones y cationes en agua para la interacción ModeloxFinca en el municipio Convención reflejó diferencia estadística para los cationes Na, K, Ca, Mg y la suma total y para los aniones HCO_3, PO_4 y la suma total (Tabla 24).

Tabla 24. Resultados del ANOVA de los cationes y aniones del agua para las interacciones ModeloxFinca en el municipio Convención

modelo	Finca	Cationes						Aniones						
		Na (meq / L)	K ((meq / L)	Ca (meq / L)	Mg (meq /L)	NH_4 (meq /L)	SUMA TOTAL (meq/ L)	Cl^- (meq / L)	SO_4 (meq / L)	CO_3 (meq / L)	HCO_3 (meq / L)	NO_3 (meq / L)	PO_4 (meq / L)	SUMA TOTAL (meq/L)
Modelo 1	1	0,25ab	0,07bc	0,40bc	0,20ab	0,05a	0,95bcd	0,32a	0,08a	NPSH	0,50ab	0,004a	0,33ab	1,28ab
	2	0,05b	0,02c	0,08c	0,05b	0,03a	0,22d	0,54a	0,09a	NPSH	0,10b	0,003a	0,11e	0,89ab
	3	0,35ab	0,14a	0,44bc	0,19ab	0,04a	1,15bcd	0,28a	0,09a	NPSH	0,58ab	0,003a	0,36ab	1,36ab
	4	0,09ab	0,03bc	0,08c	0,05b	0,04a	0,28d	0,16a	0,09a	NPSH	0,10b	0,003a	0,13e	0,53b

	5	0,31ab	0,04bc	0,30c	0,26ab	0,03a	0,93bcd	0,36a	0,06a	NPSH	0,53ab	0,004a	0,32ab	1,32ab
Modelo 2	1	0,11ab	0,01c	0,11c	0,11ab	0,05a	0,37d	0,36a	0,08a	NPSH	0,10b	0,004a	0,20de	0,79ab
	2	0,17ab	0,06bc	0,09c	0,05b	0,02a	0,38d	0,34a	0,09a	NPSH	0,10b	0,003a	0,28bcd	0,86ab
	3	0,16ab	0,03bc	0,18c	0,09b	0,05a	0,50d	0,14a	0,06a	NPSH	0,20b	0,004a	0,23cd	0,69b
	4	0,34ab	0,07abc	1,72a	0,56ab	0,04a	2,72ab	0,26a	0,07a	NPSH	1,75ab	0,003a	0,34ab	2,47ab
	5	0,33ab	0,03bc	0,23c	0,13ab	0,04a	0,76cd	0,38a	0,09a	NPSH	0,35b	0,004a	0,37ab	1,24ab
Modelo 3	1	0,33ab	0,07bc	0,17c	0,11ab	0,03a	0,70cd	0,28a	0,08a	NPSH	0,30b	0,004a	0,39a	1,11ab
	2	0,53a	0,07bc	1,68a	0,79a	0,02a	3,08a	0,24a	0,09a	NPSH	2,05a	0,004a	0,31abc	2,74a
	3	0,32ab	0,05bc	0,20c	0,12ab	0,05a	0,73cd	0,42a	0,09a	NPSH	0,25b	0,004a	0,29bc	1,10ab
	4	0,18ab	0,06bc	1,33ab	0,38ab	0,03a	1,97abcd	0,18a	0,08a	NPSH	1,25ab	0,004a	0,23cd	1,80ab
	5	0,34ab	0,09ab	1,56a	0,45ab	0,06a	2,49abc	0,26a	0,08a	NPSH	1,55ab	0,004a	0,31abc	2,25ab
CV (%)		84,64	46,52	0,00	43,07	75,57	0,00	41,96	78,53	0,00	0,00	65,06	0,00	0,00
EE*		0,33	0,08	0,00	0,17	0,12	0,00	0,34	0,17	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00

Finca	Modelo 1 CE-L-M	finca	Modelo 2 CE-A-M/F	Finca	Modelo 3 CE-C-P
1	Ciro Alfonso Guerrero	1	Luciano Plata	1	María Del Carmen Trujillo
2	Luis José Torres	2	Luz Marina Romero	2	Sandrid Torcoroma Delgado
3	Reinaldo Pacheco	3	Celino Coronel	3	Eduardo Campo
4	Luis Javier Aro	4	Eliodoro Guevara	4	Geovany Rojas
5	María Isabel Muñoz	5	Elicenia Noriega	5	Reinaldo Barranco

NPSH: No presenta subconjunto de homogeneidad.
*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

La concentración de Na fue menor para el usuario 2 del modelo 1 (Luis José Torres) y mayor para la finca del usuario 2 del modelo 3 (Sandrid Torcoroma Delgado) con diferencia estadística entre las fincas de ambos modelos.
La concentración de K fue extremadamente baja en algunas fincas como la 2 del modelo 1 (usuario Luis José Torres) (0,01 meq / L) y la 1 del modelo 2 (usuario Luciano Plata) con

diferencia estadística con la finca 3 del propio Modelo 1 (0,14 meq / L) (usuario Reinaldo Pacheco) y la 5 del modelo 3 (usuario Reinaldo Barranco).
La concentración de Ca, presentó los mayores valores en dos fincas del modelo 3 que tuvieron diferencia estadística con una finca del mismo modelo y con las de otros modelos, mientras que la concentración de Mg fue mayor para la finca 2 del modelo 3 (2,72 meq / L) que se diferenció de otras del propio modelo y los otros dos con un mínimo de 0,22 meq / L).
El anión de HCO_3 resultó mayor para la finca 2 del modelo 3 la (usuario Sandrid Torcoroma Delgado) que se diferenció de la finca 3 del propio modelo y de algunas del resto de los modelos.
La concentración de PO_4 fue mayor para la finca 1 del modelo 3 que se diferenció de otras fincas del propio modelo y de algunas fincas del modelo 1, mientras que la suma total de aniones en agua (2,74 meq / L) fue mayor para la finca 2 del modelo 3 que se diferenció solo con la finca 4 del modelo 1.

Las variables que tienen que ver con los elementos químicos y la dureza del agua no presentaron diferencia estadística para las interacciones ModeloxFinca en el municipio Convención con la excepción de la concentración de B, la dureza total la CE y el RAS (Tabla 14). Además, en ocho fincas se observaron pH superiores a 8 considerado no normal para el agua de riego por el Servicio de Información Agrario de Murcia (SIAM, 2019).

Tabla 25. Resultados del ANOVA de los elementos agroquímicos y dureza del agua para las interacciones ModeloxFinca en el municipio Convención.

modelo	Finca	Elementos químicos					Dureza del agua			
		Fe Ppm	Mn Ppm	Cu Ppm	Zn Ppm	B Ppm	Dureza Total (mg/L) (CaCO3)	PH	C.E. (mS/cm)	RAS
Modelo 1	1	1,43a	0,12a	0,03a	0,20a	0,45a	29,50bcd	7,06a	0,12abc	0,48ab
	2	0,91a	0,18a	0,03a	0,17a	0,16ab	6,50d	8,24a	0,04c	0,17b
	3	3,56a	0,12a	0,04a	0,22a	0,21ab	31,00bcd	8,13a	0,14abc	0,63ab
	4	0,78a	0,11a	0,03a	0,22a	0,14ab	5,00d	7,85a	0,04c	0,37ab
	5	0,54a	0,05a	0,03a	0,25a	0,09b	28,00bcd	7,88a	0,11abc	0,69ab
Modelo 2	1	1,16a	0,09a	0,03a	0,23a	0,22ab	10,50cd	8,08a	0,05c	0,32ab
	2	1,36a	0,17a	0,03a	0,18a	0,17ab	7,00d	8,23a	0,06c	0,74ab
	3	8,88a	0,37a	0,03a	0,18a	0,21ab	13,00cd	8,07a	0,07c	0,43ab
	4	0,80a	0,12a	0,03a	0,24a	0,10b	113,00a	7,77a	0,32ab	0,32ab
	5	0,91a	0,07a	0,02a	0,24a	0,25ab	18,00cd	8,07a	0,10abc	0,74ab
Modelo 3	1	0,37a	0,11a	0,05a	0,23a	0,13ab	13,50cd	6,99a	0,09bc	0,87a
	2	0,98a	0,13a	0,03a	0,24a	0,24ab	123,50a	6,97a	0,33a	0,45ab
	3	0,08a	0,10a	0,03a	0,03a	0,20ab	15,50cd	8,10a	0,09bc	0,80a
	4	0,46a	0,17a	0,03a	0,22a	0,23ab	85,50abc	8,00a	0,24abc	0,20b
	5	1,18a	0,06a	0,03a	0,22a	0,16ab	100,50ab	7,86a	0,26abc	0,33ab
CV (%)		177,39	85,14	0,00	120,19	45,87	48,18	8,09	47,08	28,96
EE*		1,95	0,08	0,00	0,17	0,06	13,63	0,45	0,04	0,10

Finca	Modelo 1 CE-L-M	finca	Modelo 2 CE-A-M/F	Finca	Modelo 3 CE-C-P
1	Ciro Alfonso Guerrero	1	Luciano Plata	1	María Del Carmen Trujillo
2	Luis José Torres	2	Luz Marina Romero	2	Sandrid Torcoroma Delgado
3	Reinaldo Pacheco	3	Celino Coronel	3	Eduardo Campo
4	Luis Javier Aro	4	Eliodoro Guevara	4	Geovany Rojas
5	María Isabel Muñoz	5	Elicenia Noriega	5	Reinaldo Barranco

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

La concentración de boro fue mayor para la finca 1 del modelo agroecológico 1 aunque con un valor 0,45 ppm, el cual se diferenció de la finca 5 del propio modelo y de otras de otros modelos. Esta concentración de B puede ser perjudicial para cultivos sensibles (Fertilab, 2019).

La dureza del agua fue mayor para las fincas 2 del modelo 3 (CE-C-P) (123,50 mg/L de $CaCO_3$) y 4 del modelo 2 (CE-A-M/F) (113,00 mg/L) con diferencia estadística con fincas en estos propios modelos y con algunas del modelo 1. Las aguas de estas fincas de mayores valores son consideradas como muy duras por Canovas (1986), pero coexisten otras que se clasifican como muy blandas ≤ 7 mg/L, lo que da una idea de la variabilidad de la dureza del agua en este municipio y dentro de fincas del mismo modelo.

Los valores de la CE fueron relativamente más altos en las fincas 2 del modelo 3 y 4 del modelo 2, con diferencia con las fincas 1 y 3 del modelo 3 y otras de los modelos 2 y 1. El RAS alcanzó un valor de 0,87 en la finca 1 del modelo agroecológico 3 y 0,80 en la finca 3 del mismo modelo, con diferencia estadística con la finca 4 del modelo 3 y la finca 2 del modelo 1.

El resultado de los ANOVAs para la concentración de aniones y cationes en agua para la interacción ModeloxFinca en el municipio La Esperanza no evidenció diferencia estadística para ninguna de las variables en estudio (Tabla 26), reflejándose en la mayoría de los casos coeficientes de variación superiores al 40%.

Tabla 26. Resultados del ANOVA de los cationes y aniones del agua para las interacciones ModeloxFinca en el municipio La Esperanza.

modelo	Finca	Cationes						Aniones						
		Na	K	Ca	Mg	NH_4	SUMA TOTAL	Cl^-	SO_4	CO_3	HCO_3	NO_3	PO_4	SUMA TOTAL
		(meq / L)												
Modelo	1	1,31a	0,07a	0,84a	1,82a	0,03a	4,07a	0,26a	1,82a	0,05a	2,05a	0,003a	0,46a	4,63a
	2	0,26a	0,08a	0,64a	0,30a	0,03a	1,30a	0,32a	0,10a	0,05a	0,93a	0,005a	0,30a	1,70a

	3	0,26a	0,09a	0,78a	0,31a	0,04a	1,47a	0,22a	0,08a	0,05a	0,90a	0,004a	0,30a	1,55a
	4	0,78a	0,05a	0,74a	0,91a	0,02a	2,50a	0,28a	0,09a	0,05a	1,65a	0,003a	0,41a	2,47a
	5	0,39a	0,04a	0,47a	0,36a	0,04a	1,29a	0,36a	0,08a	0,05a	0,75a	0,004a	0,41a	1,65a
Modelo 2	1	0,74a	0,09a	0,76	0,63a	0,04a	2,26a	0,36a	0,09a	0,05a	1,45a	0,004a	0,36a	2,32a
	2	0,30a	0,04a	0,16a	0,12a	0,04a	0,65a	0,20a	0,08a	0,05a	0,25a	0,003a	0,47a	1,05a
	3	0,89a	0,16a	1,91a	0,96a	0,04a	3,95a	0,38a	0,10a	0,05a	2,75a	0,003a	0,47a	3,75a
	4	0,68a	0,05a	0,77a	0,72a	0,02a	2,23a	0,20a	0,09a	0,05a	1,55a	0,005a	0,43a	2,32a
	5	0,33a	0,04a	0,23a	0,23a	0,04a	0,86a	0,28a	0,08a	0,05a	0,50a	0,004a	0,56a	1,47a
Modelo 3	1	0,50a	0,05a	0,48a	0,50a	0,04a	1,55a	0,24a	0,08a	0,06a	1,15a	0,004a	0,48a	2,01a
	2	0,81a	0,14a	1,85a	0,26a	0,03a	3,08a	0,22a	0,09a	0,05a	2,45a	0,004a	0,39a	3,20a
	3	0,26a	0,08a	0,70a	0,30a	0,03a	1,37a	0,26a	0,09a	0,05a	0,85a	0,003a	0,30a	1,55a
	4	0,35a	0,04a	0,12a	0,08a	0,05a	0,63a	0,36a	0,09a	0,05a	0,35a	0,003a	0,52a	1,37a
	5	0,35a	0,04a	0,16a	0,11a	0,06a	0,71a	0,34a	0,08a	0,05a	0,30a	0,003a	0,50a	1,27a
CV (%)		84,64	64,50	88,99	113,26	0,00	82,49	45,70	215,44	0,00	96,99	0,00	27,06	72,44
EE*		0,33	0,03	0,44	0,40	0,00	1,08	0,09	0,45	0,00	0,82	0,00	0,08	1,10

Finca	Modelo 1 AB-A-M-F	finca	Modelo 2 AB-L-M	Finca	Modelo 3 AB-C-P
1	Pedro Maria Salcedo	1	Griseldina Rozo	1	Maria Belen Pabón
2	Angel Maria Cortes	2	Jesús Anibal Uscategui	2	Raquel Ortiz
3	Luis Alberto Palomino	3	Carmen Mateo Luna	3	Jairo Castro
4	Oscar Acevedo	4	Orlando Rubio	4	Jorge Gutiérrez
5	Juan Carlos Vargas	5	Milady Contreras	5	Jose Belén Rodríguez

Fuente: elaboración propia

*. Letras iguales en las columnas no difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

Las variables referidas con los elementos químicos y la dureza del agua no presentaron diferencia estadística para las interacciones ModeloxFinca en el municipio La Esperanza (Tabla 27 y aunque sin diferencia estadística en siete fincas se observaron pH superiores a 8 considerado no normal para el agua de riego por el Servicio de Información Agrario de Murcia (SIAM, 2019).

Tabla 27. Resultados del ANOVA de los elementos agroquímicos y dureza del agua para las interacciones ModeloxFinca en el municipio La Esperanza.

modelo	Finca	Elementos químicos					Dureza del agua			
		Fe Ppm	Mn Ppm	Cu Ppm	Zn Ppm	B Ppm	Dureza Total (mg/L) (CaCO3)	PH	C.E. (mS/cm)	RAS
Modelo 1	1	1,48a	0,20a	0,02a	0,16a	0,22a	133,00a	7,08a	0,75a	1,12a
	2	1,35a	0,11a	0,03a	0,14a	0,15a	47,50a	7,10a	0,17a	0,38a
	3	0,77a	0,05a	0,03a	0,11a	0,26a	54,50a	6,73a	0,18a	0,34a
	4	1,19a	0,18a	0,03a	0,17a	0,36a	83,00a	7,07a	0,32a	0,87a
	5	0,63a	0,08a	0,03a	0,13a	0,20a	41,50a	8,30a	0,16a	0,56a
Modelo 2	1	0,57a	0,08a	0,03a	0,15a	0,26a	69,50a	8,16a	0,27a	0,83a
	2	2,08a	0,16a	0,04a	0,18a	0,24a	14,00a	7,20a	0,09a	0,80a
	3	0,64a	0,25a	0,04a	0,09a	0,33a	143,00a	8,11a	0,43a	0,67a
	4	0,77a	0,06a	0,03a	0,12a	0,30a	74,00a	7,11a	0,29a	0,80a
	5	1,02a	0,05a	0,03a	0,15a	0,24a	23,00a	7,17a	0,11a	0,68a
Modelo 3	1	1,20a	0,11a	0,03a	0,13a	0,34a	48,50a	8,23a	0,21a	0,84a
	2	0,41a	0,23a	0,03a	0,13a	0,23a	105,00a	8,15a	0,42a	0,71a
	3	0,41a	0,11a	0,03a	0,09a	0,21a	50,00a	7,92a	0,18a	0,36a
	4	0,83a	0,12a	0,02a	0,06a	0,22a	9,50a	8,18a	0,08a	1,19a
	5	0,92a	0,10a	0,03a	0,07a	0,27a	13,50a	8,23a	0,09a	0,93a
CV (%)		177,39	85,04	72,72	0,00	114,36	37,45	87,16	11,01	105,86
EE*		0,99	0,57	0,06	0,00	0,10	0,07	37,37	0,60	0,18

Finca	Modelo 1 AB-A-M-F	finca	Modelo 2 AB-L-M	Finca	Modelo 3 AB-C-P
1	Pedro Maria Salcedo	1	Griseldina Rozo	1	Maria Belen Pabón
2	Angel Maria Cortes	2	Jesús Anibal Uscategui	2	Raquel Ortiz
3	Luis Alberto Palomino	3	Carmen Mateo Luna	3	Jairo Castro
4	Oscar Acevedo	4	Orlando Rubio	4	Jorge Gutiérrez
5	Juan Carlos Vargas	5	Milady Contreras	5	Jose Belén Rodríguez

Fuente: elaboración propia

*. Letras iguales en las columnas no difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

Aunque las aguas de las fincas no se diferenciaron en cuanto a la concentración de B, algunas fincas presentaron valores superiores a 0,33 ppm, que puede ser perjudiciales para cultivos sensibles (Fertilab, 2019).

El resultado de los ANOVAs para la concentración de aniones y cationes en agua para la interacción ModeloxFinca en el municipio La Playa reflejó diferencia estadística para los cationes Na, Ca y Mg y para los aniones Cl^- , HCO_3, PO_4 y la suma total de aniones (Tabla 27).

Tabla 27. Resultados del ANOVA de los Cationes y Aniones del Agua para las interacciones ModeloxFinca en el municipio La Playa.

modelo	Finca	Cationes						Aniones						
		Na	K	Ca	Mg	NH_4	SUMA TOTAL	Cl^-	SO_4	CO_3	HCO_3	NO_3	PO_4	SUMA TOTAL
		(meq / L)												
Modelo 1	1	0,21d	0,09a	0,28cd	0,24d	0,04a	0,85ef	0,16b	0,09a	NPSH	0,60cde	0,006a	0,18ab	1,09ef
	2	1,56a	0,14a	1,11a	0,94a	0,02a	3,76a	1,94a	0,08a	NPSH	1,25ab	0,004a	0,29ab	3,61a
	3	0,30d	0,05a	0,15d	0,07e	0,04a	0,59f	0,32b	0,09a	NPSH	0,33de	0,004a	0,38a	1,16ef
	4	0,26d	0,04a	0,10d	0,08de	0,04a	0,51f	0,32b	0,11a	NPSH	0,23e	0,004a	0,28ab	0,98f
	5	0,35d	0,05a	0,15d	0,13de	0,03a	0,69f	0,34b	0,11a	NPSH	0,20e	0,004a	0,31ab	1,01f
Modelo 2	1	0,30d	0,05a	0,16d	0,06e	0,03a	0,59f	0,22b	0,08a	NPSH	0,25e	0,004a	0,33ab	0,93f
	2	0,49d	0,08a	0,38cd	0,46c	0,03a	1,43de	0,40b	0,09a	NPSH	0,83bcd	0,005a	0,09b	1,46def
	3	0,26d	0,04a	0,09d	0,07e	0,03a	0,49f	0,28b	0,10a	NPSH	0,15e	0,003a	0,29ab	0,87f
	4	0,42d	0,06a	0,79b	1,00a	0,03a	2,29bc	0,36b	0,08a	NPSH	1,50a	0,004a	0,23ab	2,22bcd
	5	0,59cd	0,14a	0,78b	0,43c	0,04a	1,96cd	0,38b	0,09a	NPSH	1,10abc	0,004a	0,31ab	1,93cde
Modelo 3	1	1,06bc	0,20a	0,58bc	0,53bc	0,05a	2,42bc	0,84b	0,56a	NPSH	1,00abc	0,004a	0,32ab	2,77abc
	2	0,23d	0,05a	0,08d	0,05e	0,05a	0,44f	0,30b	0,10a	NPSH	0,15e	0,005a	0,30ab	0,90f
	3	0,34d	0,05a	0,17d	0,17de	0,05a	0,77ef	0,30b	0,11a	NPSH	0,35de	0,005a	0,34ab	1,16ef
	4	1,22ab	0,13a	0,83ab	0,68b	0,03a	2,88b	0,60b	0,60a	NPSH	1,40a	0,004a	0,27ab	2,92ab
	5	0,41d	0,05a	0,24d	0,19de	0,03a	0,91ef	0,24b	0,33a	NPSH	0,20e	0,027a	0,20ab	1,05f
CV (%)		84,64	22,28	81,43	19,88	13,24	0,00	12,43	50,25	139,21	0,00	22,28	0,00	25,93
EE*		0,33	0,08	0,04	0,05	0,03	0,00	0,12	0,17	0,17	0,00	0,10	0,00	0,05

Finca	Modelo 1 R-A-F F	Finca	Modelo 2 R-A-M	Finca	Modelo 3 R-B-M
1	Rosa Belén Rueda	1	Yesid Pacheco Carrascal	1	Octaviano Tarazona Ramírez
2	Hermelinda León Guerrero	2	Amado Duran Carrascal	2	Ana Carolina Romero

3	Gustavo Ortiz Ortiz	3	León Ángel Claro Sepulveda	3	Enrique Luis Salas Herrera
4	Elibardo Ascanio	4	José del Carmen Ascanio	4	José David Ascanio Ascanio
5	David E. Claro	5	Jairo Ortiz Ortiz	5	Carlos Jorge León Vélez

NPSH: No presenta subconjunto de homogeneidad.
*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

La concentración de Na resultó menor para el agua de la finca 2 del modelo 3 sin diferencia con varias otras fincas, pero si con la 2 del modelo 1 (1,56 meq / L) y la 4 del modelo 3 (1,22 meq / L), mientras que la concentración de K fue extremadamente baja en casi todas las fincas, pero sin diferencia estadística.

La concentración de Ca, presentó los mayores valores en la finca 2 del modelo 1 (1,11 meq / L) que tuvo diferencia estadística con tres fincas del mismo modelo y con las de otros modelos, mientras que en los modelos 2 y 3 algunas fincas presentaron diferencia estadística entre ellas.

La concentración de Mg fue mayor para la finca 4 del modelo 2 (1,00 meq / L), sin diferencia estadística con la finca 2 del modelo 1, que se diferenciaron de otras de sus modelos respectivos, También dentro del modelo 3 las finas se diferenciaron en cuanto a la concentración de este catión.
La concentración del anión Cl^- (1,94 meq / L) fue mayor para la finca 2 del modelo 1 con diferencia con el resto de las fincas, este valor es muy bajo según lo establecido para las aguas de riego por la Norma Chilena Oficial (1987).

El anión HCO_3 resultó mayor para la finca 4 del modelo 2 sin diferencia de la finca 2 modelo 1 y finca 4 modelo 3. En todos los modelos se presentó diferencia estadística entre las fincas.
La concentración de PO_4 fue mayor para la finca 3 del modelo 1 que se diferenció de la finca 2 del modelo 2 y no del resto de las fincas.

La suma total de aniones resultó mayor para la finca 4 del modelo 2 (3,61 meq / L) sin diferencia de la finca 4 modelo 3 (2,92 meq / L), pero si con varias de las otras fincas. Dentro de los tres modelos se presentaron diferencias entre las fincas para esta variable.

Las variables relacionadas con los elementos químicos y la dureza del agua que presentaron diferencia estadística para las interacciones ModeloxFinca en el municipio La Playa fueron la dureza total, la CE y la RAS (Tabla 28).

Tabla 28. Resultados del ANOVA de los elementos agroquímicos y dureza del agua para las interacciones ModeloxFinca en el municipio La Playa

modelo	Finca	Elementos químicos					Dureza del agua			
		Fe Ppm	Mn Ppm	Cu Ppm	Zn Ppm	B Ppm	Dureza Total (mg/L)	PH	C.E. (mS/cm)	RAS

							(CaCO3)			
Modelo 1	1	1,31a	0,24a	0,03a	0,29a	0,20a	26,00ef	8,12a	0,11ef	0,41c
	2	1,97a	0,87a	0,02a	0,29a	0,17a	102,50a	7,63a	0,49a	1,55a
	3	1,32a	0,06a	0,03a	0,29a	0,12a	10,50f	7,95a	0,07f	0,97abc
	4	1,55a	0,05a	0,02a	0,30a	0,19a	9,00f	7,85a	0,06f	0,88abc
	5	0,92a	0,07a	0,04a	0,31a	0,24a	13,50f	7,86a	0,09ef	0,94abc
Modelo 2	1	2,11a	0,05a	0,03a	0,29a	0,19a	10,50f	7,12a	0,08f	0,99abc
	2	1,18a	0,47a	0,02a	0,29a	0,18a	42,00de	7,66a	0,18de	0,75bc
	3	58,08a	0,10a	0,02a	0,31a	0,27a	8,50f	7,61a	0,06f	0,91abc
	4	1,32a	0,07a	0,03a	0,31a	0,15a	90,50ab	7,58a	0,25cd	0,45c
	5	1,13a	0,13a	0,02a	0,29a	0,21a	60,00cd	7,94a	0,22cd	0,76bc
Modelo 3	1	1,12a	0,27a	0,03a	0,29a	0,14a	58,00cd	7,91a	0,29bc	1,39ab
	2	1,14a	0,06a	0,03a	0,30a	0,16a	6,50f	6,96a	0,06f	0,90abc
	3	1,41a	0,06a	0,02a	0,31a	0,26a	16,50f	7,87a	0,09ef	0,84bc
	4	1,49a	0,19a	0,03a	0,30a	0,22a	75,50bc	7,78a	0,36b	1,40ab
	5	1,16a	0,23a	0,02a	0,05a	0,19a	21,00ef	7,41a	0,11ef	0,98abc
CV (%)		412,00	129,60	0,00	128,08	102,60	14,60	6,45	19,17	18,45
EE*		14,99	0,18	0,00	0,25	0,14	3,79	0,35	0,02	0,12

Finca	Modelo 1 R-A-F	Finca	Modelo 2 R-A-M	Finca	Modelo 3 R-B-M
1	Rosa Belen Rueda	1	Yesid Pacheco Carrascal	1	Octaviano Tarazona Ramírez
2	Hermelinda León Guerrero	2	Amado Duran Carrascal	2	Ana Carolina Romero
3	Gustavo Ortiz Ortiz	3	León Angel Claro Sepulveda	3	Enrique Luis Salas Herrera
4	Elibardo Ascanio	4	José del Carmen Ascanio	4	Jose David Ascanio Ascanio
5	David E. Claro	5	Jairo Ortiz Ortiz	5	Carlos Jorge León Velez

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

Por otra parte, en una finca se observó pH superior a 8, considerado no normal para el agua de riego por el Servicio de Información Agrario de Murcia (SIAM, 2019).

La dureza del agua fue mayor para las fincas 2 del modelo 1 (R-A-F), (102,50 mg/L de $CaCO_3$) y la 4 del modelo 2 (R-A-M) (90 mg/L) que difieren estadísticamente de alguna que otra finca de estos modelos mencionados, Estos valores sobrepasan los 54 mg/L, por encima del cual se consideran las aguas muy duras por Canovas (1986), sin embargo, hay valores de las aguas de las fincas del modelo 3 de 6,50 mg/L, clasificadas como muy blandas y que presentan diferencia estadística con otras de ese mismo modelo.

El valor de la CE fue relativamente más alto en la finca 2 del modelo 1 que difirió del resto, aunque los valores fueron tan variables que dentro de los tres modelos hubo diferencias entre las fincas.

El RAS alcanzó un valor de 1,50 en la finca 2 del modelo 1 sin diferencia con la finca 4 del modelo 3, pero sí de estas con la 1 del modelo 1 y la 4 del modelo 2. No se observó diferencia estadística entre las fincas de los modelos 2 y entre las del 3

Las variables que se relacionan con la concentración de cationes y aniones en el agua de riego no presentaron diferencia estadística para las interacciones Modelo x Finca en el municipio Mutiscua con la excepción de la suma total de aniones (Tabla 29) que mostró diferencia estadística entre algunas fincas dentro del modelo 1 aliso-mora-tomaste de árbol y dentro del modelo 2 aliso-ciruelo-maíz.

Tabla 29. Resultados del ANOVA de los Cationes y Aniones del Agua para las interacciones ModeloxFinca en el municipio Mutiscua.

modelo	Finca	Cationes						Aniones						
		Na (meq / L)	K ((meq / L)	Ca (meq / L)	Mg (meq / L)	NH_4 (meq / L)	SUMA TOTAL (meq / L)	Cl^- (meq / L)	SO_4 (meq / L)	CO_3 (meq / L)	HCO_3 (meq / L)	NO_3 (meq / L)	PO_4 (meq / L)	SUMA TOTAL (meq / L)
Modelo 1	1	0,14efg	0,02ab	0,27d	0,10f	0,02a	0,55d	0,28a	0,08b	NPSH	0,30c	0,005a	0,15bcd	0,86d
	2	0,13fg	0,02ab	0,28d	0,10f	0,06a	0,58d	0,64a	0,08b	NPSH	0,28c	0,004a	0,14d	1,18bcd
	3	0,09g	0,01b	3,35b	0,20c	0,03a	3,67b	0,30a	1,45a	NPSH	2,00b	0,005a	0,14d	3,94a
	4	0,18cdef	0,02ab	0,22d	0,12ef	0,05a	0,59d	0,36a	0,08b	NPSH	0,30c	0,004a	0,14d	0,93d
	5	0,09g	0,02ab	2,71c	0,18c	0,04a	3,03c	0,42a	0,09b	NPSH	1,70b	0,007a	0,13d	2,39b
Modelo 2	1	0,15ef	0,03a	3,87a	0,43a	0,02a	4,50a	0,42a	0,43b	NPSH	2,65a	0,006a	0,14d	3,69a
	2	0,27a	0,02ab	0,41d	0,17cd	0,06a	0,92d	0,24a	0,07b	NPSH	0,55c	0,004a	0,23ab	1,15cd
	3	0,25ab	0,03a	2,46c	0,25b	0,04a	3,03c	0,36a	0,08b	NPSH	1,63b	0,005a	0,18abcd	2,30bc
	4	0,22bc	0,03ab	0,25d	0,16cde	0,03a	0,67d	0,32a	0,07b	NPSH	0,53c	0,005a	0,24a	1,21bcd
	5	0,16def	0,03ab	0,30d	0,11f	0,05a	0,63d	1,05a	0,08b	NPSH	0,35c	0,004a	0,15bcd	1,68bcd
Modelo 3	1	0,19cde	0,03a	0,47d	0,13def	0,04a	0,85d	0,36a	0,07b	NPSH	0,43c	0,004a	0,14d	1,04d
	2	0,22abc	0,03ab	0,25d	0,16cde	0,03a	0,67d	0,46a	0,11b	NPSH	0,48c	0,004a	0,23abc	1,32bcd
	3	0,13fg	0,02ab	0,26d	0,10f	0,03a	0,53d	0,36a	0,09b	NPSH	0,28c	0,004a	0,15cd	0,92d
	4	0,15ef	0,02ab	0,29d	0,10f	0,03a	0,59d	0,52a	0,07b	NPSH	0,30c	0,005a	0,13d	1,08d

5	0,21bcd	0,03a	0,54d	0,17cd	0,03a	0,97d	0,28a	0,08b	NPSH	0,65c	0,006a	0,23ab	1,30bcd
CV (%)	84,64	0,00	0,00	9,89	0,00	0,00	8,73	51,0	127,8	0,00	16,23	0,00	0,00
EE*	0,33	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,09	0,15	0,17	0,00	0,09	0,00	0,00

Finca	Modelo AL-Mo-TA	Finca	Modelo 2 AL-CI-M	Finca	Modelo 3 AL-CI-Z
1	Omaira Hernández Suarez	1	Pedro Nel Lizcano Gómez	1	Jesús Gamboa Pabón
2	Jorge Javier Jaimes Pabón	2	Carlos Mauricio González	2	Pedro I. Hernández Suarez
3	Benito Villamizar Villamizar	3	Gonzalo Gelvez Hernández	3	Aníbal Rivera Gallardo
4	Edwin José Navas Rodríguez	4	Edwin Emilio Gamboa Bautista	4	Carlos F. Suarez Espinoza
5	Blanca S. Buitrago Quintana	5	Nelson E. Silva Granados	5	Sandra M. Vergara santos

NPSH: No presenta subconjunto de homogeneidad.

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

Por otra parte, en cuatro fincas se observaron pH superiores a 8 considerado no normal para el agua de riego por el Servicio de Información Agrario de Murcia (SIAM, 2019).

Con relación a las variables de los elementos químicos y la dureza del agua se presentó diferencia estadística para las variables Mn, Zn, dureza total, pH, CE y RAS en las interacciones ModeloxFinca en el municipio Mutiscua (Tabla 30)

Tabla 30. Resultados del ANOVA de los elementos agroquímicos del agua y dureza para las interacciones ModeloxFinca en el municipio Mutiscua.

modelo	Finca	Elementos químicos					Dureza del agua			
		Fe Ppm	Mn Ppm	Cu Ppm	Zn Ppm	B Ppm	Dureza Total (mg/L) (CaCO3)	PH	C.E. (mS/cm)	RAS
Modelo 1	1	0,13a	0,05ab	0,02a	0,63ab	0,04a	18,50d	8,02ab	0,07de	0,32cd
	2	0,16a	0,02b	0,02a	0,62ab	0,17a	18,50d	8,21a	0,06e	0,30d
	3	0,21a	0,05ab	0,02a	0,59ab	0,05a	177,00b	8,00ab	0,43b	0,07f
	4	0,21a	0,03b	0,03a	0,63ab	0,07a	17,00d	7,86ab	0,07de	0,44b
	5	0,17a	0,03b	0,03a	0,62ab	0,05a	144,50c	7,88ab	0,27c	0,08f
Modelo 2	1	0,19a	0,04ab	0,02a	0,60ab	0,12a	215,00a	7,87ab	0,51a	0,10f
	2	0,22a	0,11a	0,04a	0,58b	0,07a	29,00d	7,95ab	0,12de	0,51a
	3	0,23a	0,07ab	0,03a	0,59ab	0,17a	135,00c	7,84ab	0,29c	0,22e
	4	9,12a	0,04ab	0,02a	0,63ab	0,06a	20,00d	7,87ab	0,09de	0,49ab
	5	0,17a	0,05ab	0,03a	0,61ab	0,06a	20,00d	7,10c	0,08de	0,36c
Modelo 3	1	0,23a	0,04ab	0,03a	0,64a	0,05a	30,00d	7,86ab	0,11de	0,36c
	2	0,18a	0,04ab	0,02a	0,62ab	0,04a	20,00d	8,01ab	0,07de	0,50a
	3	0,11a	0,04ab	0,03a	0,59ab	0,05a	18,00d	7,95ab	0,07de	0,31cd

	4	0,16a	0,05ab	0,03a	0,61ab	0,14a	19,50d	8,09ab	0,07de	0,35cd
	5	0,13a	0,04ab	0,03a	0,63ab	0,08a	35,50d	7,74b	0,13d	0,34cd
CV (%)		420,28	0,00	0,00	0,00	69,04	9,25	1,45	0,00	0,00
EE*		2,29	0,00	0,00	0,00	0,04	4,00	0,08	0,00	0,00

Finca	Modelo AL-Mo-TA	Finca	Modelo 2 AL-CI-M	Finca	Modelo 3 AL-CI-Z
1	Omaira Hernández Suarez	1	Pedro Nel Lizcano Gómez	1	Jesús Gamboa Pabón
2	Jorge Javier Jaimes Pabón	2	Carlos Mauricio González	2	Pedro I. Hernández Suarez
3	Benito Villamizar Villamizar	3	Gonzalo Gelvez Hernández	3	Aníbal Rivera Gallardo
4	Edwin José Navas Rodríguez	4	Edwin Emilio Gamboa Bautista	4	Carlos F. Suarez Espinoza
5	Blanca S. Buitrago Quintana	5	Nelson E. Silva Granados	5	Sandra M. Vergara santos

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

La concentración de Mn con valores relativamente bajos fue mayor para la finca 2 del modelo agroecológico 2 y menor para la finca 4 del modelo 1, el resto quedaron intermedias desde el punto de vista estadístico. La concentración de Ca con valores relativamente bajos fue mayor para la finca 1 del modelo 3 y menor para la finca 2 del modelo 2, el resto quedaron intermedias estadísticamente. Con respecto al B, no se presenta diferencia estadística entre los modelos x fincas, los valores se consideran bajos (máximo 0,17 ppm) ya que se permite para cultivos sensibles como el ciruelo aguas de hasta 0,3 a 1,25 ppm de boro y de 1 a 2 ppm para cultivos semi tolerantes como la zanahoria (Fertilab, 2019), plantas incluidas en los modelos agroecológicos de Mutiscua.

La dureza total del agua resultó alta (aguas muy duras) para tres fincas del modelo 1 y una del modelo 2 con valores por encima de 54 mg/L de $CaCO_3$, sin embargo, otras se pueden ser clasificadas como aguas blandas con el valor el más bajo de 18,54 mg/L. El dato más alto se obtuvo para la finca 1 del modelo 2 con 215,0 mg/L de $CaCO_3$, que difirió estadísticamente del resto. Se presentó diferencia estadística entre las fincas del modelo 1 y 2, pero entre las del modelo 3.

En cuatro fincas se obtuvieron pH superiores a 8 considerado no normal para el agua de riego por el Servicio de Información Agrario de Murcia (SIAM, 2019). El mayor valor fue para la finca 2 del modelo 1 con 8,21 que difirió del resto y el más bajo el de la finca 5 del modelo 2 con 7,1.

El valor de la CE fue relativamente más alto en la finca 1 del modelo 2 que difirió del resto. Hubo diferencia entre las fincas de los modelos 1 y 2 y no dentro del 3.

El RAS alcanzó un valor de 0,51 en la finca 2 del modelo 2 sin diferencia con la finca 2 del modelo 3, pero sí con las restantes. Las fincas 4 del modelo 1 y la 4 del modelo 2 quedaron intermedias entre las de valores más altos de RAS y el resto. Los valores fueron variables, lo que provocó que dentro de los tres modelos hubiera diferencia estadística entre las fincas.

Resultados con tendencia a aguas alcalinas, similares a los de Mutiscua fueron también informados por López, Ortega y Ramírez (2016) en una caracterización realizada a las aguas residuales urbano-industrial de la red hidrográfica en el valle de México con vistas a usarla para riego.

El resultado de los ANOVAs para la concentración de aniones y cationes en agua para la interacción ModeloxFinca en el municipio Ocaña reflejó diferencia estadística para los cationes Na, K, Ca y Mg y la suma total de cationes y para el SO_4, el HCO_3, y la suma total de aniones (Tabla 31).

Tabla 31. Resultados del ANOVA de los cationes y aniones del agua para las interacciones ModeloxFinca en el municipio Ocaña

modelo	Finca	Cationes						Aniones						
		Na (meq / L)	K ((meq / L)	Ca (meq / L)	Mg (meq / L)	NH_4 (meq / L)	SUMA TOTAL (meq / L)	Cl^- (meq / L)	SO_4 (meq / L)	CO_3 (meq / L)	HCO_3 (meq / L)	NO_3 (meq / L)	PO_4 (meq / L)	SUMA TOTAL (meq / L)
Modelo 1	1	0,12c	0,02c	2,99a	0,59bcdef	0,03a	3,75abc	0,42a	0,09b	0,05a	2,45abc	0,004a	0,24a	3,25abc
	2	0,23ab	0,05c	3,27a	0,26defg	0,04a	3,83abc	0,30a	0,09b	0,10a	2,55ab	0,005a	0,32a	3,36ab
	3	0,20ab	0,06bc	2,54a	0,42bcdefg	0,04a	3,25abcd	0,28a	0,09b	0,10a	2,25abcd	0,005a	0,20a	2,92abcd
	4	0,71abc	0,04c	2,90a	1,21a	0,03a	4,88a	0,28a	0,52a	0,15a	2,90a	0,003a	0,31a	4,16a
	5	0,86ab	0,06bc	0,67b	0,73bcd	0,04a	2,35cdef	0,38a	0,11b	0,05a	1,55bcde	0,041a	0,21a	2,34bcdef
Modelo 2	1	0,08c	0,02c	0,65b	0,12fg	0,02a	0,89efg	0,43a	0,08b	0,05a	0,30efg	0,005a	0,17a	1,03ef
	2	0,77abc	0,06bc	0,69b	0,61bcde	0,02a	2,14cdefg	0,36a	0,08b	0,05a	1,20cdefg	0,004a	0,25a	1,94bcdef
	3	0,31ab	0,09bc	0,16b	0,11g	0,03a	0,69fg	0,40a	0,08b	0,05a	0,40efg	0,004a	0,31a	1,24ef
	4	0,22ab	0,06bc	0,08b	0,04g	0,03a	0,42fg	0,24a	0,09b	0,05a	0,10g	0,003a	0,34a	0,81f
	5	0,19ab	0,04c	0,05b	0,04g	0,04a	0,35g	0,36a	0,10b	0,05a	0,20fg	0,004a	0,35a	1,07ef
Modelo 3	1	0,89a	0,13abc	1,00b	0,74abc	0,03a	2,77bcde	0,52a	0,13b	0,05a	1,50bcdef	0,041a	0,27a	2,50bcde
	2	0,21ab	0,23a	0,63b	0,17efg	0,05a	1,27efg	0,52a	0,10b	0,05a	0,70efg	0,004a	0,15a	1,52def
	3	0,14c	0,02c	3,55a	0,82ab	0,04a	4,56ab	0,36a	0,25ab	0,10a	3,40a	0,004a	0,21a	4,33a
	4	0,68abc	0,16ab	0,62b	0,26defg	0,03a	1,74defg	0,46a	0,08b	0,05a	1,00defg	0,037a	0,17a	1,79cdef

5	1,07 a	0,07 bc	0,57b	0,31cd efg	0,03a	2,05c defg	0,34a	0,12 b	0,05a	1,00d efg	0,017a	0,38 a	1,90b cdef
CV (%)	84,64	40,38	44,33	24,80	27,82	0,00	20,8	59,36	67,93	67,08	23,45	267,99	24,77
EE*	0,33	0,13	0,02	0,24	0,08	0,00	0,34	0,16	0,06	0,03	0,24	0,02	0,04

Finca	Modelo 1 NC-A-M	Finca	Modelo 2 NC-C P	Finca	Modelo 3 NC-A-F
1	Fredd Mora Guerrero	1	Martiniano Sepulveda	1	Diosemel Sánchez Álvarez
2	Pablo Emilio Contreras	2	Luis Enrique Galán	2	Nubia Tarazona Ballesteros
3	Francisco Sánchez Martínez	3	Luis Alberto Meneses	3	Osleidon Contreras Prado
4	Doris Velásquez	4	Solin Carvajalino	4	Said Serrano
5	Francisco Antonio Bayona	5	Alexander López	5	Miguel Ángel Sánchez Martínez

***.** Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

La concentración de Na fue menor para la finca 1 del modelo 2 sin diferencia con varias otras fincas, pero si con la 1 del modelo 3 (0,89 meq / L), mientras que otras que quedaron intermedias entre estas. Hubo diferencia entre las fincas de los tres modelos agroecológicos a pesar de que los valores en general eran bajos.

La concentración de K fue extremadamente baja en casi todas las fincas, pero sin diferencia estadística. Se presentaron mayores valores en la finca 2 del modelo 3, que no difirió de los de las fincas 1 y 4 de este modelo, pero si del resto. E

La concentración de Ca, presentó los mayores valores para las fincas 1, 2, 3, y 4 del modelo 1 y 3 del modelo 3 que difirieron del resto. Entre las fincas de los modelos 2 no se observó diferencia estadística respecto a esta variable.

La concentración de Mg fue mayor para la finca 4 del modelo 1 (1,21 meq / L), sin diferencia estadística con las fincas 1 y 3 del modelo 3, que se diferenciaron de otras de este modelo. Hubo diferencias entre las fincas de los tres modelos agroecológicos a pesar de que los valores de concentración en general eran bajos.

La suma total de cationes presentó los mayores valores para las fincas 1, 2, 3, y 4 del modelo 1, sin diferencia con la finca 3 del modelo 3, Hubo diferencia entre las fincas de los modelos 1 y 3 y no dentro de las del 2.

Ocaña fue el único municipio que presentó diferencia estadística para la concentración el anión SO_4, que resultó más alto en la finca 4 del modelo 1 que se diferenció del resto, excepto con la de la finca 3 del modelo 3, a pesar de ser los valores bajos en general. El anión de HCO_3 resultó mayor para la finca 3 del modelo 3 sin diferencia con varias otras fincas, En los modelos 1 y 3 se presentó diferencia estadística entre las fincas. La suma total de aniones fue mayor para las fincas 4 del modelo 1 y la 3 del modelo 3 que se diferenciaron de algunas fincas y otras no. Para esta variable para los modelos 1 y 3 se presentó diferencia estadística entre las fincas, pero no entre las del modelo 2.

Las variables relacionadas con los elementos químicos y la dureza del agua que presentaron diferencia estadística para las interacciones ModeloxFinca en el municipio Ocaña fueron la concentración de Mn, la dureza total, la CE y la RAS (Tabla 32).

Tabla 32. Resultados del ANOVA de los elementos agroquímicos y dureza del agua para las interacciones ModeloxFinca en el municipio Ocaña.

modelo	Finca	Elementos químicos					Dureza del agua			
		Fe Ppm	Mn Ppm	Cu Ppm	Zn Ppm	B Ppm	Dureza Total (mg/L) (CaCO3)	PH	C.E. (mS/cm)	RAS
Modelo 1	1	0,20a	0,04b	0,02a	0,26a	0,24a	179,50a	7,73a	0,39abcd	0,09d
	2	0,98a	0,05b	0,02a	3,24a	0,36a	176,00a	7,86a	0,41abc	0,17d
	3	0,87a	0,04b	0,03a	0,28a	0,27a	148,00ab	7,94a	0,39abcd	0,16d
	4	0,66a	0,04b	0,03a	0,26a	0,30a	205,50a	8,07a	0,51ab	0,45cd
	5	0,48a	0,33ab	0,04a	0,04a	0,21a	70,00cd	8,02a	0,25cdef	1,03b
Modelo 2	1	1,40a	0,04b	0,02a	0,26a	0,42a	38,50cd	7,94a	0,08f	0,12d
	2	1,81a	0,11b	0,03a	0,04a	0,39a	59,50cd	8,03a	0,25cdef	0,96b
	3	0,25a	0,12b	0,04a	0,28a	0,26a	13,50cd	8,00a	0,09f	0,85bc
	4	1,27a	0,08b	0,03a	0,04a	0,30a	5,50d	7,99a	0,05f	0,94b
	5	0,69a	0,04b	0,03a	0,27a	0,30a	4,50d	7,87a	0,05f	0,93b
Modelo 3	1	0,55a	0,09b	0,03a	0,04a	0,15a	87,00bc	7,45a	0,31bcde	0,95b
	2	3,38a	0,50a	0,03a	0,31a	0,27a	39,50cd	7,88a	0,16ef	0,34d
	3	14,58a	0,05b	0,02a	0,30a	0,21a	218,00a	7,76a	0,55a	0,10d
	4	0,83a	0,10b	0,03a	0,02a	0,21a	43,50cd	7,86a	0,18def	1,04b
	5	1,11a	0,05b	0,04a	0,02a	0,10a	44,00cd	8,04a	0,22cdef	1,67a
CV (%)		174,8	76,52	0,00	176,19	41,60	20,84	3,58	21,31	17,53
EE*		3,76	0,06	0,00	0,73	0,08	13,09	0,20	0,04	0,08

Finca	Modelo 1 NC-A-M	Finca	Modelo 2 NC-CP	Finca	Modelo 3 NC-A-F
1	Fredd Mora Guerrero	1	Martiniano Sepulveda	1	Diosemel Sánchez Álvarez
2	Pablo Emilio Contreras	2	Luis Enrique Galán	2	Nubia Tarazona Ballesteros
3	Francisco Sánchez Martínez	3	Luis Alberto Meneses	3	Osleidon Contreras Prado
4	Doris Velásquez	4	Solin Carvajalino	4	Said Serrano
5	Francisco Antonio Bayona	5	Alexander López	5	Miguel Ángel Sánchez Martínez

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

La concentración de Mn resultó mayor para la finca 2 del modelo 3 (0,50 ppm), que difirió del reto de las fincas que presentaron valores muy bajos de hasta 0,04 ppm, excepto con la 5 del modelo 1.

La dureza del agua fue mayor para las fincas 3 del modelo 3 (NC-A-F), (218,0 mg/L de $CaCO_3$) y las 1,2 y 3 del modelo 1 (NC-A-M) con valores por encima de 175 mg/L que difieren estadísticamente de alguna que otra finca de estos modelos mencionados. Estos valores sobrepasan con creces los 54 mg/L por encima del cual se consideran las aguas muy duras por Canovas (1986), sin embargo, los valores de las aguas de las fincas del modelo 2 variaron entre 4,50 mg/L y 59,50 mg/L sin diferencia entre ellas.

El valor de la CE fue relativamente más alto en la finca 3 del modelo 3, aunque varias fincas no difirieron de esta, manifestándose diferencia entre las fincas del modelo 3 y entre las del 1, no así dentro de las del modelo 2.

El RAS alcanzó un valor más alto de 1,67 en la finca 5 del modelo 3, con diferencia del resto de las fincas. A pesar de que este valor es inferior al nivel de riesgo de 3, establecido para los cultivos por Ayers y Wescot (1985) se debe tener en consideración a mediano y largo plazo. Se observó diferencia estadística entre las fincas de los modelos 2 y entre las del 3 para esta variable en el municipio.
Los recursos agua en las 90 fincas del proyecto son aptos para la actividad agrícola a pesar de que los resultados mostraron que la mayoría de los valores de pH en alguna que otra finca en los seis municipios se encuentra por encima del rango óptimo para cultivos agrícolas, aunque esto no represente un alto riesgo de alcalinidad, similar situación ha sido reportada por Medina, Mancilla Villa, Larios, Guevara, Olguín y Barreto (2016) en Tuxcacuesco, Jalisco.

El contenido de boro que presentó el agua está por debajo de los valores de toxicidad, la concentración de este elemento en el agua puede ser un aporte como micronutriente para los cultivos.

A pesar de que los resultados no impiden utilizar el agua de las fincas para el riego de los cultivos en el Proyecto Plantar, existe diferencia entre los modelos y fincas en muchas variables fisicoquímicas del agua, por lo se impone la necesidad de realizar un manejo adecuado que incluya factores ambientales, económicos y sociales de complicada implementación, que con frecuencia son difíciles de integrar como han señalado Betancourt, Tartabull y Labaut (2017), pero que se hace más necesario cada día para lograr la sostenibilidad integral del agroecosistema.

3.2.2 Caracterización taxonómica y agroquímica de los suelos

Caracterización taxonómica del suelo

El estudio taxonómico de las zonas donde están ubicadas las fincas del proyecto arrojo ciertas variaciones entres los sitios que hicieron las calicatas (seis por municipios con la excepción de Convención y la Playa, y también entre los municipios, lo cual está acorde con la formación geológica, la altitud y el paisaje de estas áreas (Tabla 33).

Tabla 33. Clasificación taxonómica de los suelos en los diferentes municipios donde se desarrolla el proyecto

	Municipios					
Calicata	Arboledas	Convención	Esperanza	La Playa	Mutiscua	Ocaña
1	Typic Dystrudepts Muy Fino	Typic Dystrudepts Fragmental	Typic Dystrudepts Fragmental	Typic Dystrudepts Fino Sobre Franco Fino	Typic Dystrudepts Franco Fino	Typic Dystrudepts Franco Fino
2	Typic Humudepts Medial	Typic Dystrudepts Fino	Typic Dystrudepts Fino Sobre Fragmental	Typic Dystrudepts Franco Fino	Andic Eutrudepts Fino	Typic Ustorthents Franco Fino
3	Typic Humudepts Esqueletal	Typic Dystrudepts Fragmental	Typic Dystrudepts Fino	Fluventic Dystrustepts Fino	Typic Dystrudepts Fino	Typic Dystrudepts Muy Fino
4	Typic Dystrudepts Franco Fino	Typic Dystrudepts Muy Fino	Typic Dystrudepts Fragmental Sobre Fino	Fluventic Ustorthents Franco Grueso Sobre Franco Fino	Typic Dystrudepts Fino	Typic Dystrustepts Fragmental
5	Typic Dystrudepts Muy Fino	Typic Dystrudepts Fino	Typic Dystrudepts Fino	Typic Dystrustepts Franco Fino Sobre Fragmental	Typic Dystrudepts Franco Fino	Typic Dystrustepts Fino
6	Typic Dystrudepts Muy Fino	Typic Dystrudepts Franco Fino	Typic Udorthents Fragmental	Typic Dystrustepts Fragmental	Dystrudepts Fragmental	Typic Dystrudepts Fino Sobre Fragmental
7	-	Typic Dystrudepts Fino	-	Typic Dystrustepts Fino	-	-

En Arboledas fueron más frecuentes los suelos Typic Dystrudepts Muy Fino, aunque en dos casos Typic Humudepts (esqueletal y Medial), en Convención varias variantes de Typic Dystrudepts (Fragmental,finpo, muy fino y franco fino), en Esperanza cinco de los seis suelos estudiados fuelos Typic Dystrudepts (con diferentes variantes) pero se presentó un Typic Udorthents Fragmental. En La playa de las siete calicatas, cinco suelos resultaron

Typic Dystrudepts con diferentes variantes), uno Fluventic Dystrustepts fino y otro Fluventic Ustorthents Franco Grueso Sobre Franco Fino. En Mutiscua se presentó un suelo como Andic Eutrudepts Fino y el resto con diferentes variantes de Typic Dystrudepts, mientras que en Ocaña se determinó uno como Typic Ustorthents Franco Fino y el resto como diversas variantes de Typic Ustorthents Franco Fino, con la adición de que en este municipio se reconocieron dos zonas climáticas bien diferenciadas una humedad y otra seca. Toda esta información tendrá que tenerse en cuenta durante la validación de los modelos agroecológicos.

Textura

La textura del suelo en las parcelas del Proyecto fue muy variable, constituyendo un mosaico con nueve clasificaciones en general. Se destacan La Playa y Ocaña con 8 tipos de texturas de suelo y presentaron menos variabilidad Arboledas, Convención y Mutiscua con cinco tipos de texturas (Tabla 34).

Tabla 34. Porcentajes de las diferentes texturas de suelo identificadas por municipios y porcentaje de parcelas agroecológicas con textura diferente a la testigo

Textura	Arboledas	Convención	La Esperanza	La Playa	Mutiscua	Ocaña
Franco arcillosa		3,3	3,3	13,3		13,3
Franco limosa	26,6		6,6	6,6	56,6	13,3
Limosa	13,3		16,6		6,6	
Franco - Arcillo - Limosa	13,3	26,6	6,6	13,3	10,0	6,6
Franco - Arenosa	30,00	6,6	43,3	40,0	13,3	33,3
Franco - Arcillo - Arenosa			6,6	10,0		10,0
Arcillo - Limosa		23,3		6,6		13,3
Arcillosa				6,6		3,3
Franca	16,6	40,0	16,6	3,3	16,6	6,6
Deferente testigo y agroecológica	53,3	46,6	53,3	73,3	46,6	86,6

Otro aspecto que caracteriza la textura de los suelos dentro del Proyecto son las diferencias que presentan las parcelas testigo y la parcela agroecológica. En este aspecto se destacan los municipios de Ocaña con un 86,6% de no similitud entre las parcelas y La Playa con 73,3%. Los municipios de más bajo nivel de diferencia en la textura entre las parcelas de los modelos a comparar son Convención y Mutiscua con un 46,6%. Esta variabilidad, es una condición natural que se presenta entre las fincas y las parcelas al ser los agricultores seleccionados por su vocación agrícola y disposición y no por la vocación o tipo de suelo, aspecto que tendrá que ser tenido en cuenta al validar los modelos agroecológicos.

Otro aspecto a darle seguimiento es la presencia, aunque no en alto porcentaje de suelos con textura arcillosa y franco arcillosa en los municipios de La Playa, Ocaña, La Esperanza y Convención donde se prevé la inclusión en los modelos cultivos como el aguacate, el brevo y limón, ya que sobre todo los dos primeros son muy sensibles a enfermedades

causadas por microorganismos patógenos del suelo favorecidos por este tipo de textura con menor capacidad de drenaje interno.

Caracterización agroquímica de los suelos

Al analizar los niveles de un grupo de macroelementos y microelementos a partir de los resultados de los laboratorios se pudo constatar que más del 90 % de las parcelas de Arboledas y Convención tienen niveles deficientes de fosforo (P), bajos niveles de N-NO_3 en Arboledas (87,6%), Convención (100%), Esperanza (96,7%) y La Playa (70%). Otro macroelemento importante como el azufre (S), según los resultados esta deficiente en el 93,3% de las parcelas de Arboledas, en el 100% de Convención, y en el 100% de Mutiscua (Tabla 35).

Tabla 35. Porcentaje de las parcelas con valores de nutrientes catalogados de deficiente y bajo por municipios y de forma general en el proyecto.

	Pocetanje de parcela con niveles	K (meq / 100 cc)	Ca (meq / 100 cc)	Mg (meq / 100 cc)	Na (meq / L)	Al (meq / 100 cc)	P Ppm	N - NH4 Ppm	N-NO3 Ppm	S Ppm	Fe Ppm	Mn Ppm	Cu Ppm	Zn Ppm	B Ppm
Arboledas	Deficiente	40,0	43,3	60,0	73,3	0,0	90,0	66,7	86,7	93,3	23,3	53,3	40,0	23,3	100,0
	Bajo	46,7	26,7	30,0	26,7	23,3	3,3	30,0	13,3	6,7	50,0	10,0	60,0	20,0	0,0
Convención	Deficiente	46,7	40,0	50,0	83,3	0,0	96,7	0,0	100,0	100,0	36,7	40,0	23,3	60,0	96,7
	Bajo	36,7	33,3	16,7	13,3	20,0	0,0	40,0	0,0	0,0	50,0	3,3	70,0	20,0	3,3
Esperanza	Deficiente	53,3	10,0	40,0	60,0	0,0	90,0	3,3	96,7	100,0	16,7	10,0	10,0	76,7	93,3
	Bajo	43,3	30,0	20,0	40,0	46,7	6,7	23,3	3,3	0,0	63,3	13,3	80,0	16,7	6,7
La Playa	Deficiente	26,7	36,7	46,7	30,0	0,0	53,3	23,3	70,0	60,0	33,3	33,3	33,3	43,3	83,3
	Bajo	46,7	40,0	30,0	36,7	46,7	6,7	23,3	10,0	23,3	43,3	10,0	36,7	3,3	16,7
Mutiscua	Deficiente	13,3	6,7	33,3	90,0	0,0	26,7	0,0	60,0	100,0	0,0	33,3	30,0	60,0	70,0
	Bajo	36,7	30,0	60,0	6,7	43,3	20,0	20,0	30,0	0,0	13,3	16,7	56,7	20,0	23,3

Ocaña	Deficiente	16,7	20,0	36,7	66,7	0,0	66,7	30,0	83,3	83,3	60,0	26,7	40,0	43,3	83,3
	Bajo	53,3	23,3	13,3	6,7	53,3	6,7	33,3	6,7	6,7	30,0	16,7	56,7	13,3	13,3
General	Deficiente	32,8	26,1	44,4	67,2	0,0	70,6	20,6	82,8	89,4	28,3	32,8	29,4	51,1	87,8
	Bajo	45,6	31,1	29,4	21,7	40,6	7,2	29,4	11,1	6,1	43,3	11,7	61,1	16,7	11,7

Dentro de los microelementos, el boro que juega un rol importante en la producción de muchos cultivos por su papel en el cuaje de los frutos de muchos cultivos, se encuentra deficiente en el 100% de las parcelas de Arboledas, y en general está deficiente en todos los municipios lo que se refleja que a nivel general en las 180 parcelas del proyecto se alcanza un 87,8 % de categorizadas como deficiente.

A nivel de proyecto se reflejan también con problemas el azufre con valores deficientes en el 89,4% de las parcelas, así como el $N\text{-}NO_3$, en un 82,8% y el fósforo en un 70%. Estos aspectos deben ser tenidos en cuenta en los planes de fertilización, de abonos y de enmiendas y sin dudas tendrán una repercusión en el desarrollo de los cultivos y en la validación de los modelos agroecológicos.

También se debe destacar que el aluminio que en exceso puede ser tóxico a los cultivos de forma general se encuentra con valores catalogados como medio y alto en el 60% de las parcelas.

Entre los resultados de otros análisis que aporto el laboratorio merece prestar atención a los bajos niveles de carbono en los suelos (en más del 90 % de las parcelas con niveles bajos y deficiente en Convención, Esperanza, La Playa y Ocaña y de forma general en el proyecto se presenta en un 80 % de bajo + deficiente (Tabla 36).

Tabla 36. Porcentaje de las parcelas con valores de pH, Conductibilidad Eléctrica (CE), Carbono orgánico, Saturación de humedad y Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) catalogados de deficiente y bajo, por municipios y de forma general en el proyecto.

		P.H	C.E m.S/cm	C.O. %	Sat. Humedad %	C.I.C (meq / 100 g)
Arboledas	Deficiente	26,7	96,7	0	0	0
	Bajo	33,3	3,3	63,33	0	16,66
Convención	Deficiente	16,7	100,0	0	0	0
	Bajo	*53,3*	0,0	93,33	0	0
Esperanza	Deficiente	3,3	93,3	0	0	0
	Bajo	43,3	6,7	96,67	3,33	30
La Playa	Deficiente	6,7	73,3	6,667	0	0
	Bajo	50,0	13,3	90	0	23,33
Mutiscua	Deficiente	6,7	76,7	0	0	0
	Bajo	50,0	16,7	23,33	0	0
Ocaña	Deficiente	3,33	86,6	0	0	0

	Bajo	33,33	6,66	93,33	0	26,67
General	Deficiente	10,56	87,78	1,11	0,00	0,00
	Bajo	45,00	8,33	79,44	1,11	16,67

La conductibilidad eléctrica de los suelos fue catalogada como baja en 87,78% de las parcelas del proyecto.

Al analizar los niveles de un grupo de macroelementos y microelementos a partir de los resultados de los laboratorios se pudo constatar que más del 90 % de las parcelas de Arboledas y Convención, tienen niveles deficientes de fosforo (P), bajos niveles de $N\text{-}NO_3$ en Arboledas (87,6%), Convención (100%), Esperanza (96,7%) y La Playa (70%). Otro macroelemento importante como el azufre, según los resultados esta deficiente en el 93,3% de las parcelas de Arboledas, en el 100% de Convención, y en el 100% de Mutiscua (Tabla 37).

Tabla 37. Porcentaje de las parcelas con valores de nutrientes catalogados de deficiente y bajo por municipios y de forma general en el proyecto.

	Pocetanje de parcela con niveles	K (meq / 100 cc)	Ca (meq / 100 cc)	Mg (meq / 100 cc)	Na (meq / L)	Al (meq / 100 cc)	P Ppm	N - NH4 Ppm	N-NO3 Ppm	S Ppm	Fe Ppm	Mn Ppm	Cu Ppm	Zn Ppm	B Ppm
Arboledas	Deficiente	40,0	43,3	60,0	73,3	0,0	90,0	66,7	86,7	93,3	23,3	53,3	40,0	23,3	100,0
	Bajo	46,7	26,7	30,0	26,7	23,3	3,3	30,0	13,3	6,7	50,0	10,0	60,0	20,0	0,0
Convención	Deficiente	46,7	40,0	50,0	83,3	0,0	96,7	0,0	100,0	100,0	36,7	40,0	23,3	60,0	96,7
	Bajo	36,7	33,3	16,7	13,3	20,0	0,0	40,0	0,0	0,0	50,0	3,3	70,0	20,0	3,3
Esperanza	Deficiente	53,3	10,0	40,0	60,0	0,0	90,0	3,3	96,7	100,0	16,7	10,0	10,0	76,7	93,3
	Bajo	43,3	30,0	20,0	40,0	46,7	6,7	23,3	3,3	0,0	63,3	13,3	80,0	16,7	6,7
La Playa	Deficiente	26,7	36,7	46,7	30,0	0,0	53,3	23,3	70,0	60,0	33,3	33,3	33,3	43,3	83,3
	Bajo	46,7	40,0	30,0	36,7	46,7	6,7	23,3	10,0	23,3	43,3	10,0	36,7	3,3	16,7
Mutiscua	Deficiente	13,3	6,7	33,3	90,0	0,0	26,7	0,0	60,0	100,0	0,0	33,3	30,0	60,0	70,0
	Bajo	36,7	30,0	60,0	6,7	43,3	20,0	20,0	30,0	0,0	13,3	16,7	56,7	20,0	23,3
Ocaña	Deficiente	16,7	20,0	36,7	66,7	0,0	66,7	30,0	83,3	83,3	60,0	26,7	40,0	43,3	83,3

	Bajo	53,3	23,3	13,3	6,7	53,3	6,7	33,3	6,7	6,7	30,0	16,7	56,7	13,3	13,3
General	Deficiente	32,8	26,1	44,4	67,2	0,0	70,6	20,6	82,8	89,4	28,3	32,8	29,4	51,1	87,8
	Bajo	45,6	31,1	29,4	21,7	40,6	7,2	29,4	11,1	6,1	43,3	11,7	61,1	16,7	11,7

Dentro de los microelementos, el boro que juega un rol importante en la producción de muchos cultivos por su papel en el cuaje de los frutos de muchos cultivos, se encuentra deficiente en el 100% de las parcelas de Arboledas, y en general está deficiente en todos los municipios lo que se refleja que a nivel general en las 180 parcelas del proyecto se alcanza un 87,8 % de categorizadas como deficiente.

A nivel de proyecto se reflejan también con problemas el azufre con valores deficientes en el 89,4% de las parcelas, así como el N-NO_3, en un 82,8% y el fósforo en un 70%. Estos aspectos deben ser tenidos en cuenta en los planes de fertilización, de abonos y de enmiendas y sin dudas tendrán una repercusión en el desarrollo de los cultivos y en la validación de los modelos agroecológicos.

También se debe destacar que el aluminio que en exceso puede ser tóxico a los cultivos de forma general se encuentra con valores catalogados como medio y alto en el 60% de las parcelas.

Entre los resultados de otros análisis que aporto el laboratorio merece prestar atención a los bajos niveles de carbono en los suelos (en más del 90 % de las parcelas con niveles bajos y deficiente en Convención, Esperanza, La Playa y Ocaña y de forma general en el proyecto se presenta en un 80 % de bajo + deficiente (Tabla 38).

Tabla 38. Porcentaje de las parcelas con valores de pH, Conductibilidad Eléctrica (CE), Carbono orgánico, Saturación de humedad y Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) catalogados de deficiente y bajo, por municipios y de forma general en el proyecto.

		P.H	C.E m.S/cm	C.O. %	Sat. Humedad %	C.I.C (meq / 100 g)
Arboledas	Deficiente	26,7	96,7	0	0	0
	Bajo	33,3	3,3	63,33	0	16,66
Convención	Deficiente	16,7	100,0	0	0	0
	Bajo	*53,3*	0,0	93,33	0	0
Esperanza	Deficiente	3,3	93,3	0	0	0
	Bajo	43,3	6,7	96,67	3,33	30
La Playa	Deficiente	6,7	73,3	6,667	0	0
	Bajo	50,0	13,3	90	0	23,33
Mutiscua	Deficiente	6,7	76,7	0	0	0
	Bajo	50,0	16,7	23,33	0	0

Ocaña	Deficiente	3,33	86,6	0	0	0
	Bajo	33,33	6,66	93,33	0	26,67
General	Deficiente	10,56	87,78	1,11	0,00	0,00
	Bajo	45,00	8,33	79,44	1,11	16,67

La conductibilidad eléctrica de los suelos del proyecto fue catalogada como baja en 87,78% de las parcelas del proyecto.

Variabilidad de los análisis de suelos entre diferentes fincas por municipio.

Un análisis de la variabilidad espacial de los valores de los resultados de los análisis de los macronutrientes de las 15 fincas de cada municipio muestra una situación preocupante por las oscilaciones de los valores máximos y mínimos lo que se refleja en los altos valores del coeficiente de variación, que para el caso de las variables del suelo se consideran aceptables hasta 10% y con problemas cuando sobrepasan el 50%. En Arboledas el coeficiente de variación está por encima de 50% para los resultados de $N\text{-}NO_3$, P. Mg, S, K y Ca (Tabla 39).

Tabla 39. Resultado del análisis descriptivo de los macroelementos

Municip.	Estadísticos Descriptivos	N - NH_4 Ppm	$N\text{-}NO_3$ Ppm	P Ppm	Mg (meq / 100 cc)	S Ppm	K (meq / 100 cc)	Ca (meq / 100 cc)	C.I.C (meq / 100 g)
Arboledas	Media	5,8	22,33	6,4	1,023	3,6	0,26	4,64	17,2
	Mínimo	2	5	1	0,17	1	0,05	0,31	7
	Máximo	12	80	79	5,24	17	1,31	21,14	28
	Desviación Est.	2,73	22,88	15,10	1,07	4,38	0,25	5,42	6,44
	C. de variación (%)	47,14	102,47	235,9	104,5	121,76	98,62	116,9	37,3
Convención	Media	14,53	8,33	3,8	1,41	1,57	0,23	3,66	19,03
	Mínimo	7	5	1	0,15	1	0,06	0,26	12
	Máximo	33	20	63	4,03	4	0,95	14,23	28
	Desviación Est.	6,06	4,61	11,28	1,27	0,68	0,23	3,79	5,16
	C. de variación (%)	41,67	55,34	296,80	90,07	43,33	102,25	103,47	27,09
Esperanza	Media	16,47	14,87	6,03	3,33	2,57	0,17	8,12	12,93
	Mínimo	3	5	1	0,35	1	0,05	1,1	6
	Máximo	33	40	59	14,14	13	0,71	19,37	23
	Desviación Est.	7,21	10,35	10,80	3,96	2,47	0,11	5,68	4,19
	C. de variación (%)	43,78	69,61	179,02	118,97	96,35	66,68	69,91	32,42
La Playa	Media	12,83	48,67	29,13	1,51	18,47	0,40	3,57	16,30
	Mínimo	2	5	1	0,14	1	0,07	0,24	7
	Máximo	31	300	128	6,85	119	1,34	8,76	32
	Desviación Est.	7,66	71,35	36,69	1,61	24,45	0,31	2,68	7,03
	C. de variación (%)	59,66	146,62	125,93	106,31	132,41	78,31	75,24	43,15

Mutiscua	Media	21,26	53,65	63,50	23,61	30,75	16,79	21,34	18,35
	Mínimo	2	4,61	1	0,14	0,68	0,05	0,24	4,193
	Máximo	59,66	300	296,80	118,97	132,41	102,25	103,47	43,15
	Desviación Est.	18,04	72,75	79,78	38,92	42,69	28,82	30,43	13,15
	C. de variación (%)	84,85	135,61	125,64	164,87	138,80	171,65	142,60	71,64
Ocaña	Media	26,83	85,21	76,22	40,25	50,40	31,18	32,85	22,30
	Mínimo	2	4,61	1	0,14	0,68	0,05	0,24	4,19
	Máximo	84,85	300	296,80	164,87	138,80	171,65	142,60	71,64
	Desviación Est.	24,84	93,21	80,14	52,69	53,53	43,75	41,34	19,27
	C. de variación (%)	92,58	109,40	105,14	130,91	106,21	140,29	125,85	86,40

De igual forma están por encima de 50% los coeficientes de variación de los resultados de N-$NO_{3,,}$ P. Mg, K y Ca en Convención, para N-$NO_{3,,}$ P. Mg, S, K y Ca en Esperanza, los de N-NH_3 N-$NO_{3,,}$ P. Mg, S, K y Ca, en La Playa y Mutiscua y Ocaña. ,

Al analizar los microelementos se observa una variación similar (Tabla 40). El coeficiente de variación supera el 50% para todos los microelementos evaluados en los municipios de Mutiscua y Ocaña, para el Zn, Na, Al, Fe; Mn Cu y Cl en Convención y la Playa, para Zn, Na, Al, Fe y Mn en Arboledas y para el Zn, Al y Mn en Esperanza.

Tabla 40. Resultado del análisis descriptivo de los microelementos.

Municipio	Estadísticos Descriptivos	Zn Ppm	B Ppm	Na (meq / L)	Al (meq / 100 cc)	Fe Ppm	Mn Ppm	Cu Ppm	Cl (meq / 100L)
Arboledas	Media	2,26	0,132	0,15	1,99	160,93	36,73	0,29	0,66
	Mínimo	0,2	0,05	0,05	0,2	43	2	0,1	0,52
	Máximo	5,9	0,21	0,3	6,6	439	144	0,5	0,88
	Desviación Est.	1,33	0,043	0,08	1,50	84,23	42,42	0,10	0,10
	C. de variación (%)	59,07	32,83	51,1	75,68	52,34	115,49	33,09	15,43
Convención	Media	1,49	0,153	0,13	1,85	117,17	56,30	0,473	0,65
	Mínimo	0,4	0,06	0,05	0,2	17	2	0,2	0,52
	Máximo	8	0,32	0,45	4	346	231	2,6	0,96
	Desviación Est.	1,89	0,065	0,09	1,24	66,66	55,31	0,53	0,10
	C. de variación (%)	126,76	42,57	70,99	66,78	56,89	98,23	113,02	16,01
Esperanza	Media	0,99	0,202	0,18	1,10	157,00	78,67	0,360	0,65
	Mínimo	0,2	0,1	0,05	0,2	91	11	0,2	0,48
	Máximo	7,4	0,4	0,36	3	367	193	0,6	1,4
	Desviación Est.	1,49	0,066	0,08	0,75	68,17	51,37	0,10	0,19

	C. de variación (%)	151,10	32,74	41,12	67,94	43,42	65,30	27,87	29,51
La Playa	Media	5,77	0,218	0,43	1,78	154,43	109,10	0,433	0,91
	Mínimo	0,2	0,05	0,05	0,1	5	2	0,1	0,44
	Máximo	26,2	0,37	2,17	4,5	410	436	1,6	2,2
	Desviación Est.	6,87	0,090	0,45	1,45	91,93	130,32	0,30	0,48
	C. de variación (%)	118,99	41,37	104,24	81,65	59,52	119,45	70,24	52,25
Mutiscua	Media	30,52	7,92	14,72	15,77	136,75	109,27	14,58	7,12
	Mínimo	0,2	0,05	0,05	0,1	5	2	0,1	0,1035
	Máximo	151,10	42,57	104,24	81,65	410	436	113,02	52,25
	Desviación Est.	48,83	14,63	28,90	26,72	128,69	108,41	29,79	13,47
	C. de variación (%)	160,02	184,79	196,31	169,47	94,11	99,22	204,41	189,34
Ocaña	Media	47,32	21,70	32,89	30,41	148,13	130,07	30,91	23,39
	Mínimo	0,2	0,05	0,05	0,1	5	2	0,1	0,10
	Máximo	160,02	184,79	196,31	169,47	410	436	204,41	189,34
	Desviación Est.	59,18	43,10	52,81	45,17	135,50	130,60	52,73	44,69
	C. de variación (%)	125,06	198,59	160,58	148,51	91,47	100,40	170,58	191,09

Sobre esta variabilidad se debe seguir profundizando comparando las fincas que pertenecen al mismo modelo agroecológico a ver si presentan también coeficientes de variación tan altos, lo cual pudiera influir en las fincas como repeticiones dentro de los modelos agroecológicos.

La comparación de medias de las variables agroquímicas entre la parcela agroecológica y la parcela testigo no manifestó diferencia estadística para ninguna de las 10 variables medidas en las fincas en ninguno de los 6 municipios del Proyecto Plantar con la excepción de la Conductibilidad eléctrica (CE) que fue mayor el Ocaña para las parcelas testigo en relación a las agroecológicas y el porcentaje de limo que también difirió estadísticamente siendo mayor para las parcelas agroecológicas (Tabla 41).

Tabla 41. Resultado de la comparación de medias de las variables agroquímicas entre la parcela testigo y la agroecológica dentro de los diferentes municipios.

Municipio	Parcela	pH	C.E m.S/cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	M. Org. %	C. O. %	Sat. Humed %	Sat.Bases %	Dens. A. g/cc

Arboledas	Agroecol.	5,1	0,2	31,5	54,1	14,5	7,1	4,1	54,7	39,8	1,0
	Testigo	5,1	0,3	34,7	52,7	12,0	6,9	4,0	54,0	49,1	1,0
	t Student	0,16	1,34	0,32	0,2	0,6	0,2	0,1	0,2	0,50	0,47
Convención	Agroecol.	5,0	0,1	26,4	42,3	31,3	3,3	1,9	47,3	27,4	1,1
	Testigo	5,2	0,1	26,7	47,9	25,4	3,5	2,0	49,9	33,9	1,1
	t Student	1,35	0,54	0,03	1,36	1,2	0,4	0,40	1,1	0,53	0,80
La Esperanza	Agroecol.	5,5	0,3	43,0	47,0	10,0	3,5	2,1	42,3	128,4	1,3
	Testigo	5,5	0,2	40,0	46,1	13,9	31,4	2,0	44,4	89,9	1,2
	t Student	0,2	1,8 *	0,3	0,1	1,10	0,99	0,4	0,78	1,00	0,5
La Playa	Agroecol.	5,1	0,2	31,5	54,1	14,5	7,1	4,1	54,7	39,8	1,0
	Testigo	5,1	0,3	34,7	52,7	12,0	6,9	4,0	54,0	49,1	1,0
	t Student	0,17	1,34	0,32	0,2	0,6	0,17	0,1	0,23	0,50	0,5
Mutiscua	Agroecol.	5,4	0,3	20,7	64,9	14,4	8,4	4,9	50,9	44,9	1,0
	Testigo	5,3	0,3	23,8	61,4	14,8	9,8	5,3	52,5	40,2	1,0
	t Student	0,5	0,3	0,47	0,62	0,12	1,14	0,58	0,92	0,6	0,78
Ocaña	Agroecol.	5,5	0,3	29,4	45,2	25,1	3,4	2,0	44,9	82,9	1,2
	Testigo	5,7	0,3	47,0	34,7	18,3	2,8	1,6	43,0	99,5	1,3
	t Student	0,8	0,7	2,02 *	1,83 *	1,21	1,5	1,58	1,0	0,39	1,84

* Valor significativo para la comparación de medias entre las de la variable de la columna en las parcelas de ese municipio por la prueba de t de Student para P≤0,05

Este resultado observado en Ocaña está relacionado con resultados anteriores donde se verificó la existencia de 8 diferentes tipos de textura y un 86,6 % de disimilaridad entre la textura de las parcelas testigos con las agroecológicas en este municipio.

La comparación de medias de las variables relacionadas con los macroelementos en el suelo entre las parcelas agroecológicas y las parcelas testigos no manifestó diferencia estadística para ninguna de los siete indicadores medidos en las fincas en ninguno de los 6 municipios del Proyecto Plantar (Tabla 42), cuestión favorable para la validación de los modelos, aunque se sabe que en la mayoría de los casos estos elementos estaban deficientes en las fincas.

Tabla 42. Resultado de la comparación de medias de los contenidos de macroelementos entre la parcela testigo y la agroecológica dentro de los diferentes municipios.

MUNICIPIO	VARIABLE	Potasio (meq / 100 cc)	Calcio (meq / 100 cc)	Magnesio (meq / 100 cc)	Fosforo (ppm)	N - NH4 (ppm)	N-NO3 (ppm)	Azufre (ppm)
ARBOLEDAS	Agroeco.	0,2593	4,323	0,9500	3,8667	5,9333	19,333	2,8000
	Testigo	0,2573	49,533	1,1703	0,6573	5,6667	25,333	4,0000
	t Student	0,21 ns	0,31 ns	0,39 ns	1,62 ns	0,26 ns	0,71 ns	0,74 ns
CONVENCIÓN	Agroeco.	0,278	2,6907	1,2633	5,9333	15,80	7,66	1,6
	Testigo	0,1787	4,1167	1,5535	1,6667	13,26	9,00	1,53
	t Student	1,17 ns	1,09 ns	0,55 ns	1,03 ns	1,15 ns	0,78 ns	0,26 ns
LA ESPERANZA	Agroeco.	0,1993	8,9827	3,8767	8,6000	16,1333	16,4	2,8
	Testigo	0,1427	7,256	2,7787	3,4667	16,8000	13,33	2,33
	t Student	1,38 ns	0,82 ns	0,75 ns	1,31 ns	0,24 ns	0,80 ns	0,51 ns
LA PLAYA	Agroeco.	0,3660	3,7867	1,3393	28,67	13,66	55,33	14,8
	Testigo	0,4367	3,3447	1,6893	29,6	6,87646	42	22,1333
	t Student	0,60 ns	0,44 ns	0,58 ns	0,07 ns	0,59 ns	0,50 ns	0,82 ns
MUTISCUA	Agroeco.	0,5653	7,0427	1,1653	49,33	33	44,66	4,4
	Testigo	0,4653	6,8273	1,2447	44,93	32,26	39,33	4,13
	t Student	0,99 ns	0,16 ns	0,44 ns	0,25 ns	0,10 ns	0,33 ns	0,22 ns
OCAÑA	Agroeco.	0,4067	6,8127	3,448	22,53	13,13	29	10,7333
	Testigo	0,3207	5,8213	3,313	12,6	12,6	16,33	12,2

	t Student	0,98 ns	0,53 ns	0,89 ns	0,94 ns	0,16 ns	1,09 ns	0,20 ns

ns: valor no significativo para la comparación de medias por la prueba de t de Student para P≤0,05

La comparación de medias de los contenidos de microelementos y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) entre las parcelas agroecológicas y las parcelas testigos no manifestó diferencia estadística para ninguna de las nueve variables medidas en las fincas en ninguno de los 6 municipios del Proyecto Plantar con la excepción de la CIC que fue mayor en Ocaña para las agroecológicas en relación a las parcelas testigos (Tabla 43). Se repite que es solo en el municipio de Ocaña donde se presenta diferencia en alguna variable de las parcelas agroecológicas y las parcelas testigos.

Tabla 43. Resultado de la comparación de medias de los contenidos de microelementos y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) entre la parcela testigo y la agroecológica dentro de los diferentes municipios.

MUNICIPIO	VARIABLE	Na (meq / L)	Cl (meq / 100L)	Hierro Ppm	Mn Ppm	Cu Ppm	Zn Ppm	Bo Ppm	Al (meq / 100 cc)	C.I.C (meq / 100 g)
ARBOLEDAS	Agroeco.	0,14	0,66	148,26	39,93	0,30	2,16	0,12	1,52	17,46
	Testigo	0,15	0,65	173,60	33,53	0,28	2,35	0,13	1,32	17,00
	t Student	1,44	0,17	0,81	0,40	0,56	0,39	0,37	0,33	0,19
CONVENCIÓN	Agroeco.	0,13	0,66	134,86	43,06	0,50	1,89	0,15	1,78	19,66
	Testigo	0,11	0,63	99,46	69,53	0,44	3,32	0,15	1,18	18,40
	t Student	0,55	0,77	1,48	1,32	0,33	0,85	0,19	1,33	0,66
LA ESPERANZA	Agroeco.	0,19	0,69	169,33	86,66	0,34	1,38	0,21	0,42	12,26
	Testigo	0,15	0,60	144,66	70,66	0,38	0,59	0,18	0,63	13,60
	t Student	1,17	1,19	0,99	0,84	1,09	1,47	1,024	0,806	0,867
LA PLAYA	Agroeco.	0,46	0,95	156,06	100,33	0,38	5,21	0,20	1,02	15,53
	Testigo	0,39	0,86	152,8	117,86	0,48	6,32	0,22	0,99	17,06
	t Student	0,463	0,531	0,09	0,36	0,95	0,438	0,541	0,049	0,590
MUTISCUA	Agroeco.	0,11	0,938	392,2	59,33	0,353	1,89	0,27	1,09	20,66
	Testigo	0,27	1,05	396,0	63,33	0,35	1,97	0,25	0,86	21,93

	t Student	0,849	0,341	0,056	0,15	0,0	-0,06	0,55	0,45	1,06
OCAÑA	Agroeco.	0,35	0,89	113,2	65,33	0,45	4,34	0,21	0,88	17,33
	Testigo	0,4733	0,976	77,2	66,06	0,29	2,88	0,16	1,31	13,6
	t Student	0,60	0,436	1,16	0,024	0,977	0,771	1,172	0,609	1,702*

* Valor significativo para la comparación de medias por la prueba de t de Student para P≤0,05

Con relación a los elementos químicos los análisis entre los modelos agroecológicos dentro de cada municipio (Tabla 44), mostraron que en Arboledas, había diferencias para la variable el contenido de cobre, en Convención para el contenido de hierro, en La Esperanza para el contenido de N-NH_4 y la CIC, en la Playa en el contenido de boro (microelemento importantísimo en la productividad de los cultivos), en Mutiscua para el contenido de cobre y en Ocaña para el contenido de los macroelementos calcio y magnesio (que juegan importantes roles estructurales y funcionales en las plantas como por ejemplo en la fotosíntesis) y también diferencia para el manganeso.

Tabla 44. Resultados del ANOVA para los elementos químicos en los diferentes modelos por municipios del proyecto.

	Modelo	K (meq/100cc)	Ca (meq/100cc)	Mg (meq/100cc)	Na (meq/L)	Al (meq/100cc)	C.I.C (meq/100g)	Cl^- (meq/100L)	P Ppm	N-NH_4 Ppm	N-NO_3 Ppm	S Ppm	Fe Ppm	Mn Ppm	Cu Ppm	Zn Ppm	B Ppm
Arboledas	1 CE-L-M	0,34a	2,92a	0,91a	0,14a	1,85a	14,80a	0,65a	2,30a	5,40a	15,00b	2,80a	169,40a	31,70a	0,24b	2,24a	0,12a
	2 CE-A-M	0,19a	8,15a	1,48a	0,18a	1,08a	18,00a	0,66a	14,70a	6,50a	40.00a	5,10a	147,80a	50,50a	0,36a	2,85a	0,13a
	3 CE-A-F	0,23a	2,83a	0,68a	0,11a	1,34a	18,90a	0,66a	2,20a	5,50a	12,00b	2,30a	165,60a	28,00a	0,27ab	1,68a	0,13a
	CV (%)	98,70	107,25	102,56	52,69	108,04	37,21	15,87	224,62	48,02	88,13	127,40	53,89	116,30	28,85	57,01	33,80
	EE*	0,08	1,57	0,33	0,02	0,49	2,03	0,03	4,55	0,88	6,22	1,37	27,43	13,51	0,03	0,41	0,01
Convención	1 CE-L-M	0,27a	2,59a	1,03a	0,16a	1,29a	17,40a	0,68a	2,00a	16,10a	11,00a	1,40a	124,50ab	67,70a	0,74a	1,44a	0,16a
	2 CE-A-M/F	0,16a	3,87a	1,29a	0,08a	1,78a	18,60a	0,63a	2,00a	12,00a	6,50a	1,60a	76,10b	31,50a	0,34a	0,64a	0,12a

	3 CE-C-P	016a	3,74a	1,90a	0,13a	1,38a	21,10a	0,62a	7,40a	15,50a	7,50a	1,70a	150,90a	69,70a	0,34a	2,40a	0,17a
	CV (%)	93,79	107,80	89,22	70,26	109.20	26,75	16,22	299,38	41,14	51,90	44,13	51,96	96,36	109,38	121,17	41,34
	EE*	0,06	1,16	0,40	0,03	0,40	1,61	0,03	3,60	1,89	1,37	0,22	19,25	17,15	0,16	0,57	0,02
La Esperanza	1 AB-A-M-F	0,14a	5,98b	2,43a	0,19a	0,56a	14,70a	0,63a	3,30a	16,20a	9,60b	2,00a	126,70a	90,90a	0,38a	0,99a	0,17a
	2 AB-L-M	0,20a	6,26b	3,80a	0,15a	0,80a	10,20b	0,71a	8,80a	16,40a	14,00ab	3,10a	158,90a	66,40a	0,38a	1,38a	0,19a
	3 AB-C-P	0,16a	12,10a	3,74a	0,17a	0,29a	13,90ab	0,60a	6,00a	16,80a	21,00a	2,60a	185,40a	78,70a	0,32a	0,59a	0,23a
	CV (%)	66,68	62,51	121,64	47,62	133,14	29,56	29,62	181,33	45,35	64,00	98,13	42,01	66,33	27,78	152,76	31,36
	EE*	0,04	1,61	1,28	0,03	0,23	1,21	0,06	3,46	2,36	3,01	0,80	20,86	16,50	0,03	0,48	0,02
La Playa	1 R-A-F	0,48a	4,14a	1,89a	0,52a	0,62a	18,90a	0,86a	33,70a	13,10a	49,50a	19,20a	201,70a	139,70a	0,42a	6,73a	0,25a
	2 R-A-M	0,38a	3,30a	1,54a	0,30a	1,40a	15,60a	0,85a	23,00a	15,60a	39,50a	20,10a	142,50a	103,00a	0,32a	5,28a	0,15b
	3 R-B-M	0,32a	3,25a	1,10a	0,46a	1,00a	14,40a	1,01a	30,70a	9,80a	57,00a	16,10a	119,10a	84,60a	0,56a	5,30a	0,23ab
	CV (%)	79,19	77,03	107,84	105,54	144,63	42,99	53,46	129,49	58,68	151,15	136,87	56,95	121,80	68,85	122,70	38,43
	EE*	0,10	0,87	0,52	0,14	0,46	2,22	0,15	11,93	2,38	23,26	7,99	27,81	42,02	0,09	2,24	0,03
Mutiscua	1 AL-M-TA	0,35b	6,98a	1,14a	0,08a	1,04a	20,50a	0,81a	39,10a	31,00a	25,00a	3,40a	384,40a	58,50a	0,36ab	0,88a	0,25a
	2 AL-CI-M	0,65a	7,20a	1,46a	0,11a	0,59a	20,60a	0,78a	35,80a	32,00a	50,50a	4,40a	381,70a	53,60a	0,28b	1,05a	0,26a
	3 AL-CI-Z	0,54ab	6,61a	1,00a	0,38a	1,31a	22,80a	1,39a	66,50a	34,90a	50,50a	5,00a	416,30a	70,90a	0,42a	3,87a	0,27a
	CV (%)	49,48	53,37	38,12	255,79	139,86	15,08	90,33	98,88	59,53	101,73	76,92	46,85	120,86	34,67	178,51	40,03
	EE*	0,08	1,17	0,15	0,16	0,44	1,02	0,28	14,74	6,14	13,51	1,04	58,39	23,44	0,04	1,09	0,03

Ocaña	1 NC-A-M	0,30a	8,93a	7,33a	0,21a	0,51b	14,70a	0,83a	12,20ab	13,80a	22,50a	4,30a	108,10a	119,50a	0,22a	4,37a	0,25a
	2 NC-CP	0,38a	3,31b	1,38b	0,36a	2,22a	14,70a	0,79a	1,70b	9,70a	7,50a	8,50a	67,60a	22,80b	0,31a	0,67a	0,16a
	3 NC-A-F	0,39a	6,70ab	1,43b	0,65a	0,57ab	17,00a	1,18a	38,80a	15,10a	38,00a	21,00a	110,20a	56,80ab	0,59a	5,81a	0,16a
	CV (%)	67,35	73,31	90,66	129,03	137,64	40,90	50,19	141,38	69,85	133,53	163,82	89,94	112,80	116,15	133,40	52,27
	EE*	0,08	1,46	0,97	0,17	0,48	2,00	0,15	7,85	2,84	9,57	5,94	27,10	23,43	0,14	1,53	0,03

CE: Cedro, L: Limón, M: Maíz, C: Cacao,, AB: Abarco R: Roble; B: Brevo, AL: Aliso, TA: Tomate de árbol, CI: Ciruelo, Z: Zanahoria, NC: Nogal Cafetero, P: Platano, A: Aguacate, F: Frijol

- Valores de las medias con letras desiguales en las columnas dentro de cada municipio difieren para P<0,05 según prueba de Tukey

El resultado del ANOVA entre las fincas de cada municipio para el contenido de los elementos químicos en los suelos (Tabla 45), arrojó diferencia estadística para los cloruros en Convención, para el calcio, el magnesio y el aluminio en la Esperanza, para el hierro en Mutiscua y para los cloruros en Ocaña.

Tabla 45. Resultados del ANOVA para los elementos químicos en las diferentes fincas por municipios del proyecto.

	Finca	K (meq / 100 cc)	Ca (meq / 100 cc)	Mg (meq / 100 cc)	Na (meq / L)	Al (meq / 100 cc)	C.I.C (meq / 100 g)	Cl- (meq / 100 L)	P Ppm	N - NH4 Ppm	N-NO3 Ppm	S Ppm	Fe Ppm	Mn Ppm	Cu Ppm	Zn Ppm	B Ppm
Arboledas	1	0,42a	3,07a	0,81a	0,14a	1,27a	19,83a	0,69a	2,50a	5,33a	14,16a	3,50a	126,50a	36,83a	0,28a	2,25a	0,13a
	2	0,17a	4,49a	0,80a	0,16a	1,63a	16,16a	0,66a	15,00a	5,16a	32,50a	7,00a	223,00a	33,33a	0,30a	2,51a	0,15a
	3	0,16a	4,41a	1,77a	0,14a	0,90a	11,00a	0,62a	1,66a	5,16a	14,16a	1,83a	143,33a	41,66a	0,25a	1,75a	0,15a
	4	0,21a	6,94a	0,64a	0,14a	1,37a	19,66a	0,65a	9,33a	7,33a	25,00a	2,16a	122,83a	30,83a	0,28a	1,93a	0,10a

	5	0,31a	4,25a	1,11a	0,13a	1,95a	19,50a	0,67a	3,50a	6,00a	25,83a	2,50a	189,00a	41,00a	0,33a	2,83a	0,11a
	CV (%)	97,94	122,41	103,93	56,92	111,66	33,96	15,87	238,85	48,32	104,63	124,04	49,75	123,75	34,48	60,74	33,80
	EE*	0,10	2,32	0,44	0,03	0,65	2,39	0,04	6,24	1,14	9,54	1,72	32,68	18,56	0,04	0,56	0,02
Convención	1	0,14a	1,18a	0,50a	0,10a	2,21a	18,83a	0,74a	1,00a	12,00a	5,83a	1,66a	86,00a	36,16a	1,03a	0,83a	0,11a
	2	0,14a	3,11a	1,81a	0,11a	1,83a	17,83a	0,69ab	1,50a	15,83a	10,83a	1,50a	116,66a	31,00a	0,38a	0,73a	0,16a
	3	0,37a	2,35a	0,98a	0,12a	1,36a	20,66a	0,57b	2,33a	14,00a	8,33a	1,33a	98,33a	53,16a	0,28a	1,51a	0,13a
	4	0,13a	5,99a	1,85a	0,10a	1,28a	18,00a	0,60ab	2,50a	14,83a	6,66a	1,33a	105,50a	57,50a	0,26a	1,93a	0,19a
	5	0,21a	4,38a	1,89a	0,18a	0,72a	19,83a	0,61ab	11,66a	16,00a	10,00a	2,00a	179,33a	103,66a	0,40a	2,45a	0,14a
	CV (%)	88,43	100,18	86,50	70,26	80,89	28,50	13,83	298,46	43,51	54,11	43,29	53,13	93,25	102,42	127,89	41,34
	EE*	0,07	1,39	0,50	0,04	0,49	2,21	0,04	4,63	2,58	1,84	0,28	25,41	21,43	0,20	0,78	0,03
La Esperanza	1	0,23a	10,90ab	3,88b	0,20a	0,60ab	16,33a	0,71a	14,33a	15,50a	16,66ab	4,16a	177,16a	130,66a	0,40a	1,53a	0,16a
	2	0,18a	6,38ab	1,18b	0,19a	0,53ab	13,16a	0,68a	4,66a	19,33a	11,00b	3,50a	160,66a	57,50a	0,31a	1,36a	0,19a
	3	0,19a	8,93ab	1,55b	0,17a	0,15a	10,50a	0,59a	6,00a	14,16a	26,66a	1,83a	170,50a	64,83a	0,40a	1,25a	0,21a
	4	0,09a	11,70a	9,35a	0,15a	0,04a	11,00a	0,64a	3,00a	11,33a	10,00b	1,66a	100,83a	72,66a	0,35a	0,40a	0,19a
	5	0,14a	2,67b	0,65b	0,15a	1,43b	13,66a	0,60a	2,16a	22,00a	10,00b	1,66a	175,83a	67,66a	0,33a	0,38a	0,24a
	CV (%)	64,06	60,86	72,50	47,62	107,20	30,11	30,80	175,83	39,90	58,28	93,45	42,27	59,91	27,78	153,20	31,36
	EE*	0,04	2,02	0,98	0,03	0,24	1,59	0,08	4,33	2,68	3,54	0,98	27,09	19,24	0,04	0,62	0,03

La Playa	1	0,31a	4,19a	1,94a	0,56a	0,85a	12,66a	0,94a	24,33a	12,16a	62,50a	25,33a	191,16a	37,83a	0,51a	5,38a	0,19a
	2	0,37a	3,27a	1,85a	0,33a	1,43a	20,16a	0,69a	37,00a	9,33a	15,00a	7,50a	184,33a	172,33a	0,33a	7,26a	0,28a
	3	0,42a	2,79a	0,64a	0,28a	0,97a	20,50a	0,86a	32,00a	12,16a	56,66a	30,16a	101,00a	27,33a	0,36a	3,48a	0,22a
	4	0,55a	3,85a	2,24a	0,44a	0,95a	17,50a	0,86a	26,50a	19,66a	60,83a	14,33a	162,16a	169,50a	0,45a	7,65a	0,21a
	5	0,34a	3,70a	0,87a	0,51a	0,83a	10,66a	1,18a	25,83a	10,83a	48,33a	15,00a	133,50a	138,50a	0,50a	5,06a	0,17a
	CV (%)	81,13	79,66	104,93	109,08	152,37	38,03	53,00	134,47	56,56	152,90	134,13	59,56	111,64	73,35	124,84	41,09
	EE*	0,13	1,16	0,65	0,19	0,63	2,53	0,20	15,99	2,96	30,38	10,11	37,55	49,72	0,13	2,94	0,04
Mutiscua	1	0,66a	9,25a	1,37a	0,11a	0,09a	21,50a	0,97a	46,66ab	19,66a	74,16a	4,50a	301,50bc	129,00a	0,46a	1,95a	0,25a
	2	0,48a	4,39b	1,08a	0,10a	1,73a	20,16a	0,78a	43,00ab	44,00a	18,33a	3,33a	223,66c	34,16ab	0,31a	0,80a	0,22a
	3	0,59a	6,96ab	1,35a	0,59a	1,20a	21,33a	1,69a	102,33a	40,16a	61,66a	5,16a	473,83ab	80,00ab	0,38a	5,46a	0,32a
	4	0,36a	4,06b	0,92a	0,08a	1,50a	22,33a	0,74a	21,50b	30,66a	22,50a	3,33a	573,50a	15,16b	0,30a	0,43a	0,27a
	5	0,45a	10,00a	1,28a	0,06a	0,39a	21,16a	0,78a	22,16b	28,66a	33,33a	5,00a	398,16abc	48,33ab	0,30a	1,01a	0,23a
	CV (%)	53,15	40,27	40,40	251,61	131,05	16,20	90,61	83,00	54,92	94,05	79,13	34,82	104,32	35,80	172,11	40,03
	EE*	0,11	1,14	0,20	0,20	0,53	1,41	0,37	15,97	7,32	16,13	1,38	56,03	26,12	0,05	1,36	0,04
Ocaña	1	0,65b	7,59a	6,56a	0,43a	0,25a	16,50a	0,82ab	24,33a	19,00a	17,50a	11,00ab	136,16a	86,33a	0,26a	2,68a	0,21a
	2	0,31a	6,31a	1,78a	0,20a	0,01a	17,16a	0,88ab	16,33a	7,66a	26,66a	5,83ab	80,00a	119,50a	0,26a	6,20a	0,22a
	3	0,29a	6,01a	1,50a	0,11a	1,80a	19,00a	0,74a	6,83a	13,50a	10,00a	2,33a	63,33a	18,00a	0,31a	3,23a	0,18a

	4	0,35ab	7,73a	4,16a	0,93a	1,27a	11,33a	1,48b	35,83a	8,66a	36,66a	33,66b	104,83a	61,50a	0,66a	4,81a	0,19a
	5	0,19a	3,92a	2,88a	0,36a	2,18a	13,33a	0,74a	4,50a	15,50a	22,50a	4,50a	92,00a	43,16a	0,35a	1,15a	0,14a
	CV (%)	53,60	82,69	116,11	139,70	66,30	38,51	45,54	160,87	65,98	144,96	148,15	91,89	122,32	121,58	143,97	54,83
	EE*	0,08	2,13	1,60	0,20	0,63	2,43	0,17	11,54	3,47	13,41	6,94	35,74	32,81	0,19	2,13	0,04

- Valores de las medias con letras desiguales en las columnas dentro e cada municipio difieren para P<0,05 según prueba de Tukey

Esta situación de las diferencias entre fincas y entre modelos evidenció la necesidad de profundizar en la interacción entre fincas modelos dentro de cada municipio, con énfasis en las diferencias que podrían presentarse dentro de las fincas del mismo modelo.

El resultado del Análisis de varianza para las variables agroquímicas entre modelos agroecológicos en los diferentes municipios (Tabla 46) mostró diferencia para el CE y el porcentaje de arena en Arboledas, para el porcentaje de arena y limo en la Esperanza y la Conductibilidad Eléctrica (CE) y la saturación de bases en Ocaña.

Tabla 46. Resultados del ANOVA para los elementos agroquímicos en los diferentes modelos por municipios del proyecto.

	Modelo	P.H	C.E m.S/cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	M. Orgánica %	C TOT	Sat. Humedad %	Sat. % Bases %	Densidad A. g/cc
Arboledas	1 CE-L-M	5,01a	0,16b	40,90a	45,70a	13,40a	5,89a	3,37a	51,50a	32,10a	1,09a
	2 CE-A-M	5,09a	0,33a	36,50a	47,20a	16,50a	6,87a	4,00a	53,10a	74,44a	1,05a
	3 CE-A-F	5,12a	0,18b	22,00a	67,20a	10,20a	8,22a	4,77a	58,40a	26,78a	0,94a
	CV (%)	12,37	59,63	77,85	39,22	76,68	52,09	52,21	13,41	104,49	15,36
	EE*	0,20	0,04	8,16	6,62	3,24	1,15	0,67	2,30	14,68	0,05
Convención	1 CE-LT-MP	5,20a	0,14a	36,40a	40,20a	23,50a	4,21b	2,44b	49,30a	20,85a	1,12a
	2 CE-ACH-MP/FR	5,04a	0,09b	28,30a	42,90ab	28,90a	3,14ab	1,82ab	48,20a	34,27a	1,10a
	3 CE-C-PH	5,14a	0,13ab	15,20a	52,30b	32,60a	2,94a	1,70a	48,30a	36,75a	1,10a
	CV (%)	9,06	36,15	75.48	23,19	45,99	32,48	32,46	13,16	109,68	12,06
	EE*	0,15	0,01	6,36	3,31	4,12	0,35	0,20	2,02	10,62	0,04

Esperanza	1 AB-ACH-MP-FR	5,43a	0,19a	37,80ab	45,60ab	16,60a	3,55a	2,06a	47,40a	73,67a	1,15b
	2 AB-LT-M	5,43a	0,21a	60,10b	29,90a	10,20a	45,18a	1,86a	38,00b	136,65a	1,40a
	3 AB-C-PH	5,66a	0,23a	26,60a	64,10b	7,70a	3,66a	2,11a	44,60ab	117,09a	1,17b
	CV (%)	11,58	71,96	49,84	46,34	80,04	439,88	25,84	14,76	95,91	14,12
	EE*	0,20	0,05	6,54	6,82	3,00	24,30	0,16	2,02	33,10	0,06
La Playa	1 R-A-F	5,57a	0,39a	33,30a	36,50a	30,30a	3,41a	1,98a	41,03a	40,84a	1,16a
	2 R-A-M	5,27a	0,43a	42,40a	35,10a	22,50a	3,04a	1,76a	43,40a	47,15a	1,31a
	3 R-B-M	5,35a	0,54a	47,40a	31,50a	21,00a	2,87a	1,61a	41,50a	45,53a	16,07a
	CV (%)	11,71	110,83	64,96	41,97	60,43	17,63	21,00	23,43	81,30	435,86
	EE*	0,20	0,16	8,43	4,56	4,70	0,17	0,12	3,11	11,44	8,53
Mutiscua	1 AL-M-TA	5,47a	0,23a	29,90a	60,10a	10,30a	10,40a	6,03a	51,20a	42,67a	0,99a
	2 AL-CI-M	5,39a	0,37a	16,00a	68,00a	16,00a	7,48a	4,34a	52,30a	48,34a	1,01a
	3 AL-CI-Z	5,25a	0,40	17,80a	61,30a	17,80a	9,50a	4,91a	51,60a	36,55a	1,04a
	CV (%)	10,49	77,22	77,37	23,96	57,87	34,96	34,24	9,78	52,05	12,05
	EE*	0,18	0,08	5,46	4,78	2,69	1,01	0,55	1,60	7,00	0,04
Ocaña	1 NC-A-M	5,75a	0,23ab	40,50a	40,20a	19,60a	3,29a	1,90a	44,40a	177,14a	13,26a
	2 NC-CP	5,20a	0,18a	43,00a	36,10a	20,00a	3,17a	1,83a	45,40a	43,37b	1,26a
	3 NC-A-F	5,70a	0,46b	31,20a	43,50a	25,80a	2,85a	1,65a	42,10a	53,15b	1,27a
	CV (%)	11,42	84,21	66,35	41,66	70,81	31,94	32,11	12,13	107,26	414,88
	EE*	0,20	0,08	8,02	5,26	4,88	0,31	0,18	1,69	30,94	6,91

CE: Cedro, L: Limón, M: Maíz, C: Cacao, AB: Abarco R: Roble; B: Brevo, AL: Aliso, TA: Tomate de árbol, CI: Ciruelo, Z: Zanahoria, NC: Nogal Cafetero, P: Platano, A: Aguacate, F: Frijol

- Valores de las medias con letras desiguales en las columnas dentro e cada municipio difieren para P<0,05 según prueba de Tukey

El resultado del ANOVA para las variables agroquímicas entre las fincas en los diferentes municipios (Tabla 47) puso de manifiesto diferencia estadística para el porcentaje de arena y limo en la Playa y para el carbono total y la saturación de bases en Mutiscua. Es de señalar que diferencias entre el carbono total puede tener gran influencia en la biota del suelo de las fincas.

Tabla 47. Resultados del ANOVA para los elementos agroquímicos en las diferentes fincas por municipios del proyecto.

	Finca	P.H	C.E m.S/cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	M. Organica %	C TOT	Sat. Humedad %	Sat. % Bases %	Densidad A. g/cc
Arboledas	1	5,22a	0,25a	18,66a	63,83a	16,33a	8,47a	4,86a	58,33a	33,22a	0,91a
	2	4,97a	0,23a	39,33a	47,33a	13,33a	6,01a	3,49a	52,33a	42,46a	1,07a
	3	5,17a	0,17a	54,00a	39,50a	6,83a	4,62a	2,68a	49,83a	66,23a	1,15a
	4	5,09a	0,23a	32,66a	53,66a	13,83a	9,34a	5,41a	55,00a	39,65a	1,03a
	5	4,93a	0,23a	21,00a	62,50a	16,50a	6,52a	3,78a	56,16a	40,64a	0,97a
	CV (%)	12,66	70,27	73,77	41,36	77,26	49,45	49,81	13,92	117,36	14,73
	EE*	0,26	0,06	9,98	9,01	4,22	1,41	0,82	3,09	21,29	0,06
Convención	1	4,96a	0,11a	28,00a	45,00a	27,16a	3,46a	2,01a	49,16a	11,14a	1,11a
	2	4,91a	0,11a	33,50a	41,66a	24,83a	3,87a	2,25a	47,83a	27,73a	1,11a
	3	5,01a	0,11a	22,00a	45,50a	32,50a	3,61a	2,09a	49,66a	16,73a	1,10a
	4	5,22a	0,11a	25,83a	48,66a	25,50a	3,10a	1,80a	46,66a	51,69a	1,14a
	5	5,53a	0,15a	23,83a	44,83a	31,66a	3,10a	1,79a	49,66a	45,84a	1,08a
	CV (%)	8,18	44,28	84,71	26,64	48,40	36,93	36,90	13,46	101,99	12,39
	EE*	0,17	0,02	9,21	4,91	5,60	0,52	0,30	2,67	12,75	0,06
Esperanza	1	5,47ab	0,29a	21,50a	64,00a	14,66a	4,04a	2,34a	42,33a	103,05b	1,12a
	2	5,48ab	0,27a	56,00a	27,83a	16,16a	73,76a	2,20a	39,66a	64,79b	1,35a
	3	5,75a	0,22a	45,50a	47,66a	5,33a	3,17a	1,84a	43,33a	103,38b	1,19a
	4	5,99a	0,13a	37,83a	58,33a	4,50a	3,65a	2,09a	44,66a	246,38a	1,33a
	5	4,84b	0,15a	46,66a	34,83a	18,50a	2,72a	1,58a	46,66a	28,10b	1,23a
	CV (%)	9,53	68,89	55,72	48,67	71,12	439,22	23,18	17,31	71,45	16,03
	EE*	0,21	0,06	9,44	9,25	3,44	31,33	0,19	3,06	31,84	0,08
La	1	5,39a	0,48a	54,00ab	27,00ab	19,00a	2,59a	1,42a	38,50a	54,89a	1,35a
	2	5,35a	0,20a	22,83a	46,33b	30,83a	3,04a	1,76a	38,71a	37,93a	1,15a

	3	5,52 a	0,58a	28,33 ab	37,16 ab	34,3 3a	3,43a	1,99 a	47,33a	21,51 a	1,12a
	4	5,35 a	0,51a	36,66 ab	37,16 ab	26,3 3a	3,06a	1,77 a	44,00a	50,56 a	25,86a
	5	5,38 a	0,50a	63,33 b	24,16 a	12,5 0a	3,43a	1,99 a	41,33a	57,65 a	1,44a
	CV (%)	12,3 8	111,9 0	55,88	36,10	55,0 1	16,72	19,9 3	22,88	78,13	436,06
	EE*	0,27	0,21	9,36	5,06	5,53	0,21	0,15	3,92	14,20	11,01
Mutiscua	1	5,75 a	0,48a	8,50a	73,50 a	18,1 6a	7,07a	4,10 ab	49,00a	56,15 b	1,00a
	2	5,24 ab	0,20a	22,66 a	62,50 a	14,8 3a	7,94a	3,77 a	52,33a	31,25 ab	1,02a
	3	5,36 ab	0,53a	26,50 a	62,83 a	11,0 0a	10,71a	6,21 ab	53,16a	42,68 ab	0,96a
	4	4,89 b	0,20a	31,83 a	55,00 a	13,1 3a	11,50a	6,67 b	51,33a	23,74 a	1,04a
	5	5,61 ab	0,25a	22,00 a	61,83 a	16,1 6a	8,42a	4,71 ab	52,66a	58,78 b	1,04a
	CV (%)	9,25	70,07	76,22	23,46	62,0 8	33,52	29,7 2	9,72	42,96	12,45
	EE*	0,20	0,10	6,94	6,05	3,73	1,25	0,62	2,05	7,46	0,05
Ocaña	1	5,65 a	0,25a	35,83 a	40,00 a	25,1 6a	2,88a	1,64 a	43,50a	110,0 1a	1,28a
	2	5,94 a	0,28a	30,00 a	44,00 a	24,5 0a	3,66a	2,14 a	45,00a	69,27 a	21,21a
	3	5,50 a	0,19a	27,66 a	41,33 a	31,1 6a	3,02a	1,73 a	44,66a	38,66 a	1,20a
	4	5,71 a	0,49a	48,16 a	40,83 a	11,1 6a	2,71a	1,57 a	43,16a	165,5 4a	1,33a
	5	4,93 a	0,25a	49,50 a	33,50 a	17,0 0a	3,25a	1,89 a	43,50a	72,62 a	1,29a
	CV (%)	10,9 4	90,74	65,51	43,03	66,2 8	31,79	31,6 7	12,94	122,6 4	414,99
	EE*	0,25	0,11	10,22	7,02	5,90	0,40	0,23	2,32	45,67	8,92

- Valores de las medias con letras desiguales en las columnas dentro e cada municipio difieren para P<0,05 según prueba de Tukey

El ANOVA para la interacción fincaxmodelo agroecológico para los elementos químicos en el municipio Arboledas muestra diferencia estadística para el calcio, el magnesio, el sodio, la CIC, la concentración de N-NO_3, el hierro y el zinc (Tabla 48). Un análisis más detallado dentro de las fincas de cada modelo refleja que para el calcio y el magnesio hay diferencia estadística en el modelo 2, para la CIC hay diferencia entre las fincas para los modelos 1 y 3, en la concentración de N-NO_3 en el modelo 2, para el hierro dentro del modelo 3, y para el zinc en el modelo 2. Esto refleja que de alguna forma en los tres modelos agroecológicos de Arboledas se partió de condiciones nutricionales no uniformes entre las fincas en varias variables químicas de los suelos, que podrían variar, pero no desde el punto de vista estadístico. Esto tendrá que tenerse en cuenta al momento de los análisis estadísticos y en

los resultados finales de cada finca, ya que cada finca podría ser un caso diferente, aunque se siembre el mismo modelo.

Tabla 48. Resultados del ANOVA de los elementos químicos para las interacciones fincaXmodelo en el municipio Arboledas.

Finca	modelo	K)	Ca	Mg	Na	Al	C.I.C	Cl-	P	N - NH4	N-NO3	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
		meq / 100 cc o g y Na y Cl (meq / 100 L)							ppm								
1	Modelo 1	1,01a	7,51bcd	1,72b	0,11ab	0,01a	11,5b	0,76a	4,5a	8,0a	30,0ab	7,5ab	146,5b	96,5b	0,25a	2,4ab	0,10a
2		0,16b	1,18d	0,48b	0,08b	1,95a	15,5ab	0,60a	1,0a	2,0a	5,0b	2,0b	107,0b	19,0bc	0,20a	0,6b	0,14a
3		0,05b	0,95d	0,40b	0,17ab	1,50a	10,0b	0,60a	1,0a	6,0a	5,0b	1,0b	227,5ab	2,0c	0,25a	3,7ab	0,16a
4		0,21b	1,68cd	0,72b	0,13ab	1,75a	10,5b	0,60a	1,0a	7,0a	12,5b	1,0b	127,0b	34,0abc	0,15a	2,0ab	0,09a
5		0,31b	3,31bcd	1,25b	0,23ab	4,05a	26,5a	0,70a	4,0a	4,0a	22,5ab	2,0b	239,0ab	6,5c	0,35a	2,3ab	0,15a
1	Modelo 2	0,09b	0,61d	0,23b	0,27a	3,20a	26,0a	0,62a	1,5a	3,0a	7,5b	2,b	160,0b	4,0c	0,40a	2,3ab	0,17a
2		0,22b	10,82ab	1,58b	0,20ab	0,20a	13,0ab	0,72a	43,0a	6,5a	80,0a	16,5a	170,5b	77,5abc	0,35a	3,8ab	0,19a
3		0,25b	9,98bc	4,28a	0,21ab	0,21a	11,0b	0,70a	3,0a	6,00a	32,5ab	2,0b	127,0b	110,0a	0,30a	0,8b	0,18a
4		0,33b	18,53a	0,94b	0,11ab	0,01a	23,0ab	0,76a	25,0a	8,50a	50,0ab	3,5b	141,5b	50,abc	0,35a	2,7ab	0,11a
5		0,09b	0,85d	0,42b	0,13ab	1,81a	16,5ab	0,54a	1,0a	8,50a	30,0ab	1,5b	140,0b	11,00c	0,40a	4,5a	0,06a
1	Modelo 3	0,18b	1,11d	0,49b	0,05b	0,61a	22,0ab	0,70a	1,5a	5,00a	5,0b	1,0b	73,0b	10,00c	0,20a	1,9ab	0,14a
2		0,15b	1,51d	0,35b	0,23ab	2,75a	20,0ab	0,66a	1,0a	7,00a	12,5b	2,0b	391,5a	3,00c	0,35a	3,1ab	0,14a
3		0,20b	2,31cd	0,66b	0,05b	1,01a	11,5b	0,57a	1,0a	3,50a	5,0b	2,5b	75,5b	13,00c	0,20a	0,6b	0,14a
4		0,12b	0,64d	0,27b	0,21ab	2,35a	25,5a	0,60a	2,0a	6,50a	12,5b	2,0b	100,0b	8,50c	0,35a	1,0b	0,12a
5		0,55ab	8,61bcd	1,67b	0,06b	0,01a	15,5ab	0,78a	5,5a	5,50a	25,0ab	4,0b	188,0b	105,5a	0,25a	1,6ab	0,15a
CV (%)		48,97	45,01	45,2	30,36	83,2	19,68	14,3	21,0,	46,0	64,63	79,2	26,25	56,39	26,7	38,4	23,9
EE*		0,01	3,08	0,15	0,00	1,00	8,13	0,01	127,9	5,04	147,31	5,14	1262,1	303,35	0,00	0,53	0,00

- Valores de las medias con letras desiguales en las columnas dentro e cada municipio difieren para P<0,05 según prueba de Tukey

El ANOVA para la interacción fincaxmodelo agroecológico para las variables agroquímicas en el municipio Arboledas, refleja diferencia estadística para el pH y el porcentaje de arcilla, de limo y materia orgánica (Tabla 49). Un análisis ya dentro de las fincas de cada modelo muestra que en cuanto al pH hay diferencia entre los valores en el modelo 2, para el porcentaje de arcilla en los modelos 1 y 2 y para el porcentaje de materia orgánica en el modelo 2.

Tabla 49. Resultados del ANOVA de los elementos agroquímicos para las interacciones fincaXmodelo en el municipio Arboledas.

Finca	modelo	P.H	C.E m.S/cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	M. Organica %	C.O. %	Sat. Humedad %	Sat. % Bases %	Densidad A. g/cc
1	Modelo 1	5,95a	0,28a	31,00a	58,00ab	11,00ab	6,33bc	3,46bc	51,00abcd	87,83a	1,10bcde
2		4,98ab	0,06a	47,00a	32,50ab	20,50ab	3,77bc	2,19bc	51,50abcd	12,91a	1,12bcde
3		4,64ab	0,11a	64,00a	28,00ab	8,00b	4,10bc	2,37bc	39,50d	13,28a	1,37a
4		4,81ab	0,11a	57,50a	36,50ab	6,50b	4,82bc	2,80bc	53,50abcd	28,01a	1,08bcde
5		4,72ab	0,25a	5,00a	73,50ab	21,50a	10,44ab	6,06ab	62,00ab	18,48a	0,80f
1	Modelo 2	4,34b	0,19a	4,50a	59,00ab	37,00a	4,95bc	2,96bc	57,00abc	3,62a	0,90ef
2		5,45ab	0,50a	66,00a	23,00b	11,00ab	6,41bc	3,72bc	45,00cd	103,76a	1,18ab
3		5,49ab	0,37a	60,50a	32,50ab	7,50b	5,51bc	3,20bc	51,50abcd	143,71a	1,17abc
4		5,93a	0,40a	37,50a	49,50ab	13,00ab	14,10a	8,18a	52,50abcd	86,88a	1,08bcde
5		4,45ab	0,22a	14,00a	72,00ab	14,00ab	3,41c	1,98c	59,50abc	34,27a	0,97bcdef
1	Modelo 3	5,40ab	0,28a	20,50a	74,50ab	1,00b	14,13a	8,19a	67,00a	8,22a	0,74f
2		4,51ab	0,15a	5,00a	86,50a	8,50b	7,88abc	4,57abc	60,50abc	10,74a	0,93def
3		5,40ab	0,06a	37,50a	58,00ab	5,00b	4,28bc	2,48bc	58,50abc	41,73a	0,94cdef
4		4,55ab	0,19a	3,00a	75,00ab	22,50ab	9,12abc	5,29abc	59,00abc	4,07a	0,94bcdef
5		5,64ab	0,23a	44,00a	42,00ab	14,00ab	5,74bc	3,33bc	47,00bcd	69,18a	1,16abcd
CV (%)		7,55	52,59	53,93	27,79	52,87	24,51	25,09	7,51	80,08	6,14
EE*		0,10	0,01	225,76	155,54	35,50	2,08	0,73	11,79	895,72	0,003

- Valores de las medias con letras desiguales en las columnas difieren para P<0,05 según prueba de Tukey

Esta información empeora la situación referida de la no uniformidad de las condiciones iniciales de los suelos en las fincas de los modelos 1 y 2 de Arboledas

El análisis de varianza para la interacción fincaxmodelo agroecológico para los elementos químicos en el municipio Convención, refleja diferencia estadística para el calcio, el sodio, la concentración de N-NO_3, el manganeso, el hierro y el cobre (Tabla 50). Un análisis dentro de las fincas de cada modelo muestra que para el calcio y el magnesio hay diferencia estadística en la concentración de N-NO_3 en el modelo 1, para el hierro dentro del modelo 3, y para el manganeso y el cobre en el modelo 1. Esto refleja que en los modelos agroecológicos 1 y 2 de Convención se partió de condiciones nutricionales no uniformes entre las fincas en algunas variables químicas de los suelos, que podrían variar, pero no desde el punto de vista estadístico. Esto tendrá que tenerse en cuenta en los resultados finales de cada finca, ya que algunas fincas podrían ser una variante diferente, aunque se siembre el mismo modelo.

Tabla 50. Resultados del ANOVA de los elementos químicos para las interacciones fincaXmodelo en el municipio Convención.

Finca	modelo	K (meq / 100 cc)	Ca (meq / 100 cc)	Mg (meq / 100 cc)	Na (meq / L)	Al (meq / 100 cc)	C.I.C (meq / 100 g)	Cl- (meq / 100 L)	P Ppm	N - NH4 Ppm	N-NO3 Ppm	S Ppm	Fe Ppm	Mn Ppm	Cu Ppm	Zn Ppm	B Ppm
1	Modelo 1	0,18b	2,06b	0,87a	0,14b	1,30a	14,00a	0,82a	1,00a	13,00a	5,00b	2,00a	103,50ab	93,50ab	2,40a	1,15a	0,14a
2		0,15b	0,84b	0,24a	0,21ab	2,80a	12,50a	0,76a	2,50a	22,00a	20,00a	1,00a	131,50ab	3,50b	0,40b	0,80a	0,17a
3		0,75a	4,16b	1,83a	0,23ab	0,11a	23,50a	0,60a	4,50a	10,00a	10,00ab	1,50a	93,00ab	75,50ab	0,35b	2,55a	0,18a
4		0,16b	0,81b	0,26a	0,14b	1,85a	18,00a	0,58a	1,00a	13,00a	5,00b	1,50a	74,00ab	4,50b	0,20b	0,65a	0,22a
5		0,14b	5,10b	1,95a	0,09b	0,41a	19,00a	0,68a	1,00a	22,50a	15,00ab	1,00a	220,50ab	161,50a	0,35b	2,05a	0,15a
1	Modelo 2	0,11b	0,36b	0,24a	0,13b	2,70a	19,00a	0,76a	1,00a	11,50a	7,50b	2,00a	57,50ab	6,00b	0,35b	0,40a	0,10a
2		0,10b	2,59b	1,57a	0,05b	2,50a	21,00a	0,64a	1,00a	10,00a	7,50b	1,50a	110,00ab	40,50ab	0,40b	0,75a	0,13a
3		0,18b	0,54b	0,26a	0,08b	2,00a	13,00a	0,56a	1,50a	13,50a	5,00b	1,50a	27,00b	10,00ab	0,30b	0,95a	0,11a
4		0,10b	13,43a	3,24a	0,09b	0,01a	14,00a	0,64a	5,50a	13,00a	7,50b	1,00a	103,50ab	77,00ab	0,30b	0,40a	0,16a
5		0,37ab	2,46b	1,16a	0,11b	1,70a	26,00a	0,56a	1,00a	12,00a	5,00b	2,00a	82,50ab	24,00ab	0,35b	0,70a	0,12a
1	Modelo	0,15b	1,13b	0,40a	0,05b	2,65a	23,50a	0,66a	1,00a	11,50a	5,00b	1,00a	97,00ab	9,00ab	0,35b	0,95a	0,12a
2		0,20ab	5,89ab	3,63a	0,09b	0,20a	20,00a	0,68a	1,00a	15,50a	5,00b	2,00a	108,50ab	49,00ab	0,35b	0,65a	0,20a

3		0,19b	2,35b	0,87a	0,08b	2,00a	25,50a	0,56a	1,00a	18,50a	10,00ab	1,00a	175,00ab	74,00ab	0,20b	1,05a	0,14a
4		0,14b	3,74b	2,06a	0,08b	2,00a	22,00a	0,60a	1,00a	18,50a	7,50b	1,50a	139,00ab	91,00ab	0,30b	4,75a	0,22a
5		0,15b	5,59ab	2,59a	0,37a	0,06a	14,50a	0,60a	33,00a	13,50a	10,00ab	3,00a	235,00a	125,50ab	0,50b	4,60a	0,18a
CV(%)		68,14	60,08	62,	43,03	62,0	18,23	13,8	288,7	43,88	30,98	34,9	43,62	68,24	24,0	119,5	50,6
EE*		0,01	2,96	0,55	0,00	0,60	8,51	0,01	85,14	28,76	4,71	0,21	1846,66	1043,57	0,01	2,25	0,004

- Valores de las medias con letras desiguales en las columnas difieren para P<0,05 según prueba de Tukey

El ANOVA para la interacción fincaxmodelo agroecológico para las variables agroquímicas en el municipio Convención, muestra diferencia estadística para la conductibilidad eléctrica y el porcentaje de arcilla, de limo y de saturación de bases (Tabla 51). Un análisis dentro de las fincas de cada modelo muestra que para el porcentaje de saturación de bases hay diferencia entre los valores en los modelos 2 y 3, lo que se adiciona a las diferencias encontradas entre las fincas en los contenidos de los elementos químicos para los modelos 1 y 2.

Tabla 51. Resultados del ANOVA de los elementos agroquímicos para las interacciones fincaXmodelo en el municipio Convención.

Finca	modelo	P.H	C.E m.S/cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	M. Organica %	C.O. %	Sat. Humedad %	Sat. % Bases %	Densidad A. g/cc
1	Modelo 1	5,18a	0,10abc	44,50ab	36,50a	19,00ab	2,96b	1,72b	45,50a	21,99c	1,19a
2		4,62a	0,17abc	66,00a	26,00a	8,00b	6,56a	3,81a	52,00a	9,81c	1,14a
3		5,57a	0,16abc	17,50ab	42,50a	40,00ab	3,65b	2,12b	45,50a	28,95c	1,09a
4		5,20a	0,10abc	31,00ab	46,00a	23,00ab	4,49ab	2,60ab	48,50a	7,26c	1,10a
5		5,47a	0,21a	23,00ab	50,00a	27,50ab	3,42b	1,98b	55,00a	36,29bc	1,09a
1	Modelo 2	4,91a	0,12abc	30,50ab	43,50a	26,00ab	4,01ab	2,33ab	50,00a	4,21c	1,12a
2		4,72a	0,10abc	18,00ab	45,50a	36,50ab	2,91b	1,69b	48,50a	24,50c	1,06a
3		4,75a	0,06c	46,00ab	42,00a	12,00b	4,42ab	2,57ab	49,50a	7,58c	1,18a
4		5,59a	0,14abc	43,00ab	36,50a	20,50ab	2,11b	1,23b	38,00a	119,82a	1,30a
5		5,25a	0,07c	4,00b	47,00a	49,50a	2,30b	1,33b	55,00a	15,29c	0,88a
1	M	4,81a	0,13abc	9,00b	55,00a	36,50ab	3,44b	2,00b	52,00a	7,23c	1,03a

2		5,42 a	0,08bc	16,50 ab	53,50 a	30,00 ab	2,17b	1,26b	43,00a	48,90 bc	1,15a
3		4,72 a	0,14a bc	2,50b	52,00 a	45,50 a	2,79b	1,62b	54,00a	13,67c	1,05a
4		4,89 a	0,12a bc	3,50b	63,50 a	33,00 ab	2,72b	1,58b	53,50a	28,01c	1,03a
5		5,90 a	0,20a b	44,50 ab	37,50 a	18,00 ab	3,59b	2,09b	39,00a	85,95 ab	1,29a
CV (%)		6,40	25,56	53,45	21,54	28,66	18,74	18,72	8,87	41,04	9,85
EE*		0,08	0,001	143,2 8	66,84	46,62	0,29	0,10	13,15	111,7 4	0,01

Valores de las medias con letras desiguales en las columnas difieren para P<0,05 según prueba de Tukey

El ANOVA para la interacción fincaxmodelo agroecológico para los elementos químicos en el municipio La Esperanza pone en evidencia diferencia estadística para la concentración del aluminio, la capacidad de intercambio catiónico y la concentración del manganeso (Tabla 52). Un análisis de las fincas dentro de cada modelo refleja para el aluminio hay diferencia entre las fincas para el modelo 2 y para el manganeso dentro de los modelos 1 y 3. Esto refleja que en los tres modelos agroecológicos de La Esperanza se partió de condiciones no uniformes entre las fincas en al menos una variable química de los suelos. Esto tendrá que tenerse en cuenta al momento de los análisis estadísticos y en los resultados finales de cada finca, ya que cada finca podría ser un caso diferente, aunque se siembre el mismo modelo, sobre todo en el caso del aluminio que puede causar toxicidad a las plantas en alta concentración e interferir la absorción de otros nutrientes.

Tabla 52. Resultados del ANOVA de los elementos químicos para las interacciones finca x modelo en el municipio La Esperanza.

Finca	modelo	K (meq / 100 cc)	Ca (meq / 100 cc)	Mg (meq / 100 cc)	Na (meq / L)	Al (meq / 100 cc)	C.I.C (meq / 100 g)	Cl- (meq / 100 L)	P Ppm	N - NH4 Ppm	N-NO3 Ppm	S Ppm	Fe Ppm	Mn Ppm	Cu Ppm	Zn Ppm	B Ppm
1	Modelo 1	0,10 a	6,26 bc	3,61bc	0,21 a	1,50ab	22,50a	0,62 a	1,00a	9,50a	7,50a	2,00a	137,00 a	69,00ab	0,40 a	0,40a	0,14 a
2		0,19 a	5,57c	1,32c	0,26 a	0,46bc	12,50ab	0,84 a	4,50a	14,00 a	5,50a	3,50a	139,00 a	95,00ab	0,30 a	2,70a	0,16 a
3		0,22 a	9,22 abc	1,66c	0,20 a	0,21bc	11,00ab	0,60 a	8,50a	16,50 a	25,00 a	1,50a	148,50 a	81,00ab	0,50 a	0,75a	0,21 a
4		0,10 a	6,32 abc	5,08bc	0,18 a	0,11bc	13,50ab	0,60 a	1,50a	14,00 a	5,00a	1,50a	100,00 a	68,00ab	0,40 a	0,70a	0,18 a

5		0,11a	2,54c	0,49c	0,14a	0,55bc	14,00ab	0,50a	1,00a	27,00a	5,00a	1,50a	109,00a	141,50ab	0,30a	0,40a	0,21a
1	Modelo 2	0,42a	7,92abc	2,07bc	0,19a	0,31bc	11,00ab	0,96a	30,00a	19,50a	22,50a	7,50a	243,50a	151,50a	0,40a	3,90a	0,16a
2		0,17a	1,37c	0,59c	0,06a	1,15abc	14,50ab	0,56a	2,00a	28,00a	7,50a	2,00a	189,50a	11,00b	0,35a	1,10a	0,20a
3		0,16a	7,56abc	1,18c	0,12a	0,26bc	8,00b	0,54a	4,00a	8,50a	30,00a	2,00a	128,00a	66,50ab	0,35a	1,10a	0,17a
4		0,08a	10,22abc	14,11a	0,18a	0,01c	6,00b	0,82a	4,50a	8,50a	5,00a	2,00a	105,50a	56,50ab	0,35a	0,30a	0,26a
5		0,20a	4,26c	1,09c	0,24a	2,3a	11,50ab	0,70	3,50a	17,50a	5,00a	2,00a	128,00a	46,50ab	0,45a	0,50a	0,21a
1	Modelo 3	0,19a	18,53ab	5,97bc	0,23a	0,01c	15,50ab	0,56a	12,00a	17,50a	20,00a	3,00a	151,00a	171,50a	0,40a	0,30a	0,20a
2		0,21a	12,195abc	1,65c	0,27a	0,01c	12,50ab	0,66a	7,50a	16,00a	20,00a	5,00a	153,50a	66,50ab	0,30a	0,30a	0,24a
3		0,22a	10,015abc	1,84c	0,20a	0,01c	12,50ab	0,64a	5,50a	17,50a	25,00a	2,00a	235,00a	47,00ab	0,35a	1,90a	0,27a
4		0,10a	18,575a	14,11ab	0,11a	0,01c	13,50ab	0,52a	3,00	11,50a	20,00a	1,50a	97,00a	93,50ab	0,30a	0,20a	0,15a
5		0,14a	1,215c	0,40c	0,08a	1,45ab	15,50ab	0,62a	2,00a	21,50a	20,00a	1,50a	290,50a	15,00b	0,25a	0,25a	0,31a
CV (%)		64,06	37,87	52,46	40,25	64,21	22,50	30,41	186,03	35,72	47,18	100,34	33,38	42,12	29,13	149,43	31,36
EE*		0,01	6,68	2,15	0,00	0,09	5,99	0,03	89,07	24,47	34,79	4,69	1942,14	776,40	0,01	1,54	0,003

Valores de las medias con letras desiguales en las columnas difieren para P<0,05 según prueba de Tukey

El ANOVA para la interacción fincaxmodelo agroecológico para las variables agroquímicas en el municipio La Esperanza, muestra diferencia estadística para el pH y el porcentaje de limo y arcilla, el contenido de carbono orgánico, la saturación de humedad, la saturación de bases y la densidad aparente (Tabla 53). Un análisis ya dentro de las fincas de cada modelo se evidencia que en cuanto al pH hay diferencia entre los valores en el modelo 2, para los porcentajes de limo y arcilla en el modelo 3, para el porcentaje de carbono orgánico en el

modelo 3 y para la saturación de humedad, la saturación de bases y la densidad aparente en el modelo 2. Esto, hace más critica la situación referida de la no uniformidad de las condiciones iniciales de los suelos en las fincas de los modelos 2 y 3 de La Esperanza.

Tabla 53. Resultados del ANOVA de los elementos agroquímicos para las interacciones fincaXmodelo en el municipio La Esperanza.

Finca	modelo	p.H	C.E m.S/cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	M. Organica %	C.O. %	Sat. Humedad %	Sat. % Bases %	Densidad A. g/cc
1	Modelo 1	5,25 ab	0,15a	5,00 a	63,00 abc	25,00a	3,32a	1,93 abc	46,50 ab	44,38b	0,98b
2		5,74 ab	0,38a	57,50 a	27,00c	15,50 abc	3,57a	2,07 abc	43,00 ab	66,28b	1,36ab
3		5,75 ab	0,25a	47,50 a	43,00 abc	9,50abc	3,17a	1,84 abc	44,00 ab	106,47 b	1,18ab
4		5,34 ab	0,10a	41,00 a	47,50 abc	11,50 abc	4,29a	2,49 abc	47,00 ab	127,62 b	1,25ab
5		5,10 ab	0,11a	38,00 a	47,50 abc	14,50 abc	3,43a	1,99 abc	56,50a	23,64b	1,01b
1	Modelo 2	5,64 ab	0,44a	56,00 a	34,50 abc	9,50abc	3,67a	2,13 abc	31,50b	105,35 b	1,30ab
2		4,74 ab	0,16a	57,50 a	23,50c	19,00 abc	214,46 a	2,66 ab	38,00 ab	14,63b	1,37ab
3		5,55 ab	0,19a	60,50 a	34,00 abc	5,50bc	2,66a	1,54 bc	45,00 ab	107,22 b	1,23ab
4		6,55 a	0,12a	66,50 a	33,50 bc	1,00c	2,65a	1,54 bc	36,50 ab	406,77 a	1,69a
5		4,71 b	0,18a	60,00 a	24,00c	16,00 abc	2,52a	1,46 bc	39,00 ab	49,34b	1,46ab
1	Modelo 3	5,56 ab	0,30a	3,50 a	94,50a	2,50bc	5,13a	2,98a	49,00 ab	159,43 b	1,09b
2		5,97 ab	0,29a	53,00 a	33,00c	14,00 abc	3,28a	1,90 abc	38,00 ab	113,48 b	1,33ab
3		5,97 ab	0,23a	28,50 a	66,00 abc	6,00bc	3,69a	2,14 abc	41,00 ab	96,46b	1,18ab
4		6,11 ab	0,20a	6,00 a	94,00 ab	1,00c	4,02a	2,28 abc	50,50 ab	204,77 ab	1,06b
5		4,73 ab	0,17a	42,00 a	33,00c	25,00a	2,23a	1,30c	44,50 ab	11,34b	1,24ab
CV (%)		8,30	74,89	41,70	32,66	47,24	437,97	16,69	12,85	49,75	11,05
EE*		0,15	0,02	211,73	163,34	23,36	4140,02	0,08	21,92	2084,76	0,01

Valores de las medias con letras desiguales en las columnas difieren para P<0,05 según prueba de Tukey

El ANOVA para la interacción fincaxmodelo agroecológico para los elementos químicos en el municipio La Playa arrojó diferencia estadística para la concentración de N-NH_4 y la

concentración de hierro y el boro (Tabla 54). Un análisis de las fincas en el interior de cada modelo refleja para la concentración de N-NH_4, hay diferencia entre las fincas para los modelos 2 y 3 y para el hierro dentro del modelo 1. Esto refleja que en los tres modelos agroecológicos de La Playa se partió de condiciones no uniformes entre las fincas en al menos una variable química de los suelos. Esto tendrá que tenerse en cuenta al momento de los análisis estadísticos y en los resultados finales de cada finca, ya que cada finca podría ser un caso diferente, aunque se siembre el mismo modelo, sobre todo en el caso del amonio que es muy importante en la nutrición de las plantas.

Tabla 54. Resultados del ANOVA de los elementos químicos para las interacciones fincaXmodelo en el municipio La playa.

Finca	modelo	K (meq/100cc)	Ca (meq/100cc)	Mg (meq/100cc)	Na (meq/L)	Al (meq/100cc)	C.I.C (meq/100g)	Cl- (meq/100L)	P Ppm	N - NH_4 Ppm	N-NO_3 Ppm	S Ppm	Fe Ppm	Mn Ppm	Cu Ppm	Zn Ppm	B Ppm
1	Modelo 1	0,41a	6,92a	3,59a	1,30a	0,46a	13,00a	1,40a	35,50a	18,00abc	165,00a	54,50a	310,00ab	10,50a	0,70a	9,75a	0,22ab
2		0,76a	6,66a	3,69a	0,68a	0,01a	22,00a	1,00a	106,00a	9,00bcd	15,00a	7,50a	336,00a	401,00a	0,55a	20,65a	0,355a
3		0,12a	0,33a	0,23a	0,09a	0,01a	20,00a	0,62a	1,00a	19,50ab	5,00a	1,50a	78,00bc	5,50a	0,35a	0,45a	0,17ab
4		0,87a	3,88a	1,25a	0,25a	0,25a	22,50a	0,74a	17,50a	11,00bcd	50,00a	21,00a	159,50abc	232,50a	0,30a	1,60a	0,27ab
5		0,29a	2,94a	0,72a	0,30a	2,40a	17,00a	0,56a	8,50a	8,00bcd	12,50a	11,50a	125,00abc	49,00a	0,20a	1,20a	0,27ab
1	Modelo 2	0,30a	3,50a	0,68a	0,14a	1,11a	14,00a	0,76a	35,00a	11,50bcd	17,50a	10,50a	179,00abc	35,00a	0,40a	6,10a	0,105b
2		0,24a	2,50a	1,55a	0,15a	1,55a	15,50a	0,52a	4,00a	3,50d	12,50a	12,50a	96,50abc	73,50a	0,25a	0,90a	0,185ab
3		0,73a	4,65a	0,87a	0,44a	1,76a	20,50a	0,96a	50,00a	13,50bcd	102,50a	60,50a	186,00abc	51,00a	0,40a	5,75a	0,17ab
4		0,35a	1,58a	3,77a	0,28a	2,60a	20,00a	0,64a	1,00a	30,00a	12,50a	3,50a	148,50abc	150,50a	0,30a	9,40a	0,24ab

5		0,33a	4,29a	0,88a	0,49a	0,01a	8,00a	1,38a	25,00a	19,50ab	52,50a	13,50a	102,50abc	205,00a	0,25a	4,25a	0,09b
1	Modelo 3	0,23a	2,16a	1,59a	0,24a	1,01a	11,00a	0,68a	2,50a	7,00bcd	5,00a	11,00a	84,50abc	68,00a	0,45a	0,30a	0,25ab
2		0,11a	0,69a	0,34a	0,18a	2,75a	23,00a	0,56a	1,00a	15,50bcd	17,50a	2,50a	120,50abc	42,50a	0,20a	0,25a	0,30ab
3		0,43a	3,42a	0,85a	0,34a	1,16a	21,00a	1,02a	45,00a	3,50d	62,50a	28,50a	39,00c	25,50a	0,35a	4,25a	0,33ab
4		0,46a	6,13a	1,72a	0,82a	0,01a	10,00a	1,22a	61,00a	18,00abc	120,00a	18,05a	178,50abc	125,50a	0,75a	11,95a	0,14ab
5		0,43a	3,88a	1,03a	0,75a	0,10a	7,00a	1,60a	44,00a	5,00cd	80,00a	20,00a	173,00abc	161,50a	1,05a	9,75a	0,16ab
CV (%)		77,61	71,53	100,84	99,17	145,81	38,39	50,20	107,20	27,40	150,62	130,85	41,40	97,34	62,36	94,64	29,05
EE*		0,07	4,60	1,65	0,13	1,54	27,70	0,15	689,66	8,74	3799,52	412,86	2889,78	7975,43	0,05	21,09	0,003

Valores de las medias con letras desiguales en las columnas difieren para P<0,05 según prueba de Tukey

El ANOVA para la interacción fincaxmodelo agroecológico para las variables agroquímicas en el municipio La Playa, refleja diferencia estadística para el porcentaje de limo y la saturación de bases (Tabla 55). Un análisis ya dentro de las fincas de cada modelo pone al relieve que hay diferencia entre los valores porcentaje de limo en el modelo 3 y para la saturación de humedad en el modelo 1. Esto agudiza la situación la situación referida de la no uniformidad de las condiciones iniciales de los suelos en las fincas de los modelos 1 y 3 de La Playa.

Tabla 55. Resultados del ANOVA de los elementos agroquímicos para las interacciones fincaXmodelo en el municipio La Playa.

Finca	modelo	P.H	C.E m.S/cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	M. Organica %	C.O. %	Sat. Humedad %	Sat. % Bases %	Densidad A. g/cc
1	Modelo 1	5,62a	1,09a	50,00a	31,00ab	19,00a	3,13a	1,82a	38,00ab	86,07a	1,27a
2		6,38a	0,29a	22,00a	42,50ab	35,50a	3,16a	1,83a	20,15b	53,41a	1,14a
3		5,65a	0,05a	29,50a	37,00ab	33,50a	4,04a	2,34a	49,50a	3,43a	1,08a

4		5,27 a	0,39a	28,00 a	32,50ab	40,00 a	2,98a	1,73 a	49,50a	33,70 a	1,14a
5		4,96 a	0,18a	37,00 a	39,50ab	23,50 a	3,78a	2,19 a	48,00ab	27,61 a	1,22a
1	Modelo 2	5,09 a	0,23a	52,50 a	28,00ab	19,50 a	3,10a	1,80 a	38,00ab	36,97 a	1,48a
2		5,03 a	0,17a	39,50 a	38,50ab	22,00 a	2,78ab	1,61 a	45,50ab	55,43 a	1,24a
3		5,51 a	1,20a	28,00 a	37,50ab	34,50 a	3,20a	1,86 a	49,50a	40,41 a	1,17a
4		4,66 a	0,12a	17,00 a	55,00ab	28,00 a	3,12a	1,81 a	47,50ab	33,92 a	1,20a
5		6,10 a	0,46a	75,00 a	16,50b	8,50a	3,04a	1,76 a	36,50ab	69,04 a	1,50a
1	Modelo 3	5,48 a	0,13a	59,50 a	22,00ab	18,50 a	1,56b	0,66 b	39,50ab	41,63 a	1,31a
2		4,67 a	0,16a	7,00a	58,00a	35,00 a	3,19a	1,85 a	50,50a	4,98a	1,08a
3		5,41 a	0,50a	27,50 a	37,00ab	35,00 a	3,06a	1,78 a	43,00ab	20,71 a	1,12a
4		6,13 a	1,06a	65,00 a	24,00ab	11,00 a	3,10a	1,79 a	35,00ab	84,06 a	75,27a
5		5,10 a	0,88a	78,00 a	16,50b	5,50a	3,48a	2,02 a	39,50ab	76,30 a	1,62a
CV (%)		9,31	92,06	54,01	30,12	58,63	10,70	12,63	17,39	74,59	435,17
EE*		0,18	0,13	347,26	75,78	147,08	0,08	0,04	37,66	779,49	512,53

Valores de las medias con letras desiguales en las columnas difieren para P<0,05 según prueba de Tukey

El ANOVA para la interacción fincaxmodelo agroecológico para las variables químicas de los suelos en el municipio Mutiscua muestra diferencia estadística para el potasio, el calcio, el magnesio, el aluminio, la CIC, el hierro, el manganeso, el cobre y el zinc (Tabla 56). Un análisis más detallado dentro de las fincas de cada modelo refleja que para el potasio hay diferencia estadística en el modelo 3, para el calcio hay diferencia entre las fincas en los modelos 1 y 3, para el magnesio hay diferencia en el modelo 3, para la concentración de aluminio en los modelos 1 y 3, para el hierro dentro los modelos 1 y 2 y para el manganeso y el zinc hay diferencia estadística en el modelo 3. Esto refleja que en todos modelos agroecológicos de Mutiscua se partió de condiciones nutricionales no uniformes entre las fincas al menos en de las siete variables químicas de los suelos mencionadas, que podrían variar, pero no desde el punto de vista estadístico. Esto tendrá que tenerse en cuenta al momento de los análisis estadísticos y en los resultados finales de cada finca, ya que cada una de ellas podría ser un caso diferente, aunque se siembre el mismo modelo.

Tabla 56. Resultados del ANOVA de los elementos químicos para las interacciones fincaXmodelo en el municipio Mutiscua.

Finca	modelo	K (meq / 100 cc)	Ca (meq / 100 cc)	Mg (meq / 100 cc)	Na (meq / L)	Al (meq / 100 cc)	C.I.C (meq / 100 g)	Cl- (meq / 100 L)	P Ppm	N - NH4 Ppm	N-NO3 Ppm	S Ppm	Fe Ppm	Mn Ppm	Cu Ppm	Zn Ppm	B Ppm
1	Modelo 1	0,47ab	11,83a	1,62abc	0,11a	0,01c	23,00a	1,04a	57,50bcd	35,00ab	32,50a	8,00a	377,50abcd	188,50ab	0,45ab	2,80b	0,34a
2		0,66ab	7,56abcd	1,61abc	0,13a	0,01c	19,00a	0,98a	27,50bcd	30,00ab	25,00a	2,00a	93,00d	65,50ab	0,45ab	0,75b	0,20a
3		0,19b	2,32cd	0,89bc	0,05a	3,40ab	22,50a	0,68a	92,50b	58,50a	5,00a	2,50a	541,50abc	17,00b	0,30ab	0,35b	0,35a
4		0,18b	2,59cd	0,72bc	0,06a	1,80abc	19,00a	0,68a	11,00d	14,50ab	12,50a	3,00a	507,00abc	8,00b	0,35ab	0,30b	0,22a
5		0,29b	10,62ab	0,87bc	0,07a	0,01c	19,00a	0,68a	7,00d	17,00ab	50,00a	1,50a	403,00abcd	13,50b	0,25ab	0,20b	0,17a
1	Modelo 2	0,78ab	9,12abc	1,73ab	0,11a	0,01c	17,50a	0,74a	24,50bcd	11,00b	70,00a	3,00a	180,00cd	97,00ab	0,35ab	1,15b	0,26a
2		0,60ab	4,33bcd	1,13abc	0,14a	1,10bc	21,00a	0,60a	89,00bc	47,50ab	25,00a	5,00a	312,50abcd	22,50ab	0,20b	0,45b	0,30a
3		0,61ab	8,02abcd	1,44abc	0,22a	0,20c	20,00a	1,00a	32,50bcd	51,00ab	110,00a	4,00a	543,00abc	21,50ab	0,30ab	1,40b	0,27a
4		0,53ab	4,29bcd	1,04abc	0,07a	1,65abc	25,50a	0,76a	16,00cd	28,50ab	5,00a	3,00a	668,00a	13,00b	0,20b	0,65b	0,18a
5		0,75ab	10,27ab	2,01a	0,06a	0,01c	19,00a	0,82a	17,00bcd	22,00ab	42,50a	7,00a	205,00bcd	114,00ab	0,35ab	1,60b	0,31a
1	Modelo 3	0,76ab	6,81abcd	0,77bc	0,14a	0,25c	24,00a	1,14a	58,00bcd	13,00b	120,00a	2,50a	347,00abcd	101,50ab	0,60a	1,90b	0,17a
2		0,21b	1,30d	0,53c	0,06a	4,10a	20,50a	0,76a	12,50d	54,50ab	5,00a	3,00a	265,50bcd	14,50b	0,30ab	1,20b	0,18a
3		1,00a	10,55ab	1,75ab	1,53a	0,01c	21,50a	3,40a	182,00a	11,00b	70,00a	9,00a	337,00abcd	201,50a	0,55ab	14,65a	0,35a

4		0,40ab	5,33abcd	1,02abc	0,14a	1,05bc	22,50a	0,80a	37,50bcd	49,00ab	50,00a	4,00a	545,50abc	24,50ab	0,35ab	0,35b	0,44a
5		0,35ab	9,12abc	0,98abc	0,07a	1,15bc	25,50a	0,86a	42,50bcd	47,00ab	7,50a	6,50a	586,50ab	17,50b	0,30ab	1,25b	0,23a
CV (%)		34,17	26,17	23,18	243,59	67,79	14,32	86,69	40,41	33,93	75,67	75,10	24,70	74,31	26,85	55,30	34,14
EE*		0,02	2,33	0,06	0,16	0,31	6,58	0,53	256,54	86,67	714,18	7,26	6704,08	1468,85	0,01	0,81	0,01

Valores de las medias con letras desiguales en las columnas difieren para P<0,05 según prueba de Tukey

El ANOVA para la interacción fincaxmodelo agroecológico para las variables agroquímicas en el municipio Mutiscua, muestra diferencia estadística para 8 de las 10 variables evaluadas, el pH y la conductibilidad eléctrica, el porcentaje de arena y limo, el contenido materia orgánica y de carbono orgánico, la saturación de bases y la densidad aparente (Tabla 57). En un análisis entre las fincas de cada modelo se observa que en cuanto al pH hay diferencia entre los valores en el modelo 1 (hasta 2 unidades, para la conductibilidad eléctrica en el modelo 3 (8 veces superior), para el porcentaje de arena en el modelo 1 (4 contra 62%), para el contenido de materia orgánica en el modelo 1 (6 contra 15%) y para porcentaje de carbono orgánico en el los modelos 1 y 2. También se encuentra diferencia estadística entre las fincas para la saturación de bases en los modelos 2 y 3 y para la densidad aparente en el modelo 1.

Tabla 57. Resultados del ANOVA de los elementos agroquímicos para las interacciones fincaXmodelo en el municipio Mutiscua.

Finca	modelo	p.H	C.E m.S/cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	M. Orgánica %	C.O. %	Sat. Humedad %	Sat. % Bases %	Densidad A. g/cc
1	Modelo 1	6,19a	0,35ab	4,50b	72,50ab	23,00a	6,60bc	3,83cd	44,00a	65,50ab	1,03ab
2		6,04ab	0,26ab	11,50ab	77,50ab	11,00a	7,02abc	4,07cd	55,50a	53,11abcd	0,93ab
3		4,79bc	0,10b	29,50ab	70,50ab	1,00a	15,52a	9,00a	58,50a	14,74d	0,76b
4		4,69c	0,20ab	62,50a	36,00b	2,00a	14,42ab	8,37ab	49,00a	17,93cd	1,20a
5		5,67abc	0,28ab	41,50ab	44,00ab	14,50a	8,49abc	4,93bcd	49,00a	62,09abc	1,07ab
1	Modelo 2	5,72abc	0,51ab	6,00b	84,00a	10,50a	5,35c	3,10d	51,00a	68,13a	0,93ab
2		4,99abc	0,27ab	25,50ab	49,50ab	25,00a	6,03bc	3,50cd	48,50a	30,70abcd	1,06ab
3		5,35abc	0,63ab	25,50ab	60,00ab	14,50a	8,19abc	4,75cd	53,00a	50,94abcd	1,07ab

4		5,01abc	0,11b	9,50b	74,50ab	16,00a	11,67abc	6,77abc	57,50a	23,12bcd	0,91ab
5		5,93abc	0,38ab	14,00ab	72,00ab	14,00a	6,19bc	3,59cd	51,50a	68,87a	1,11a
1	Modelo 3	5,35abc	0,61ab	15,00ab	64,00ab	21,00a	9,29abc	5,39bcd	52,00a	34,84abcd	1,07ab
2		4,71c	0,10b	31,00ab	60,50ab	8,50a	10,78abc	3,75cd	53,00a	9,96d	1,10a
3		5,95abc	0,88a	24,50ab	58,00ab	17,50a	8,45abc	4,90bcd	48,00a	62,39abc	1,06ab
4		5,01abc	0,32ab	23,50ab	54,50ab	22,00a	8,42abc	4,89bcd	47,50a	30,20abcd	1,04ab
5		5,26abc	0,13ab	10,50b	69,50ab	20,00a	10,59abc	5,64abcd	57,50a	45,41abcd	0,95ab
CV (%)		5,97	56,96	57,79	16,67	50,00	23,38	17,44	7,09	26,48	8,23
EE*		0,07	0,03	117,45	78,35	38,21	3,22	0,56	9,50	89,67	0,005

Valores de las medias con letras desiguales en las columnas difieren para P<0,05 según prueba de Tukey

Esto hace muy critica la situación de la no uniformidad de las condiciones iniciales de los suelos tanto en las variables químicas como agroquímicas en las fincas dentro de los modelos de Mutiscua resultando este el municipio de mayor variabilidad de las variables de suelo entre de las fincas de los modelos.

El ANOVA para la interacción fincaxmodelo agroecológico para las variables químicas en el municipio Ocaña arrojó diferencia estadística para la concentración de calcio, magnesio, cloruros, N-NH_4, azufre, y manganeso (Tabla 58).

Tabla 58. Resultados del ANOVA de los elementos químicos para las interacciones fincaXmodelo en el municipio Ocaña.

Finca	modelo	K (meq/100cc)	Ca (meq/100cc)	Mg (meq/100cc)	Na (meq/L)	Al (meq/100cc)	C.I.C (meq/100g)	Cl- (meq/100L)	P Ppm	N-NH4 Ppm	N-NO3 Ppm	S Ppm	Fe Ppm	Mn Ppm	Cu Ppm	Zn Ppm	B Ppm
1	Modelo 1	0,41a	10,79ab	13,76a	0,10a	0,010b	16,00a	1,00b	21,50a	26,50ab	7,50a	5,00b	209,50 a	143,50ab	0,20a	1,30a	0,30a
2		0,49a	7,21ab	2,80c	0,14a	0,010b	21,00a	0,96b	4,00a	10,00bcd	62,50a	6,50b	135,00a	282,50a	0,20a	10,25a	0,44a
3		0,32a	2,05b	1,39c	0,10a	2,550ab	20,50a	0,60b	2,50a	10,50bcd	5,00a	1,00b	56,50 a	14,00b	0,20a	6,65a	0,18a

4		0,13a	15,60a	10,96ab	0,14a	0,010b	7,00a	0,80b	23,00a	14,50bcde	5,00a	1,50b	73,00 a	87,50ab	0,20a	0,85a	0,20a
5		0,20a	9,03ab	7,76b	0,61a	0,010b	9,00a	0,82b	10,00a	7,50de	32,50a	7,50b	66,50a	70,00ab	0,30a	2,80a	0,14a
1	Modelo 2	0,81a	5,87ab	3,40c	0,10a	0,355ab	21,00a	0,62b	1,50a	24,00abc	10,00a	1,50b	111,50a	47,50ab	0,20a	1,50a	0,18a
2		0,20a	6,80ab	1,99c	0,38a	0,010b	8,50a	0,80b	2,00a	4,50e	5,00a	3,00b	18,50a	12,50b	0,30a	0,20a	0,10a
3		0,34a	1,39b	0,56c	0,12a	2,850ab	13,00a	0,74b	1,50a	9,00de	5,00a	2,00b	34,00a	28,00b	0,40a	0,85a	0,23a
4		0,36a	0,39b	0,38c	1,13a	3,550ab	14,50a	1,22b	1,50a	4,00e	5,00a	34,00ab	14,00a	13,50b	0,30a	0,35a	0,14a
5		0,24a	2,14b	0,58c	0,10a	4,350a	16,50a	0,57b	2,00a	7,00de	12,50a	2,00b	160,00a	2,50b	0,35a	0,45a	0,16a
1	Modelo 3	0,76a	6,14ab	2,55c	1,11a	0,405ab	12,50a	0,86b	50,00a	6,50e	35,00a	26,50ab	87,50a	68,00ab	0,40a	5,25a	0,17a
2		0,27a	4,95ab	0,57c	0,10a	0,010b	22,00a	0,88b	43,00a	8,50de	12,50a	8,00b	86,50a	63,50ab	0,30a	8,15a	0,13a
3		0,22a	14,61a	2,56c	0,1a4	0,010b	23,50a	0,90b	16,50a	21,00abcd	20,00a	4,00b	99,50a	12,00b	0,35a	2,20a	0,16a
4		0,58a	7,21ab	1,17c	1,55a	0,255b	12,50a	2,44a	83,00a	7,50de	100,00a	65,50a	227,50a	83,50ab	1,50a	13,25a	0,24a
5		0,15a	0,61b	0,32c	0,40a	2,200ab	14,50a	0,84b	1,50a	32,00a	22,50a	4,00b	49,50a	57,00ab	0,40a	0,20a	0,12a
CV (%)		46,82	43,12	23,94	97,02	91,21	31,23	31,31	131,00	27,81	110,59	108,43	83,07	93,46	118,29	120,92	43,74
EE*		0,02	5,25	0,46	0,11	0,72	16,50	0,06	374,46	9,05	444,30	109,32	4428,80	2666,29	0,14	13,52	0,005

Valores de las medias con letras desiguales en las columnas difieren para P<0,05 según prueba de Tukey

Un análisis de las fincas en el interior de cada modelo refleja para la concentración de calcio hay deferencias en los modelos 1 y 3, para la de magnesio en el modelo 1, para la del aluminio en el modelo 2, para los cloruros en el modelo 3. Además, se denota diferencia entre las fincas para la concentración de nitrógeno en forma de NH_4, en los modelos 1, 2, y

3, para la del azufre en el modelo 3 y para el manganeso dentro del modelo 1. Esto refleja que en los tres modelos agroecológicos de Ocaña se partió de condiciones no uniformes entre las fincas al menos en alguna de los sietes variable químicas de los suelos referidas. Esto tendrá que tenerse en cuenta al momento de los análisis estadísticos y en los resultados finales de cada finca, ya que cada finca podría ser un caso diferente, aunque se siembre el mismo modelo, sobre todo en el caso del amonio que es muy importante en la nutrición de las plantas y presentó diferencia en las fincas de los tres modelos agroecológicos.

El ANOVA para la interacción fincaxmodelo agroecológico para las variables agroquímicas en el municipio Ocaña, refleja diferencia estadística para la variable el pH, la conductibilidad eléctrica y la saturación de bases (Tabla 59). En un análisis entre las fincas de cada modelo se puede observar que en cuanto al pH hay diferencia entre los valores en el modelo 1 (más de una unidad) y para la conductibilidad eléctrica en el modelo 3 (5 veces superior). Además, se percibe diferencia estadística entre las fincas para la saturación de bases en el modelo 1 (más de 15 veces en una finca que otras).

Tabla 59. Resultados del ANOVA de los elementos agroquímicos para las interacciones fincaXmodelo en el municipio Ocaña.

Finca	modelo	P.H	C.E m.S/cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	M. Organica %	C.O. %	Sat. Humedad %	Sat. % Bases %	Densidad A. g/cc
1	Modelo 1	6,27ab	0,19b	23,50a	60,50a	16,00a	3,40a	1,87a	48,00a	201,48b	1,17a
2		5,61abc	0,49ab	20,00a	43,50a	36,50a	3,13a	1,88a	45,50a	56,84b	61,09a
3		5,01abc	0,09b	30,00a	33,50a	37,00a	3,28a	1,91a	43,00a	22,51b	1,16a
4		6,55a	0,13b	60,00a	40,00a	1,00a	2,88a	1,67a	43,00a	416,44a	1,48a
5		5,35abc	0,30b	69,00a	23,50a	7,50a	3,79a	2,20a	42,50a	188,48b	1,44a
1	Modelo 2	5,41abc	0,21b	33,00a	27,50a	39,50a	2,82a	1,64a	43,50a	47,30b	1,32a
2		5,71abc	0,11b	66,50a	27,00a	2,00a	5,01a	2,90a	43,00a	123,57b	1,39a
3		5,25abc	0,10b	44,50a	38,50a	17,00a	2,30a	1,28a	42,50a	18,69b	1,29a
4		5,05abc	0,28b	27,50a	57,50a	15,00a	2,73a	1,58a	52,00a	8,19b	1,14a
5		4,60c	0,23b	43,50a	30,00a	26,50a	3,04a	1,77a	46,00a	19,12b	1,20a
1	Modelo	5,30abc	0,37b	51,00a	32,00a	20,00a	2,44a	1,42a	39,00a	81,28b	1,38a
2		6,54a	0,25b	3,50a	61,50a	35,00a	2,86a	1,66a	46,50a	27,42b	1,19a

3		6,27ab	0,40ab	8,50a	52,00a	39,50a	3,49a	2,03a	48,50a	74,80b	1,17a
4		5,56abc	1,07a	57,00a	25,00a	17,50a	2,55a	1,48a	34,50a	72,01b	1,39a
5		4,85bc	0,24b	36,00a	47,00a	17,00a	2,94a	1,71a	42,00a	10,29b	1,26a
CV (%)		7,11	59,54	55,83	34,80	49,98	32,61	32,59	10,92	56,43	415,30
EE*		0,11	0,02	322,13	136,52	83,96	0,73	0,24	16,29	1873,95	338,46

Valores de las medias con letras desiguales en las columnas difieren para P<0,05 según prueba de Tukey

Esto hace muy complicada la situación del municipio de Ocaña a la hora de validad los modelos agroecológicos por la no uniformidad de las condiciones iniciales de los suelos de las fincas dentro de los SAF tanto en las variables químicas como agroquímicas.

Los resultados han puesto en evidencia que los suelos de los municipios del Proyecto Plantar y dentro de los municipios presentan diferencias en su taxonomía y su textura.

Además, los resultados de los análisis de los macronutrientes de las 15 fincas de cada municipio, muestran una variabilidad espacial muy alta reflejados en las oscilaciones de los valores máximos y mínimos y en los altos valores del coeficiente de variación, situación que se repite en los microelementos.

Aunque la comparación de medias de las variables químicas y agroquímicas entre la parcela agroecológica y la parcela testigo no haya manifestado diferencia estadística en la mayoría de las variables es favorable para la comparación de la parcela agroecológica con el testigo, pero no se favorece con el sistema agroforestal en ambas parcelas y el bajo nivel de paquetes agroecológicos implementados en esta última.

Las diferencias encontradas entre los modelos de un mismo municipio en cuanto a las variables químicas y agroquímicas hay que tenerla muy presentes a la hora de validad un modelo sobre el otro.

El resultado del ANOVA referente a las interacciones fincasxmodelos agroecológicos en los diferentes municipios demuestran que existen diferencias estadísticas en muchas variables tanto químicas como agroquímicas entre las fincas de un mismo modelos con una situación crítica en Mutuiscua y Ocaña, indica que no se cumple en el proyecto un diseño experimental clásico por no existir la uniformidad en las repeticiones, lo cual que no favorece la realización de los análisis de varianza.

Esto no implica que en casos puntuales puedan realizarse análisis de varianzas, pero obliga a enfatizar en el resto de los análisis estadísticos previstos en el proyecto para la validación de los modelos agroecológicos, lo que requerirá de los estadísticos y del equipo técnico mucha habilidad, y la necesidad de que se obtenga toda la información prevista de las mediciones de campo y con la calidad requerida.

2.2.3 Caracterización biológica del suelo.

Macrofauna

La abundancia de ejemplares de la macrofauna del suelo fue alta en general y muy variable entre los municipios con un valor máximo de 2147 ejemplares (143,13 ej/finca) para Arboledas 731 para Convención (48,73 ej/finca) lo cual es favorable para el desarrollo y validación de los modelos agroecológicos del Proyecto Plantar (Tabla 60).

Tabla 60. Estadística descriptiva de la abundancia de ejemplares de la macrofauna del suelo en los municipios del Proyecto Plantar

macrofauna	Arboledas	Convención	Esperanza	La Playa	Mutiscua	Ocaña
Abundancia	2147	731	1009	1011	931	785
Promedio / finca	143,13	48,73	67,27	67,4	62,07	52,33
Mínimo	17	18	23	25	18	18
Máximo	433	103	128	128	150	127
Desviación estándar	132,45	26,66	30,85	25,06	34,20	26,51
Coeficiente de variación (%)	92,53	54,70	45,87	37,18	55,10	50,65

Las observaciones realizadas en Arboledas por los especialistas del laboratorio indicaron que los predios con mayor humedad aparente presentaron el mayor número de especies de macrofauna lo que asociaron con la variedad de sus coberturas, usos del suelo y aporte de materia orgánica. En este municipio de estaban presentes con frecuencia especies de *Lumbricus*, formícidos, y varias especies de insectos benéficos, favorables para la agricultura agroecológica pero otras pertenecientes a coleópteros, elateridos, hemípteros e hymenópteros plagas incluyendo la hormiga arriera, pueden convertirse en problemas para los cultivos si no se manejan convenientemente.

En el municipio de Convención se destaca la abundancia de *Lumbricus* sp. con una su alta funcionalidad en la obtención y distribución de nutrientes, así como múltiples especies benéficas de la familia Ichneumonidae, pero otras potenciales plagas como especies de moluscos y la hormiga arriera (*Atta* sp.).

En general en los municipios de Arboledas, La Playa, Convención y Esperanza y Ocaña fue abundante de *Atta* sp. en la mayoría de los predios, lo cual debe constituir una alerta ya que en esos municipios se van a establecer modelos agroecológicos con cultivos de frutales como limón y aguacate muy preferidos por este insecto.

Diferentes especies de *Lumbricus* fueron encontradas en todos los municipios en la mayoría de los predios y a veces con poblaciones altas las que deben ser protegidas en las diferentes labores que se hagan a los cultivos y propiciar condiciones que favorezcan su alimentación.

La alta diversidad de especies de la macrofauna con potencial para el control biológico de plagas infiere la necesidad de capacitar a los técnicos y agricultores en su identificación para trabajar en su protección, conservación y diseminación.

Dentro de los municipios se produjeron también grandes variaciones en cuanto a la abundancia de la macrofauna, que deben tenerse en cuenta ya que eso puede afectar las respuestas de las parcelas dentro de un mismo modelo agroecológico ya que no se parte de una condición uniforme entre las repeticiones dentro del modelo. Se destaca con una variabilidad muy alta el municipio Arboledas, lo cual es una contradicción ya que es el municipio de mayor abundancia poblacional. Es muy favorable la situación observada en el municipio La Playa con (67,4 ej/finca) que variaron entre 25 y 128, lo que reflejó un coeficiente de variación de 37,18%, inferior al 40 % permitido en los experimentos agrícolas de campo.

Los indicadores de biodiversidad de la macrofauna fueron muy variables entre los municipios. La riqueza de especies varió desde 99 para Esperanza hasta 156 para Arboledas y en correspondencia la diversidad de especies varió desde 12,42 en Mutiscua hasta 20,20 en Arboledas (Tabla 61).

Tabla 61. Indicadores de biodiversidad de la macrofauna por municipio

Indicadores macrofauna	Arboledas	Convención	Esperanza	La Playa	Mutiscua	Ocaña
Riqueza	156	119	99	115	86	121
Diversidad	20,20	17,89	14,17	16,48	12,43	18,00
Dominancia	0,02	0,04	0,10	0,04	0,03	0,03
Equidad	4,29	3,85	3,18	3,86	3,86	3,93

Arboledas sobresalió por sus valores relativos más altos de riqueza específica, diversidad y equidad, aunque La Esperanza y Mutiscua presentaron valores de equidad superior a 2 que es un indicador favorable.

La alta diversidad de especies de la macrofauna con potencial para el control biológico de plagas sobre todo de insectos parasitoides y depredadores que infiere la necesidad de capacitar a los técnicos y agricultores en su identificación para trabajar en su protección, conservación y diseminación

El análisis estadístico de clasificación automática de la macrofauna permitió la formación de dos grandes grupos, uno donde se separó el municipio de Arboledas con alta riqueza específica, alta diversidad de especies y alta equidad y otro grupo con el resto de los municipios (Figura 28).

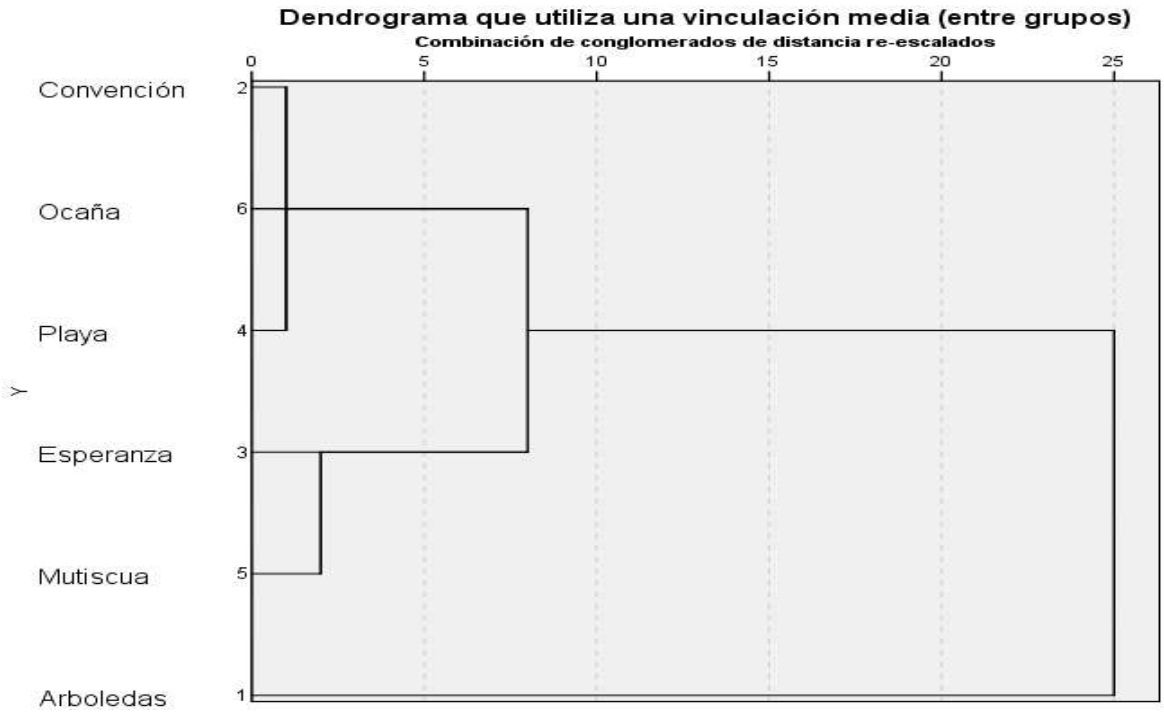


Figura 27. Dendrograma de la biodiversidad de la macrofauna en los municipios del Proyecto Plantar

Mesofauna

La abundancia de ejemplares de la mesofauna del suelo fue muy variable entre los municipios con un valor máximo de 2724 ejemplares (181,6 ej/finca) para Arboledas, 134 para Ocaña (8,93 ej/finca) lo cual es favorable para el desarrollo y validación de los modelos agroecológicos del Proyecto Plantar en algunos municipios y no en otros, aspecto a tener en cuenta en los de menor abundancia (Tabla 62).

Tabla 62. .Estadística descriptiva de la biodiversidad de la mesofauna del suelo en los municipios del Proyecto Plantar

mesofauna	Arboledas	Convención	Esperanza	La Playa	Mutiscua	Ocaña
Abundancia	2724	249	192	136	415	134
Promedio / finca	181,6	16,6	12,8	9,06	27,66	8,93
Mínimo	60	3	4	0	5	2
Máximo	410	39	40	18	57	23
Desviación estándar	103,50	9,87	9,34	9,34	15,24	6,02
Coeficiente de variación	56,99	59,45	73,00	59,45	55,08	67,36

Dentro de los municipios se produjeron también grandes variaciones en cuanto a abundancia de la mesofauna, que deben tenerse en cuenta ya que eso puede afectar las respuestas de las parcelas dentro de un mismo modelo agroecológico ya que no se parte de una condición uniforme entre las repeticiones dentro del modelo. La abundancia poblacional en todos los municipios presenta coeficientes de variación superiores al 55%. Se destacan con una variabilidad muy alta el Municipio Esperanza con 73% y Ocaña con 67,36%.

Los indicadores de biodiversidad de la mesofauna fueron muy variables entre los municipios. La riqueza de especies varió desde 5 para Convención y Ocaña hasta 28 para arboledas y en correspondencia la diversidad de especies varió desde 0,91 en Convención hasta 3,54 en Arboledas (Tabla 63). Arboledas sobresalió por sus valores relativos mas altos de riqueza específica, diversidad y equidad, aunque La Esperanza y Mutiscua presentaron valores de equidad superior a 2 que es un indicador favorable.

Tabla 63. Indicadores de biodiversidad de la mesofauna por municipio

Indicadores mesofauna	Arboledas	Convención	Esperanza	La Playa	Mutiscua	Ocaña
Riqueza	28	5	10	6	17	5
Diversidad	3,54	0,91	1,90	1,22	2,82	1,02
Dominancia	0,22	0,49	0,13	0,53	0,17	0,31
Equidad	2,05	0,93	2,16	0,89	2,12	1,32

El dendrograma formó dos grandes grupos para la mesofauna, uno donde se separó el municipio de Arboledas, caracterizado por valores relativos más altos de riqueza específica, diversidad de especies y equidad y otro grupo con el resto de los municipios (Figura 29). Este grupo se separó en tres subgrupos, en uno de ellos se ubicaron Convención, La Playa y Ocaña con los menores valores de riqueza específica y de diversidad de especies. En otro grupo quedó Esperanza y en otro Mutiscua con valores intermedios de riqueza específica, diversidad y equidad de la mesofauna.

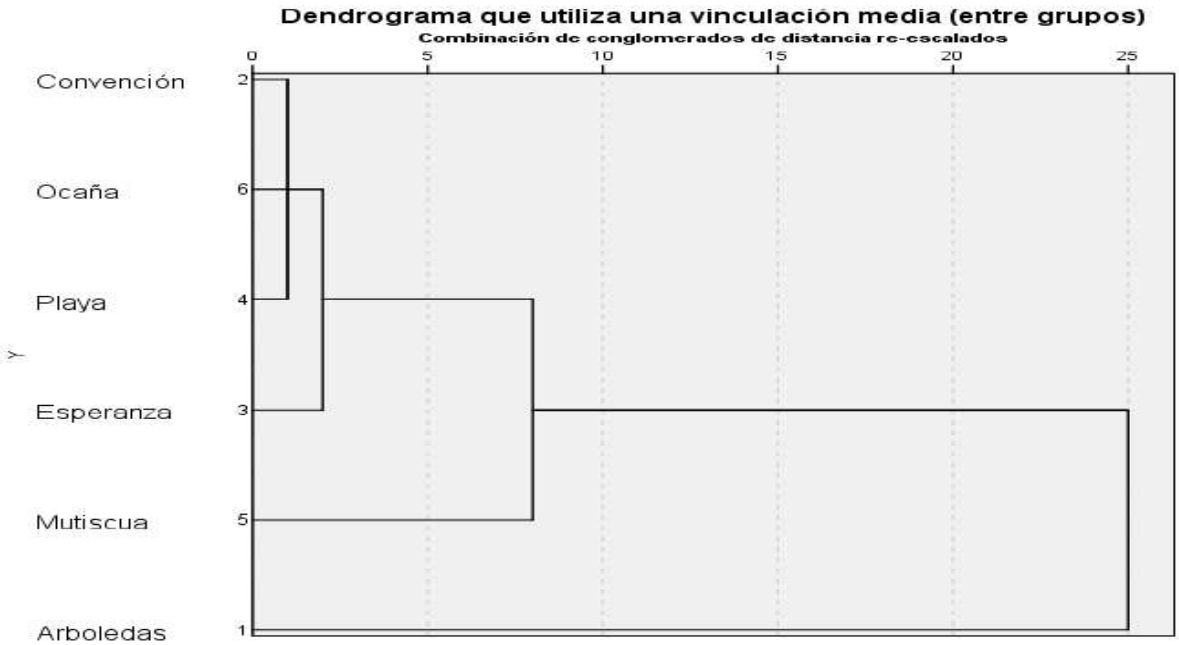


Figura 28. Dendrograma de la biodiversidad de la mesofauna en los municipios del Proyecto Plantar

Estos resultados confirman que dentro del Proyecto Plantar hay que dar seguimiento diferenciado por municipio al manejo de la mesofauna del suelo y la posible influencia que pueden ejercer los modelos agroecológicos y las prácticas agroecológicas que se realicen sobre las poblaciones de estos pequeños organismos que también juegan un papel importante en la descomposición de la materia orgánica y que pueden ser benéficos (depredadores) o potenciales plagas para los cultivos.

Microfauna

La abundancia de ejemplares de la microfauna del suelo por municipios varió solo entre 141 y 235. El mayor valor promedio de ejemplares (21,67 ej/finca) también lo alcanzó Arboledas y el menor al igual que la mesofauna lo presentó Ocaña (9,4 ej/finca), lo cual puede considerarse favorable en este tipo de microorganismos para el desarrollo y validación de los modelos agroecológicos del Proyecto Plantar en estos municipios (Tabla 64).

Tabla 64. Estadística descriptiva de la abundancia de ejemplares de la microfauna del suelo en los municipios del Proyecto Plantar.

de microfauna	Arboledas	Convención	Esperanza	La Playa	Mutiscua	Ocaña
Abundancia	325	272	189	184	160	141
Promedio / finca	21,67	18,13	12,6	12,27	10,67	9,4
Mínimo	0	9	2	5	0	2
Máximo	66	42	23	19	32	18
Desviación estándar	23,50	8,77	6,95	6,95	7,39	5,28

Coeficiente de variación	108,45	48,39	55,13	55,13	69,32	56,12

Dentro de los municipios se produjeron también variaciones en cuanto a abundancia de la microfauna, que deben tenerse en cuenta ya que eso puede afectar las respuestas de las parcelas dentro de un mismo modelo agroecológico ya que no se parte de una condición uniforme entre las repeticiones dentro del modelo. La abundancia poblacional en todos los municipios presenta coeficientes de variación superiores al 45%. Se destaca con una variabilidad extremadamente alta el municipio Arboledas con 108 % y alta en Mutiscua con 69,32%.

Los indicadores de biodiversidad de la microfauna, en cuanto a riqueza específica y diversidad de especies, fueron relativamente más altos para Arboledas, pero no la equidad que se manifestó solo por encima de 2 en Mutiscua, mientras que el resto de los municipios quedaban por debajo de 1,75. En este municipio de presentó un valor de dominancia de especies relativamente menor (0,15), mientras que el resto, aunque con valores bajos, estaban por encima de 0,22 (Tabla 65).

Tabla 65. Indicadores de biodiversidad de la microfauna por municipio

Indicadores microfauna	Arboledas	Convención	Esperanza	La Playa	Mutiscua	Ocaña
Riqueza	12	8	8	6	9	5
Diversidad	2,07	1,43	1,53	1,15	1,77	1,01
Dominancia	0,30	0,24	0,26	0,23	0,15	0,39
Equidad	1,33	1,52	1,63	1,58	2,02	1,13

La microfauna presente en la mayoría de las fincas favorece la asimilación de micronutrientes en el suelo por parte de los cultivos y por ende la viabilidad de un proceso de plantación con fines agrícolas basado en la cantidad de materia orgánica y la abundancia de individuos que participan activamente en este proceso como los nemátodos saprófagos y otros. Si bien la riqueza de especies encontrada en la microfauna no es tan alta como para la macrofauna y la mesofauna puede considerarse variada y abundante en los predios del proyecto.

En la mayoría de las fincas existe una presencia importante del grupo de los nemátodos que pueden estar jugando un papel activo en interacción con la materia orgánica en las diferentes capas de suelo cercanas a la superficie, por lo que prácticas como la labranza cero o el laboreo mínimo pueden ayudar a preservar estas poblaciones durante el desarrollo de los policultivos en los modelos agroecológicos.

El análisis estadístico de clasificación automática permitió la formación de dos grandes grupos, uno donde se separó el municipio de arboledas con alta riqueza específica, alta diversidad de especies, y otro grupo con el resto de los municipios (Figura 30). El segundo grupo se separó en dos subgrupos, en uno de ellos se ubicaron La Playa y Ocaña con los menores valores de riqueza específica y de diversidad de especies. En el otro subgrupo se ubicaron los municipios Mutiscua, Esperanza y Convención con valores intermedios de riqueza específica y diversidad de especies.

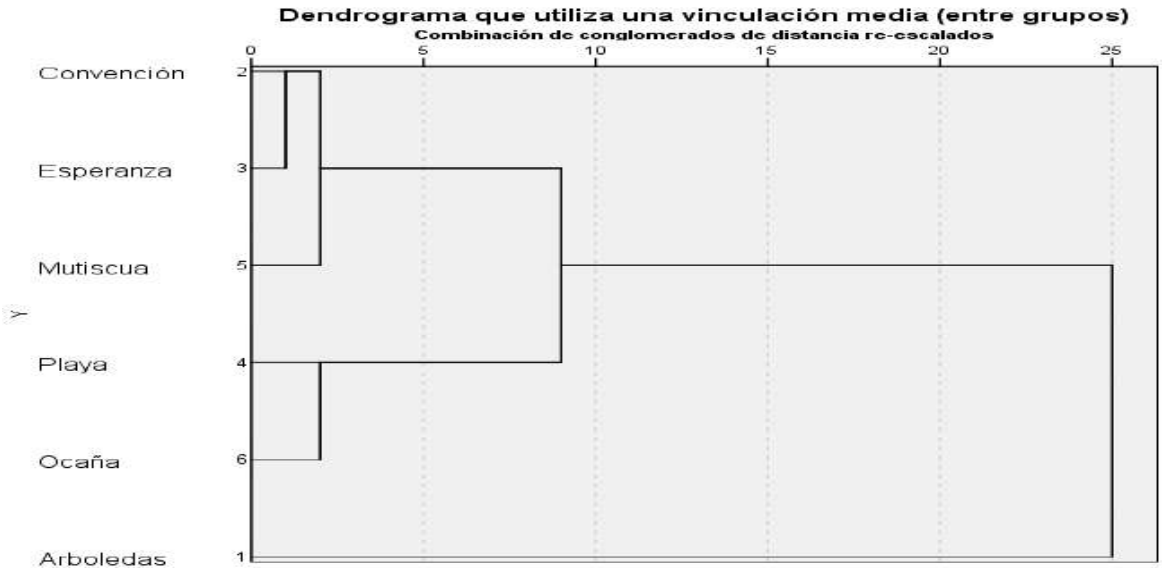


Figura 29. Dendrograma de la biodiversidad de la microfauna en los municipios del Proyecto Plantar

Estas diferencias entre los municipios también para la microfauna es un indicador de la zonificación de las poblaciones biológicas del suelo en las fincas del proyecto por estar en diferentes regiones geográficas, de altitud, de condiciones edafoclimáticas y de manejo, que requieren ser atendida por los ejecutores del proyecto para explicar las posibles respuestas de los mismos modelos agroecológicos sobre la biología del suelo en el proceso de validación de estos.

Es importante señalar que los presentes resultados se corresponden con los informes aportados por el laboratorio Calderón de Bogotá que realizó la caracterización de la bilogía del suelo pero analizado finca a finca, donde totalizaron las especies de la macrofauna, la mesofauna y microfauna, y concluyeron que el municipio de Esperanza el total de las 15 fincas clasificaban con más de 90 % de similaridad del índice de Jaccard, en el municipio de Convención con más del 89 %, en el municipio de la Playa entre 89 y 97% y Mutiscua con más del 85%, pero ya en Ocaña solo 11 de los 15 predios clasificaban con más del 89% y el resto entre el 40 y 70%. El caso más crítico se presentaba en Arboledas donde solo 6 de las 15 fincas tenían un índice de más de 50% de similaridad y 4 menor de 30%.

Al realizar un análisis más profundo dentro de las fincas de estos dos últimos municipios se puso de manifiesto que los predios informados con mayor grado de similaridad o menor, no están ubicadas dentro del mismo modelo agroecológico, lo que constituye un aspecto a tener en cuenta en los paquetes o alternativas agroecológicas que se van a implementar en las fincas para favorecer la biología del suelo.

3.2.4 Inventario forestal

La abundancia de ejemplares de especies arbóreas fue alta en general en los municipios con un valor máximo de 523 ejemplares (34,86 ej/finca) para La Playa y 374 para

Mutiscua (24,93 ej/finca) lo cual es favorable para el desarrollo y validación de los modelos agroecológicos del Proyecto Plantar, aunque dentro del municipio tuvieron rangos importantes entre el mínimo y el máximo de ejemplares, que motivó coeficientes de variación altos en algunos municipios como Arboledas con 79,41%. Otros tres municipios tuvieron Coeficientes de variación mayores al 40%, pero Esperanza y Ocaña no alcanzaron este valor (Tabla 66).

Tabla 66. Estadística descriptiva de la abundancia de árboles por municipios.

	Arboledas	Convención	Esperanza	La Playa	Mutiscua	Ocaña
Abundancia	511	452	448	523	374	604
Promedio / finca	34,06	30,13	29,86	34,86	24,93	40,26
Mínimo	6	16	13	8	2	12
Máximo	102	63	46	52	55	67
Desviación estándar	27,05	13,02	9,64	15,37	13,81	16,06
Coeficiente de variación	79,41	43,19	32,29	44,08	55,40	39,90

Los indicadores de biodiversidad generales ubican a la Esperanza con el valores relativos de riqueza y diversidad de especies más altas y a Convención con las más bajas, así como La Esperanza con la equidad relativa más alta y la dominancia más baja, mientras que la equidad relativa más baja y la dominancia más alta se observaban en Arboledas. En general la equidad era aceptable por encima de tres y la dominancia baja por debajo de 0,08 (Tabla 67).

Tabla 67. Indicadores de biodiversidad de la flora arbórea por municipios

Indicadores	Arboledas	Convención	Esperanza	La Playa	Mutiscua	Ocaña
Riqueza	59	50	88	53	51	68
Diversidad	9,30	8,01	14,25	8,60	8,44	10,46
Dominancia	0,073	0,047	0,026	0,040	0,043	0,053
Equidad	3,09	3,52	4,02	3,46	3,46	3,46

El dendograma permitió separar del resto al municipio de La Esperanza con mayor riqueza diversidad y riqueza. En un segundo grupo quedo el resto de los municipios y dentro de estos se separo Ocaña con los valores relativos mas altos de riqueza, diversidad y equidad, aunque no con los valores más bajos de dominancia (Figura 31).

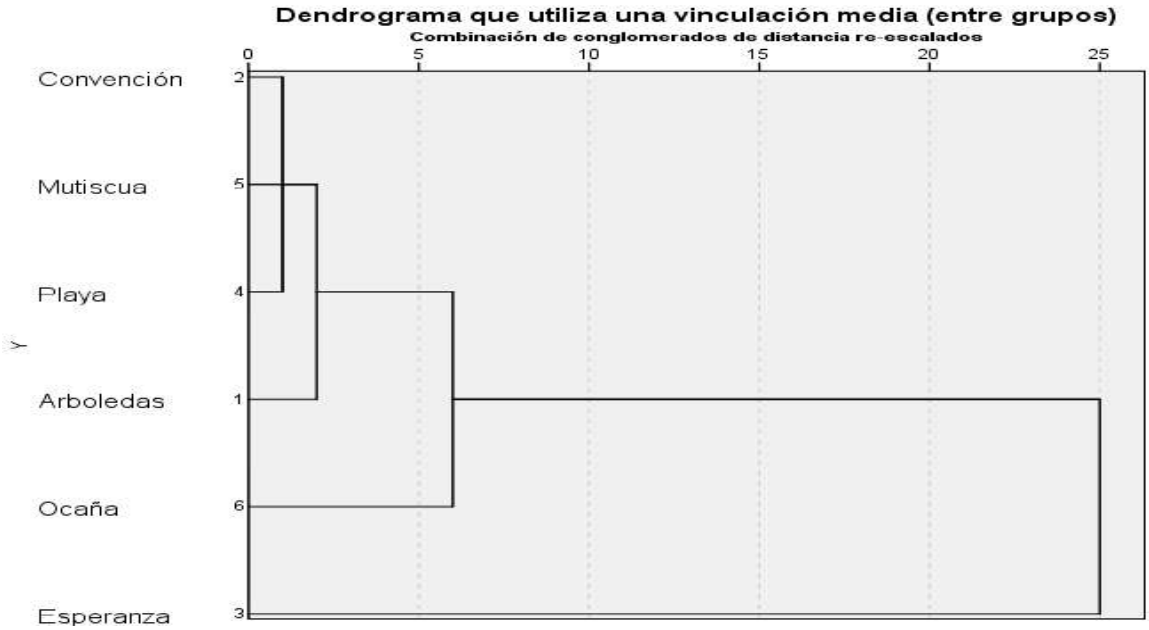


Figura 30. Dendrograma de la biodiversidad de especies arbóreas en los municipios del Proyecto Plantar.

3.3 Evaluación de los impactos de los sistemas agroforestales sobre los recursos de agua y suelo

3.3.1. Influencia de la implementación de los modelos agroecológicos sobre la calidad físicoquímica del agua.

A continuación, se realiza un análisis por municipio de la influencia de los modelos agroecológicos sobre las variables físicoquímicas del agua.

Arboledas

La comparación de las variables físicoquímicas del agua antes y después de implementado el modelo agroecológico 1 de Arboledas: Cedro-Limón-Maíz arrojó una disminución significativa ($p<0,05$), para las variables nitrato, cobre, y zinc y un aumento significativo del amonio y manganeso. En el modelo agroecológico 2: Cedro – Aguacate – Maíz se produjo un incremento significativo para el amonio y el manganeso y una disminución de la concentración de los nitratos y el cobre (Tabla 68).

Tabla 68. Comparación de las características físico químicas del agua antes y después de la implantación de los modelos agroecológicos en el municipio Arboledas.

	Modelo 1 (Cedro-Limón-Maíz)		Modelo 2 (Cedro-Aguacate-Maíz)		Modelo 3 (Cedro-Aguacate-Frijol)	
Variable	t*	Valor p	t*	Valor p	t*	t*
Sodio	,082	,936	,223	,826	-1,758	,096
Potasio	,474	,641	1,000	,331	-,848	,408

Calcio	-,563	,580	,918	,371	-,433	,670
Magnesio	,720	,481	1,163	,260	1,123	,276
Amonio	-10,207	,000	-18,190	,000	-13,618	,000
Scationes	-,415	,683	,810	,429	-,752	,462
Cloruros	1,408	,176	1,313	,206	,944	,358
Sulfatos	-,087	,932	1,092	,289	,402	,692
Carbonatos	-1,000	,331	1,000	,331	,000	1,000
Bicarbonatos	-1,004	,329	,060	,953	-2,187	,042
Nitratos	2,913	,009	3,614	,002	3,751	,001
Fosfatos	,487	,632	-1,830	,084	-2,701	,015
Saniones	-,198	,846	,595	,559	-1,022	,320
Hierro	7,778	,000	1,329	,200	2,041	,056
Manganeso	-7,453	,000	-3,691	,002	-6,297	,000
Cobre	2,689	,015	3,354	,004	3,182	,005
Zinc	3,192	,005	2,101	,050	2,615	,018
Boro	1,357	,192	2,037	,057	2,100	,050
Dureza	-,300	,767	,983	,339	-,075	,941
pH	2,771	,013	,661	,517	1,390	,181
CE	,741	,468	1,965	,065	,631	,536
RAS	,528	,604	,008	,994	-2,229	,039

Fuente. Elaboración propia

* Valores de t negativos indica que la media aumentó, significativamente cuando p<0,05, y si son positivos disminuyó la media, significativamente cuando p<0,05

En el modelo agroecológico 3: Cedro–Aguacate –Frijol, se presentó diferencia estadísticamente significativa para 7 variables con incremento para amonio, los bicarbonatos, los fosfatos, el manganeso y el RAS y disminución de la concentración de nitratos y cobre.

El aumento del amonio y los nitratos en el agua de riego puede ser la consecuencia de los arrastres por lixiviación producidos por el empleo de fertilizantes, no es negativo para los cultivos, pero puede ser un problema si se utiliza esa agua para el consumo humano.

Convención

Al comparar las variables físicoquímicas del agua antes y después de implementado el modelo agroecológico 1 de Convención (Cedro-Limón-Maíz), se encontró aumento significativo (p>0,05) de la concentración de nitratos, carbamatos cobre y amonio y, disminución significativa de sulfatos, fosfatos, manganeso y boro, y de la CE. Al comparar las variables físicoquímicas del agua antes y después de implementado el modelo agroecológico 2 Cedro, Aguacate, Maíz/Frijol muestran aumento significativo de la concentración de nitratos, disminución de la concentración de cobre, zinc y boro, y de pH, mientras que en el modelo agroecológico 3 (Cedro-Cacao-Plátano), se encontró

disminución significativa para la concentración de sulfatos y boro; los demás elementos no presentaron diferencia significativa (Tabla 69).

Tabla 69. Comparación de las características físico químicas del agua antes y después de la implantación de los modelos agroecológicos en el municipio Convención.

	Modelo 1 (Cedro-Limón-Maíz)		Modelo 2 (Cedro, Aguacate, Maíz /Frijol)		Modelo 3 (Cedro-Cacao-Plátano)	
Variable	t*	Valor p	t*	Valor p	t*	t*
Sodio	-,443	,04047	-,604	,553	-,620	,543
Potasio	1,744	,01522	,830	,417	1,720	,103
Calcio	-,412	,06059	-,806	,431	,381	,708
Magnesio	-,023	,03045	-,684	,503	,105	,918
Amonio	-,638	,00522	1,300	,210	,148	,884
Scationes	-,271	,13352	-,726	,477	,243	,810
Cloruros	1,174	,07231	1,036	,314	,485	,634
Sulfatos	2,546	,00547	-,872	,394	6,866	,000
Carbonatos	-1,000	,00000	,000	1,000	,000	1,000
Bicarbonatos	-2,095	,07333	-1,603	,126	-1,089	,290
Nitratos	-4,539	,00033	-4,252	,000	-1,499	,151
Fosfatos	,170	,03622	,734	,472	,342	,736
Saniones	-,602	,12893	-1,334	,199	-1,089	,290
Hierro	2,627	,44744	1,537	,142	1,224	,237
Manganeso	1,420	,01661	1,242	,230	-1,628	,121
Cobre	-,813	,00233	3,806	,001	-,754	,460
Zinc	2,839	,05802	2,756	,013	1,479	,156
Boro	3,009	,04516	4,265	,000	4,103	,001
Dureza	-,332	0,41714	-,763	,455	,308	,762
pH	1,467	,20019	3,202	,005	,711	,486
CE	1,065	,01451	-,022	,983	,955	,352
RAS	-,386	,07073	,845	,409	-,371	,715

Fuente. Elaboración propia

* Valores de t negativos indica que la media aumentó, significativamente cuando p<0,05, y si son positivos disminuyó la media, significativamente cuando p<0,05

Se observó una disminución de los sulfatos en dos modelos, lo cual está relacionado con el no eso de fertilizantes con este elemento. La disminución significativa de algunos micro elementos como boro, zinc y manganeso en algunos casos se relaciona con la extracción de estos y la no reposición en las cantidades necesarias a las plantas que de alguna forma puede relacionarse con su contenido en las fuentes de abasto de agua. Aunque el pH solo disminuyo significativamente en el modelo 2, en todos bajó a valores cercano a la neutralidad lo que pudiera repercutir en mejoras de la absorción de nutrientes y por lo tanto el desarrollo de los cultivos.

La Esperanza

Al comparar las variables agroquímicas del agua, antes y después del establecimiento de los cultivos en la parcela agroecológica del Modelo 1 (Abarco-Aguacate-Maíz), se encontró que hubo diferencias significativas en los elementos disminuyendo, los nitratos y el cobre mientras que el amonio subió. En el Modelo 2 (Abarco-limón-maíz), se observó una disminución significativa de la concentración de nitratos, el cobre y el boro, este último disminuyó drásticamente de 0,271 a 0,052; mientras que el amonio se incrementó significativamente. En el Modelo 3, disminuyeron significativamente las concentraciones de los sulfatos; los nitratos, del cobre y el boro; mientras que se incrementó el amonio. Es importante la disminución del pH hacia la neutralidad en el modelo 3 aunque en el resto aumentó ligeramente, aunque sin diferencia estadística (Tabla 70).

Tabla 70. Comparación de las características físico químicas del agua antes y después de la implantación de los modelos agroecológicos en el municipio Esperanza.

	Modelo 1 (Abarco-Aguacate-Maíz)		Modelo 2 (Abarco-limón-maíz).		Modelo 3 (Abarco-Cacao-Plátano)	
Variable	t*	Valor p	t*	Valor p	t*	Valor p
Sodio	-1,002	0,33	-1,691	0,111	-0,815	0,432
Potasio	1,609	0,125	0,465	0,651	-0,055	0,957
Calcio	-1,971	0,074	-0,306	0,765	0,659	0,523
Magnesio	-0,303	0,765	-0,04	0,969	-0,207	0,839
Amonio	-8,199	0,00	-7,861	0,00	-9,558	0,00
Scationes	-1,043	0,311	-0,693	0,501	-0,004	0,997
Cloruros	0,748	0,466	0,664	0,517	0,588	0,57
Sulfatos	-0,863	0,40	-0,465	0,652	4,033	0,001
Carbonatos	-2,375	0,042	-1,445	0,182	1,00	0,343
Bicarbonatos	-0,891	0,386	-1,172	0,262	-0,215	0,834
Nitratos	3,737	0,003	3,902	0,003	5,075	0,00
Fosfatos	0,311	0,761	-0,96	0,35	-2,582	0,019
Saniones	-1,02	0,321	-1,268	0,228	-0,44	0,669
Hierro	2,424	0,026	3,078	0,01	2,018	0,065
Manganeso	0,51	0,616	1,191	0,261	1,537	0,155

Cobre	3,919	0,003	6,678	0,00	4,044	0,002
Zinc	2,861	0,018	3,20	0,01	2,533	0,029
Boro	2,112	0,05	11,945	0,00	7,834	0,00
Dureza	-0,973	0,344	-0,219	0,83	0,495	0,628
pH	-1,806	0,103	-1,542	0,155	3,772	0,002
CE	0,397	0,697	0,621	0,547	1,294	0,226
RAS	-0,993	0,334	-2,595	0,019	-1,261	0,227

Fuente. Elaboración propia

* Valores de t negativos indica que la media aumentó, significativamente cuando p<0,05, y si son

En los tres modelos agroecológicos las variables agroquímicas nitratos y cobre disminuyeron sus concentraciones después de establecidos los cultivos.

En los modelos agroecológicos 2 y 3, el elemento boro bajó su concentración después de implementados los modelos agroecológicos. Esto no es favorable y que el boro estaba en bajo nivel en el suelo y aunque se requiere en bajas cantidades su déficit puede repercutir de forma silenciosa en los rendimientos.

Aunque los sulfatos bajaron su concentración solamente en el Modelo 3, como estos no se estuvieron incorporando con los fertilizantes puede tener consecuencias negativas en los rendimientos. El pH bajó significativamente hacia la neutralidad en el Modelo 3.

La disminución del pH de las aguas implica una disminución de la alcalinidad de éstas, lo que conduce a una disminución de la conductividad eléctrica, considerándose esto como un aspecto positivo.

La Playa

La implementación del modelo agroecológico 1 influenció estadísticamente sobre siete variables de la calidad físicoquímica del agua, incrementándose la concentración de amonio y sulfatos y disminuyéndose las concentraciones de hierro, cobre, zinc y boro, y el pH. En el modelo agroecológico 2 se verificó un incremento significativo p<0,05 del bicarbonato y una disminución del manganeso, cobre, zinc y boro. En el del modelo agroecológico 3 se presentó diferencia significativa con una disminución de las concentraciones de hierro, cobre, zinc y boro (Tabla 71).

Tabla 71. Comparación de las características físico químicas del agua antes y después de la implantación de los modelos agroecológicos en el municipio La Playa.

	Modelo 1 (Roble-Aguacate-Frijol)		Modelo 2 (Roble-Aguacate-Maíz)		Modelo 3 (Roble-Brevo-Maíz)	
Variable	t*	Valor p	t*	Valor p	t*	t*
Sodio	-,542	,594	-1,908	,072	-,836	,414
Potasio	,103	,919	-1,363	,190	-,710	,487
Calcio	-,537	,598	-1,800	,089	-,623	,541

Magnesio	-,265	,794	-1,226	,236	-,802	,433
Amonio	-4,670	,000	-1,404	,177	-1,531	,143
Scationes	-,516	,612	-2,093	,051	-,964	,348
Cloruros	1,552	,138	1,070	,299	,978	,341
Sulfatos	-3,004	,008	-,758	,458	-,689	,500
Carbonatos	1,000	,331	,000	1,000	,000	1,000
Bicarbonatos	-1,403	,178	-2,175	,043	-,696	,495
Nitratos	-2,018	,059	-1,440	,167	-,995	,333
Fosfatos	-1,630	,120	,383	,706	,258	,799
Saniones	-,485	,634	-1,881	,076	-,679	,506
Hierro	2,219	,040	1,071	,298	4,309	,000
Manganeso	-,270	,791	-2,258	,037	-2,088	,051
Cobre	4,311	,000	2,882	,010	3,545	,002
Zinc	3,275	,004	3,260	,004	2,712	,014
Boro	2,961	,008	2,443	,025	2,526	,021
Dureza	-,927	,366	-1,555	,137	-,696	,495
pH	4,522	,000	,675	,508	,818	,424
CE	,503	,621	-1,202	,245	-,041	,968
RAS	-,611	,549	-1,062	,302	-,859	,401

Fuente. Elaboración propia

* Valores de t negativos indica que la media aumentó, significativamente cuando p<0,05, y si son positivos disminuyó la media, significativamente cuando p<0,05

Es curioso que la implementación de los tres modelos agroecológicos influyera negativamente sobre las concentraciones de cobre, zinc y boro, esto podría deberse a que los cultivos estaban extrayendo más de lo aportado por lo fertilizantes y repercutiera en las fuentes de abasto, ya que como se pudo ver en la caracterización del suelo estos microelementos estaban deficiente o bajos en la mayoría de plas parcelas de La Playa incluidas en el proyecto al igual que el hierro.

Mutiscua

La comparación de las variables agroquímicas antes y después de implementado el modelo agroecológico 1 en Mutiscua: Aliso-Ciruela-Maíz arrojó una disminución significativa (p<0,05), para las variables sodio, potasio, y la relación de adsorción del sodio (RAS) y un aumento significativo del calcio y la dureza. En el modelo agroecológico 2: Aliso-Ciruela-Zanahoria se produjo un incremento significativo para el amonio, y una disminución del pH y de las concentraciones de cloruro, nitrato, cobre y, zinc. En el modelo agroecológico 3: Aliso-Mora-Tomate de Árbol, se presentó diferencia estadísticamente significativa para 10 variables con incremento para el sodio, amonio y nitrato, y disminución del pH y de las concentraciones de cloruro, sulfato, bicarbonato, hierro, cobre y zinc (Tabla 72).

Tabla 72. Comparación de las características físico químicas del agua antes y después de la implementación de los modelos agroecológicos en el municipio Mutiscua

	Modelo 1 (Aliso-Ciruela-Maíz)		Modelo 2 (Aliso-Ciruela-Zanahoria)		Modelo 3 (Aliso-Mora-Tomate de Árbol)	
Variable	t*	Valor p	t*	Valor p	t*	Valor p

Sodio	-3,189	,005	-1,158	,262	-3,168	,005
Potasio	-2,689	,015	,361	,722	-,399	,695
Calcio	2,174	,043	1,012	,325	-1,640	,118
Magnesio	,566	,579	1,061	,303	-1,720	,103
Amonio	1,819	,086	-10,855	,000	-23,714	,000
Scationes	2,068	,053	,857	,403	-2,076	,052
Cloruros	,039	,969	2,269	,036	2,590	,019
Sulfatos	1,314	,205	1,606	,126	3,431	,003
Carbonatos	,000	1,000	,000	1,000	-1,000	,331
Bicarbonatos	1,850	,081	,054	,957	-2,756	,013
Nitratos	,525	,606	8,621	,000	7,553	,000
Fosfatos	-2,078	,052	,448	,659	-,789	,441
Saniones	1,765	,095	,864	,399	-2,034	,057
Hierro	,719	,481	1,106	,283	9,705	,000
Manganeso	-,849	,407	1,849	,081	1,546	,140
Cobre	-,878	,391	3,772	,001	6,181	,000
Zinc	,226	,824	73,066	,000	86,804	,000
Boro	,170	,867	,803	,433	-,152	,881
Dureza	2,123	,048	1,018	,322	-1,726	,101
pH	,928	,365	2,971	,008	8,202	,000
CE	1,810	,087	1,486	,155	-,917	,371
RAS	-2,424	,026	-,532	,601	-,817	,424

Fuente. Elaboración propia

* Valores de t negativos indica que la media aumentó, significativamente cuando $p<0,05$, y si son positivos disminuyó la media, significativamente cuando $p<0,05$

La disminución del pH de las aguas se relacionó con una disminución de la alcalinidad de éstas, lo que conduce a una disminución de la conductividad eléctrica, considerándose esto como un aspecto positivo. En los modelos 1 y 3 se incrementó el sodio lo que tuvo una implicación en el aumento de la relación de adsorción del sodio (RAS) en el modelo 1, pero no en el 2. De cualquier forma, esto podría ser desfavorable para los cultivos si no se realiza un correcto manejo del riego, por lo que debe seguirse evaluado a futuro.

Ocaña

El análisis comparativo de las aguas antes y después de la implementación del modelo NC-A-M evidenció una disminución estadísticamente significativa ($p<0,05$) en la concentración promedio de cloruros, cobre, boro, pH y conductividad eléctrica. El manganeso por su parte mostró un incremento significativo ($p<0,05$) posterior al establecimiento de los cultivos. En el modelo NC-C-P los resultados de la comparación de la calidad de las aguas de riego antes y después de establecer reflejó una disminución significativa ($p<0,05$) en la concentración de cloruros, sulfatos, cobre, boro y pH. El manganeso por su parte presentó

incremento significativo (p<0,05). Con el establecimiento del modelo agroecológico 3 (NC-A-F) se encontró una disminución significativa en las concentraciones de hierro y cobre en las aguas, mientras que el amonio y el manganeso aumentaron (Tabla 73).

Tabla 73. Comparación de las características físico químicas del agua antes y después de la implantación de los modelos agroecológicos en el municipio Ocaña.

	Modelo 1 (Nogal Cafetero-Aguacate-Maíz)		Modelo 2 (Nogal Cafetero-Cacao-Plátano)		Modelo 3 (Nogal Cafetero-Aguacate-Frijol)	
Variable	t*	Valor p	t*	Valor p	t*	Valor p
Sodio	-0,742	0,467	-1,135	0,271	-0,888	0,386
Potasio	-0,859	0,402	-0,075	0,941	-0,795	0,437
Calcio	1,653	0,116	-0,774	0,449	-0,778	0,446
Magnesio	-0,019	0,985	-0,961	0,349	-0,625	0,54
Amonio	-1,337	0,198	-1,763	0,095	-8,427	0
Scationes	1,055	0,305	-1,337	0,198	-1,352	0,193
Cloruros	3,42	0,003	2,95	0,009	1,743	0,098
Sulfatos	0,172	0,866	4,033	0,001	0,227	0,823
Carbonatos	0,54	0,596	0	1	0	1
Bicarbonatos	-1,473	0,158	-1,982	0,063	-2,007	0,06
Nitratos	-1,197	0,247	-1,609	0,125	-1,756	0,096
Fosfatos	0,392	0,7	0,062	0,951	1,03	0,317
Saniones	-1,243	0,23	-1,403	0,178	-1,564	0,135
Hierro	0,78	0,446	1,424	0,171	2,266	0,036
Manganeso	-2,581	0,019	-4,74	0,00	-2,187	0,042
Cobre	3,184	0,005	6,194	0,00	3,525	0,002
Zinc	1,594	0,128	0,603	0,554	-0,183	0,857
Boro	5,382	0,00	5,603	0,00	1,315	0,205
Dureza	1,508	0,149	-0,986	0,337	-0,795	0,437
pH	2,253	0,037	5,71	0,00	1,308	0,207
CE	2,183	0,043	-0,244	0,81	-0,03	0,977
RAS	-1,237	0,232	-0,827	0,419	-0,407	0,689

Fuente. Elaboración propia

* Valores de t negativos indica que la media aumentó, significativamente cuando p<0,05, y si son positivos disminuyó la media, significativamente cuando p<0,05

El efecto positivo de algunos nutrientes probablemente se deba a la disminución de fertilizantes de síntesis química lo cual condujo a una mejora en la calidad de las aguas La disminución del pH de las aguas implicó una disminución de la alcalinidad de éstas, lo que conduce a una disminución de la conductividad eléctrica, considerándose esto como un aspecto positivo. Por otro lado, el incremento en la concentración de manganeso probablemente esté asociado a la disminución del pH, sin embargo, la concentración de este no supera los límites máximos permitidos como para causar daños a los cultivos.

3.2.2 Influencia de la implementación de los modelos agroecológicos sobre las variables agro químicas del suelo.

A continuación, se realiza un análisis por municipio de la influencia de la implementación de los modelos agroecológicos sobre las variables agroquímicas de los suelos.

Arboledas

En ninguno de los tres modelos agroforestales de Arboledas se evidenció diferencia estadística entre la parcela agroforestal y la testigo para las variables agroquímicas, lo cual indica que la diferencia en la dosis de materia orgánica a favor de la parcela agroecológica y la adición de micorrizas en la parcela agroecológica no tuvieron influencia en las propiedades agroquímicas del suelo para marcar una diferencia estadística.

Al comparar las variables agroquímicas antes y después del establecimiento de los cultivos en la parcela agroecológica del modelo 1 (CLM), se observó diferencia significativa ($p<0,05$) en los elementos de N-NH4 y cobre, aumentando y disminuyendo sus concentraciones respectivamente. En la parcela agroecológica del modelo 2 (CAM), se presentó una disminución significativa de la concentración para las variables Cloruros y Cobre, mientras que en la parcela agroecológica del modelo agroecológico 3, disminuyeron significativamente las variables C.I.C, cloruros, N-NH4 y cobre (Tabla 74).

Tabla 74. Comparación de las variables agroquímicas del suelo antes y después en las parcelas agroecológicas en los diferentes modelos del Municipio Arboledas

	Modelo 1 (Cedro -Limón-Maíz)		Modelo 2 (Cedro-Aguacate-Maíz)		Modelo 3 (Cedro-Aguacate-Frijol)	
Variable	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor
Potasio (meq / 100 cc)	-,486	,640	-,977	,357	-,703	,502
Calcio (meq / 100 cc)	,547	,600	,995	,349	-,822	,435
Magnesio (meq / 100 cc)	,062	,952	,195	,850	-1,429	,191

Sodio (meq / L)	,363	,726	1,353	,213	,469	,652
Aluminio (meq / 100 cc)	,251	,808	-,242	,815	1,382	,204
C.I.C (meq / 100 g)	,278	,788	1,144	,286	2,326	,048
Cloruros (meq / 100L)	1,571	,155	2,495	,037	2,539	,035
Fósforos ppm	-1,458	,183	-,479	,645	-1,544	,161
N - NH4 ppm	-3,458	,009	-2,207	,058	-6,714	,000
N-NO3 ppm	,426	,681	-1,724	,123	-1,977	,083
Azufre ppm	-,784	,455	-,480	,644	-,343	,740
Hierro ppm	,657	,529	-1,070	,316	-,609	,559
Manganeso (ppm)	-,062	,952	,195	,850	-,476	,647
Cobre (ppm)	3,795	,005	6,500	,000	2,558	,034
Zinc (ppm)	-1,556	,158	-1,059	,321	-2,227	,057
Boro (ppm)	-,482	,643	1,406	,197	,224	,829
pH	-,400	,700	1,389	,202	-1,112	,299
C.E. m.S/cm	-,271	,793	-1,727	,122	-1,640	,140
M. Organica %	1,774	,114	1,542	,162	1,181	,271
C.O. %	1,619	,144	1,541	,162	1,181	,271
Sat. % Bases %	,301	,771	,379	,714	-1,465	,181
Densidad A. (g/cc)	,308	,766	-,525	,614	-,212	,838

Fuente. Elaboración propia

* Valor de t negativo indica que la media aumentó, significativamente, cuando $p<0,05$, y si es positivo disminuyó la media, significativamente, cuando $p<0,05$

En las parcelas agroecológicos de los tres modelos disminuyó el cobre y en dos los cloruros lo que al parecer se debe a que la extracción de los cultivos fue mayor que el aporte de los fertilizantes que aportaban los microelementos. El hecho que el N-NH4 haya aumentado en el modelo Cedro Limón Maíz y disminuido en el Cedro Aguacate frijol, no tiene una explicación agronómica teniendo en cuenta que el frijol fija nitrógeno atmosférico y el maíz es una planta extractora, aunque el limón crece poco en un inicio a diferencia del aguacate.

En la parcela testigo del modelo agroecológico 1, al comparar las medias antes y después del establecimiento de los arreglos agroforestales de las variables agroquímicas del suelo, se observó diferencias estadísticamente significativas en las variables cloruros (disminuyendo de 0,68 ppm a 0,49 ppm) y N - NH4 aumentando su concentración de 6,0 ppm a 11,0 ppm. En la parcela testigo del modelo agroecológico 2, se presentó diferencia estadísticamente significativa ($p<0,05$) para las variables de N-NH4 que aumentó y para el cobre que disminuyó, mientras que en la parcela testigo del modelo agroecológico 3 se

presentó diferencia estadísticamente significativa para las variables N-NH4 y zinc que aumentaron con respecto al muestreo antes del establecimiento de los cultivos, y para el cobre que disminuyó su concentración (Tabla 75).

Tabla 75. Comparación de las variables agroquímicas del suelo antes y después en las parcelas testigos en los diferentes modelos del Municipio Arboledas

	Modelo 1 Cedro Limón Maíz		Modelo 2 Cedro Aguacate Maíz		Modelo 3 Cedro Aguacate Frijol	
Variable	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor
Potasio (meq / 100 cc)	,559	,592	-2,209	,058	-,993	,350
Calcio (meq / 100 cc)	,814	,439	,424	,683	-,232	,822
Magnesio (meq / 100 cc)	,186	,857	,253	,807	-,965	,363
Sodio (meq / L)	2,266	,053	,184	,859	,659	,528
Aluminio (meq / 100 cc)	,000	1,000	-,664	,525	-,219	,832
C.I.C (meq / 100 g)	1,129	,291	1,431	,190	1,009	,343
Cloruros (meq / 100L)	2,994	,017	1,899	,094	1,196	,266
Fosforos ppm	-,302	,771	,272	,792	-1,656	,136
N-NH4 ppm	-3,101	,015	-2,998	,017	-3,757	,006
N-NO3 ppm	,093	,928	-,717	,494	-1,822	,106
Azufre ppm	1,031	,333	,636	,542	-,866	,412
Hierro ppm	,845	,423	-,549	,598	-,725	,489
Manganeso (ppm)	-,374	,718	-,501	,630	-,951	,369
Cobre (ppm)	2,191	,060	4,714	,002	4,811	,001
Zinc (ppm)	-,128	,901	-1,828	,105	-2,684	,028
Boro (ppm)	,110	,915	-,259	,802	,908	,390
pH	,562	,590	-,250	,809	-,209	,840
C.E. m.S/cm	,672	,520	-1,082	,311	-,500	,631
M. Orgánica %	,672	,522	-2,209	,058	,778	,459
C.O. %	2,007	,080	,424	,683	,792	,451
Sat. % Bases %	1,968	,085	,253	,807	-,871	,409
Densidad A. (g/cc)	,087	,933	,184	,859	-,525	,614
	-,086	,934	-,664	,525	-,993	,350

Fuente. Elaboración propia

* Valor de t negativo indica que la media aumentó, significativamente, cuando p<0,05, y si es positivo disminuyó la media, significativamente, cuando p<0,05

El hecho que el N-NH4 haya aumentado en las parcelas agroecológicas en el modelo Cedro Limón Maíz y disminuido en el Cedro Aguacate frijol, no tiene una explicación agronómica teniendo en cuenta que el frijol fija nitrógeno atmosférico y el maíz es una planta extractora, aunque el limón crece poco en un inicio a diferencia del aguacate.

Sin embardo esta disminución podría explicarse dada que el ion NH_4 puede pasar a nitrato fácilmente. Se ha planteado que el nitrato puede perderse por lixiviación, dada su alta movilidad en el suelo, o se puede perder por volatilización a través de proceso de denitrificación, es decir, se reduce a formas gaseosas como el óxido nitroso (N_2O) o nitrógeno elemental (N_2) (Vitousek et al., 1985; Vitousek & Melillo, 1979).

En las parcelas testigos de los tres sistemas agroforestales aumentó el N en forma de N-NH_4, lo que se explica por la aplicación de fertilizantes con fuente de nitrógeno. Que puede reducirse hasta NH_4. Disminuyó el cobre en el modelo Cedro Limón Maíz y los cloruros en los modelos Cedro Aguacate Maíz y Cedro Aguacate frijol, mientras que aumento el zinc en este último modelo. La situación de los cloruros se repite de forma similar a las parcelas agroecológicas de estos sistemas agroforestales.

Convención

Al comparar las variables agroquímicas después del establecimiento de los cultivos entre las parcelas agroecológicas y testigo en el municipio Convención se encontró en ninguno de los tres modelos agroforestales se evidenció diferencia estadística entre la parcela agroforestal y la testigo para las variables agroquímicas, lo cual refleja que la diferencia en la dosis de materia orgánica y la adición de micorrizas a favor de la parcela agroecológica no tuvieron influencia significativa en las propiedades agroquímicas del suelo.

Al analizar las variables agroquímicas antes y después del establecimiento de los cultivos en la parcela agroecológica del modelo 1, se encontró que hubo diferencia significativa en los elementos de N-NH4 y hierro, aumentando y disminuyendo sus concentraciones respectivamente. Para las parcelas agroecológicas del modelo 2 se presentaron diferencias estadísticamente significativas para cinco variables, dos que aumentaron su concentración de sodio, N_NH_4, y tres que disminuyeron sus valores la C.E. y la concentración de cobre y boro, mientras que en la parcela agroecológica del modelo agroecológico 3, se presentó una disminución estadísticamente significativa para las variables C.I.C, cloruros, cobre y boro y un aumento significativo del N - NH4 y N-NO3 al comparar la media del antes con la media del después del establecimiento de los arreglos (Tabla 76)

Tabla 76. Comparación de las variables agroquímicas del suelo antes y después en las parcelas agroecológicas en los diferentes modelos del Municipio Convención

	Modelo 1 Cedro-Aguacate-Maíz		Modelo 2 Cedro-Aguacate-Maíz		Modelo 3 Cedro-Cacao-Plátano	
Variable	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor
Potasio (meq / 100 cc)	1,120	,295	,103	,920	,194	,851
Calcio (meq / 100 cc)	,487	,640	-,177	,864	-,554	,595

Magnesio (meq / 100 cc)	1,080	,312	,354	,733	-,152	,883
Sodio (meq / L)	,539	,604	-2,668	,028	-,045	,965
Aluminio (meq / 100 cc)	-,526	,613	,206	,842	,258	,803
C.I.C (meq / 100 g)	,151	,883	-,043	,967	1,242	,249
Cloruros (meq / 100L)	1,511	,169	1,453	,184	4,041	,004
Fosforos ppm	-,788	,453	-1,789	,111	,669	,523
N - NH4 ppm	-1,995	,081	-5,447	,001	-2,033	,077
N-NO3 ppm	,492	,636	-2,010	,079	-2,422	,042
Azufre ppm	1,000	,347	-,661	,527	1,000	,347
Hierro ppm	2,795	,023	-,462	,657	1,115	,297
Manganeso (ppm)	1,080	,312	-,270	,794	,348	,737
Cobre (ppm)	,379	,715	5,715	,000	5,099	,001
Zinc (ppm)	1,037	,330	-1,016	,339	,670	,522
Boro (ppm)	-,114	,912	2,812	,023	4,474	,002
pH	2,555	,034	,523	,615	,587	,574
C.E. m.S/cm	1,308	,227	-2,915	,019	-2,225	,057
M. Organica %	,858	,416	-1,056	,322	-,326	,753
C.O. %	,858	,416	-,988	,352	-,315	,761
Sat. % Bases %	,107	,917	,096	,926	-,494	,635
Densidad A. (g/cc)	-,186	,857	-,803	,445	-,581	,577

Fuente. Elaboración propia

* Valor de t negativo indica que la media aumentó, significativamente, cuando p<0,05, y si es positivo disminuyó la media, significativamente, cuando p<0,05

En la parcela testigo del modelo agroecológico 1, al comparar las medias antes y después del establecimiento de los arreglos agroforestales de las variables agroquímicas del suelo, presentaron diferencias significativas, (p<0,05), las variables boro (disminuyendo de 0,2200 ppm a 0,0800 ppm) y N - NH4 aumentando su concentración de 13,6 ppm a 25,2 ,0 ppm.

En la parcela testigo del modelo agroecológico 2, se presentó aumento significativo para las variable N - NH4 y una disminución significativa para la concentración de Cu y B, y el pH, mientras que en la parcela testigo del modelo agroecológico 3, se presentó diferencia significativa para las variables, Potasio, N - NH4, N-NO3, y la C.E, presentando aumento de sus valores, sin embargo, el caso de la variable cobre disminuyó significativamente su concentración después de establecidos los cultivos (Tabla 77).

Tabla 77. Comparación de las variables agroquímicas del suelo antes y después en las parcelas testigos en los diferentes modelos del Municipio Convención

	Modelo 1 Cedro-Aguacate-Maíz		Modelo 2 Cedro-Aguacate-Maíz		Modelo 3 Cedro-Cacao-Plátano	
Variable	Valor de t	P valor	Valor de t	Variable	Valor de t	P valor
Potasio (meq / 100 cc)	,041	,968	,04393	,187	-3,626	,007
Calcio (meq / 100 cc)	-1,029	,334	5,06910	,849	-1,223	,256
Magnesio (meq / 100 cc)	-1,315	,225	1,38818	,977	-,243	,814
Sodio (meq / L)	-,452	,663	,04550	,287	-,859	,415
Aluminio (meq / 100 cc)	,348	,737	1,00246	,665	,094	,927
C.I.C (meq / 100 g)	,056	,957	5,06952	,396	,318	,759
Cloruros (meq / 100L)	,000	1,000	,12837	,133	-,117	,909
Fosforos ppm	-1,687	,130	1,78885	,180	-1,308	,227
N - NH4 ppm	-3,546	,008	4,38178	,004	-4,630	,002
N-NO3 ppm	-,676	,518	2,73861	,273	-4,063	,004
Azufre ppm	1,265	,242	,54772	,554	1,633	,141
Hierro ppm	,087	,933	30,18775	,169	-1,021	,337
Manganeso (ppm)	,482	,642	36,48698	,760	,054	,959
Cobre (ppm)	-,112	,914	,10000	,002	3,780	,005
Zinc (ppm)	-,850	,420	,38987	,282	,738	,481
Boro (ppm)	3,591	,007	,01789	,005	,693	,508
pH	1,342	,216	,40927	,042	,639	,541
C.E. m.S/cm	-,197	,849	,04827	,249	-3,732	,006
M. Orgánica %	1,242	,249	1,31212	,943	-,926	,382
C.O. %	1,241	,250	,76025	,945	-,928	,381
Sat. % Bases %	-1,735	,121	48,79506	,609	-1,146	,285
Densidad A. (g/cc)	1,846	,102	,19191	,989	-,565	,587

Fuente. Elaboración propia

* Valor de t negativo indica que la media aumentó, significativamente, cuando p<0,05, y si es positivo disminuyó la media, significativamente, cuando p<0,05

De forma general se observaron aumentos de K y N tanto en forma de N - NH4, como N-NO3, lo cual se explica por los aportes de fertilizantes que contenían estos elementos a los

cultivos. Po otro lado, la disminución en algunos casos de microelementos como, boro, hierro, cloro y boro por las deficiencias detectadas al inicio y que no siempre los fertilizantes llevaban las cantidades necesarias para suplirlos. También disminución en casos particulares del pH y de la CE.

La Esperanza

Al comparar las variables agroquímicas después del establecimiento de los cultivos entre las parcelas agroecológicas y testigo en el municipio La Esperanza se encontró que no hubo diferencia significativa en las variables analizadas en ninguno de los tres modelos agroecológicos, lo cual se explica porque se establecieron los mismos SAF ambas parcelas y a que la diferencia en la dosis de materia orgánica y de micorrizas en la parcela agroecológica no fueron suficientes para marcar una diferencia.

Al comparar las variables agroquímicas del suelo, antes y después del establecimiento de los cultivos en la parcela agroecológica del Modelo 1, se encontró que hubo diferencias significativas en algunas variables disminuyendo sus concentraciones; el cobre (0,38 ppm a 0,1400), M.O. (3,76% a 1,83) y C.O. (2,18% a 1,06). En la parcela agroecológica del Modelo 2, se encontró que solamente hubo diferencias significativas en el elemento cobre disminuyendo su concentración de 0,36 a 0,10 ppm, mientras que en la parcela agroecológica del Modelo 3, se encontró que hubo diferencias significativas en tres variables aumentando la concentración del azufre de 1,80 ppm a 3,20, disminuyendo la de boro de 0,2300 a 0,1280 ppm, y además la C.I.C. que subió de 13,80 a 22,14 meq/100 g (Tabla 78).

Tabla 78. Comparación de las variables agroquímicas del suelo antes y después en las parcelas agroecológicas en los diferentes modelos del Municipio La Esperanza

	Modelo 1 Abarco-Aguacate-Maiz		Modelo 2 Abarco-Limón-Maíz		Modelo 3 Abarco-Caco-Plátano	
Variable	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor
Potasio (meq / 100 cc)	-,469	,652	-0,088	0,932	,000	1,000
Calcio (meq / 100 cc)	1,255	,245	0,055	0,957	,743	,479
Magnesio (meq / 100 cc)	,878	,406	0,729	0,487	-,066	,949
Sodio (meq / L)	-,290	,779	-2,031	0,077	-,955	,368
Aluminio (meq / 100 cc)	-1,057	,322	0,301	0,771	-1,311	,226
C.I.C (meq / 100 g)	-,796	,449	-0,685	0,513	-2,536	,035
Cloruros (meq / 100L)	2,165	,062	1,864	0,099	1,857	,100

Fosforos ppm	-1,927	,090	0,068	0,948	-,147	,886
N - NH4 ppm	,503	,628	0,225	0,828	-,593	,569
N-NO3 ppm	-1,044	,327	-1,218	0,258	-,206	,842
Azufre ppm	-1,819	,106	-0,505	0,627	-2,646	,029
Hierro ppm	,025	,980	-0,426	0,681	1,652	,137
Manganeso (ppm)	,068	,947	,146	,888	,511	,623
Cobre (ppm)	5,367	,001	6,500	0,000	,718	,493
Zinc (ppm)	-,976	,358	-0,798	0,448	-1,675	,133
Boro (ppm)	1,113	,298	0,371	0,720	3,084	,015
pH	1,356	,212	0,113	0,913	1,164	,278
C.E. m.S/cm	-,459	,658	-0,916	0,387	,656	,530
M. Organica %	3,894	,005	2,099	0,069	-,599	,566
C.O. %	3,915	,004	2,136	0,065	-,602	,564
Sat. % Bases %	,446	,667	0,693	0,508	,842	,424
Densidad A. (g/cc)	,690	,510	0,908	0,390	,412	,691

Fuente. Elaboración propia

* Valor de t negativo indica que la media aumentó, significativamente, cuando p<0,05, y si es positivo disminuyó la media, significativamente, cuando p<0,05

Al comparar las variables agroquímicas del suelo, antes y después del establecimiento de los cultivos en la parcela testigo del Modelo 1, se encontró que hubo diferencias significativas en los elementos disminuyendo sus concentraciones, el cobre (0,38 a 0,12ppm) y boro (0,17 a 0,11ppm). En la parcela testigo del Modelo 2, se encontró que hubo diferencias significativas en tres elementos, disminuyendo las concentraciones de cobre y cloruros; mientras que se incrementó la del el azufre, mientras que en la parcela testigo del Modelo 3, hubo diferencias significativas en cuatro variables, disminuyendo sus concentraciones el cobre, el hierro y los cloruros ; caso contrario la C.I.C., que subió de 14,00 a 19,13 meq/100 g (Tabla 79).

Tabla 79. Comparación de las variables agroquímicas del suelo antes y después en las parcelas testigos en los diferentes modelos del Municipio La Esperanza

	Modelo 1 Abarco-Aguacate-Maíz		Modelo 2 Abarco-Limón-Maíz		Modelo 3 Abarco-Caco-Plátano	
Variable	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor
Potasio (meq / 100 cc)	-,725	,489	-1,102	,302	1,228	,254
Calcio (meq / 100 cc)	-1,178	,273	-1,038	,330	1,145	,285

Magnesio (meq / 100 cc)	-1,407	,197	,426	,681	,017	,987
Sodio (meq / L)	-1,815	,107	-2,411	,042	-1,726	,123
Aluminio (meq / 100 cc)	,474	,648	1,177	,273	-1,617	,145
C.I.C (meq / 100 g)	,294	,776	,097	,925	-2,468	,039
Cloruros (meq / 100L)	1,973	,084	2,408	,043	4,571	,002
Fosforos ppm	-2,104	,069	-1,534	,163	-,338	,744
N - NH4 ppm	,097	,925	-,755	,472	1,080	,312
N-NO3 ppm	-1,047	,326	-1,369	,208	,341	,742
Azufre ppm	-2,057	,074	-2,493	,037	,537	,606
Hierro ppm	-1,111	,299	-2,126	,066	2,644	,030
Manganeso (ppm)	,278	,788	-,843	,423	1,603	,148
Cobre (ppm)	4,218	,003	,1280	,1280	,1280	,1280
Zinc (ppm)	-1,991	,082	-1,902	,094	,173	,867
Boro (ppm)	2,304	,050	,941	,374	2,167	,062
pH	-,976	,358	-,008	,994	1,747	,119
C.E. m.S/cm	-1,186	,270	-1,710	,126	,685	,513
M. Orgánica %	2,041	,076	1,002	,346	1,340	,217
C.O. %	2,045	,075	,649	,534	1,306	,228
Sat. % Bases %	-1,614	,145	-,033	,974	1,390	,202
Densidad A. (g/cc)	-1,491	,174	,278	,788	-,525	,614

Fuente. Elaboración propia

* Valor de t negativo indica que la media aumentó, significativamente, cuando p<0,05, y si es positivo disminuyó la media, significativamente, cuando p<0,05

En estos modelos agroecológicos en algunas parcelas disminuyeron algunos microelementos como el cloro, el boro y el cobre (en tres de los seis tipos de parcelas) lo que se atribute al que en algunos casos el contenido estaba bajo o deficiente al inicio y los aportes de los microelementos en los fertilizantes no era suficiente. En el caso de la parcela agroecológica agua cate abarco maíz disminuyo la materia orgánica y el carbono orgánico, lo que indica que en ese corto periodo de tiempo ese sistema agroforestal no repone la materia orgánica y que las prácticas de conservación no fueron efectivas en ese caso. Como aspecto positivo en las dos parcelas del sistema agroforestal abarco-cacao-plátano se incrementó la C.I.C., lo que favorece la nutrición de las plantas. Curioso que se incrementara en una parcela agroecológica y otra testigo de diferentes modelos el azufre cuando la fertilización que se aplicó era pobre en este elemento.

La Playa

Al comparar las medias de las variables agroquímicas de la parcela testigo y la parcela agroecológica, no se encontró diferencia estadísticamente significativa (p>0,05) para ninguno de los tres modelos agroecológicos confirmando las pocas diferencias entre las dos parcelas en el diseño experimental y en el manejo nutricional posterior por los agricultores, además del corto tiempo en que se hicieron las mediciones en el proyecto. Estas diferencias de manejo agroecológico sobre la nutrición se ven a más largo plazo.

Al comparar las variables agroquímicas del suelo antes y después del establecimiento de los cultivos en las parcelas agroecológicas del Municipio La playa, se verificó que en el modelo 1 (R-A-F), no se presentó diferencia estadísticamente significativa entre ellas, lo que indica que los cultivos no tuvieron en ese primer año de cultivo influencia alguna sobre las propiedades agroquímicas del suelo. En el modelo agroecológico 2 (R-A-M), se presentó diferencia estadística (p<0,05) con disminución en las variables de materia orgánica y carbono orgánico. Para el modelo agroecológico 3 (R-B-M) en la parcela agroecológica, solo se presentó diferencia estadísticamente significativa para la variable cloruros, las demás variables presentaron comportamiento similar (Tabla 80).

Tabla 80. Comparación de las variables agroquímicas del suelo antes y después en las parcelas agroecológicas en los diferentes modelos del Municipio La Playa

	Modelo 1 Roble-Aguacate-Maíz		Modelo 2 Roble-Aguacate-Frijol		Modelo 3 Roble-Brevo-Maíz	
Variable	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor
Potasio (meq / 100 cc)	-,213	,837	-1,209	,261	,494	,634
Calcio (meq / 100 cc)	,162	,875	,346	,738	1,058	,321
Magnesio (meq / 100 cc)	-,071	,945	-,217	,833	1,439	,188
Sodio (meq / L)	-,017	,987	,520	,617	-,084	,935
Aluminio (meq / 100 cc)	-,375	,717	,273	,791	-,544	,601
C.I.C (meq / 100 g)	-,234	,821	,910	,389	1,517	,168
Cloruros (meq / 100L)	,636	,542	1,279	,237	3,345	,010
Fosforos ppm	-,786	,455	,826	,433	-1,304	,229
N - NH4 ppm	-1,160	,279	-1,111	,299	-1,789	,111
N-NO3 ppm	,376	,717	,807	,443	1,912	,092
Azufre ppm	,297	,774	1,711	,125	1,324	,222
Hierro ppm	,958	,366	1,922	,091	,211	,838
Manganeso (ppm)	,686	,512	-,804	,445	-1,160	,280
Cobre (ppm)	-1,333	,219	-3,413	,009	-1,857	,100
Zinc (ppm)	,121	,907	1,128	,292	,222	,830

Boro (ppm)	2,235	,056	,512	,623	,661	,527
pH	1,031	,333	,070	,946	,698	,505
C.E. m.S/cm	,215	,835	1,828	,105	1,703	,127
M. Organica %	-,042	,967	3,107	,015	1,304	,228
C.O. %	-,049	,962	3,124	,014	,702	,503
Sat. % Bases %	-,152	,883	,209	,840	-,321	,756
Densidad A. (g/cc)	-,247	,811	,230	,824	,200	,846

Fuente. Elaboración propia

* Valor de t negativo indica que la media aumentó, significativamente, cuando p<0,05, y si es positivo disminuyó la media, significativamente, cuando p<0,05

En la parcela testigo del modelo agroecológico 1 (R-A-F), se compararon las medias antes y después del establecimiento de los arreglos agroforestales de las variables agroquímicas del suelo, mostrando todas comportamiento estadísticamente similar. En la parcela testigo del modelo agroecológico 2 (R-A-M), se presentó diferencia estadísticamente (p<0,05) para tres variables con aumento para el cobre, y disminución de la materia orgánica y carbono orgánico, mientras que en el modelo agroecológico 3 (R-B-M), al comparar las variables agroquímicas del suelo antes y después del establecimiento de los arreglos agroforestales, se presentó disminución significativa (p<0,05) en el contenido de boro (Tabla 81).

Tabla 81. Comparación de las variables agroquímicas del suelo antes y después en las parcelas testigos en los diferentes modelos del Municipio La playa

	Modelo 1 Roble-Aguacate-Maíz		Modelo 2 Roble-Aguacate-Frijol		Modelo 3 Roble-Brevo-Maíz	
Variable	Valor De T	P Valor	Valor De T	P Valor	Valor De T	P Valor
Potasio (meq / 100 cc)	,347	,737	1,045	,327	-1,396	,200
Calcio (meq / 100 cc)	-,092	,929	1,336	,218	-,833	,429
Magnesio (meq / 100 cc)	,661	,527	1,106	,301	-1,444	,187
Sodio (meq / L)	-,437	,674	,233	,822	-,496	,633
Aluminio (meq / 100 cc)	-1,404	,198	-1,100	,303	1,101	,303
C.I.C (meq / 100 g)	1,313	,225	,480	,644	,570	,584
Cloruros (meq / 100L)	3,897	,005	2,146	,064	,488	,639
Fosforos ppm	-,572	,583	,553	,596	-1,524	,166
N - NH4 ppm	-1,578	,153	-1,791	,111	-1,429	,191
N-NO3 ppm	-,085	,934	,842	,424	,899	,395

Azufre ppm	2,087	,070	1,090	,307	-,017	,987
Hierro ppm	1,001	,346	1,473	,179	,520	,617
Manganeso (ppm)	-,133	,897	1,693	,129	-,022	,983
Cobre (ppm)	-,647	,536	-2,634	,030	-1,999	,081
Zinc (ppm)	,596	,568	1,635	,141	-,179	,862
Boro (ppm)	4,135	,003	,438	,673	2,710	,027
pH	,054	,959	2,199	,059	-,436	,674
C.E. m.S/cm	,226	,827	,964	,363	,779	,459
M. Orgánica %	,266	,797	3,552	,007	1,427	,191
C.O. %	,268	,795	3,539	,008	1,451	,185
Sat. % Bases %	-,971	,360	1,012	,341	-,730	,486
Densidad A. (g/cc)	-1,190	,268	,620	,553	,997	,348

Fuente. Elaboración propia

* Valor de t negativo indica que la media aumentó, significativamente, cuando p<0,05, y si es positivo disminuyó la media, significativamente, cuando p<0,05

Resulta de interés que tanto en parcela agroecológica como la testigo del modelo 2 (R-A-M),haya disminuido el contenido de la materia orgánica y carbono orgánico lo que indica que en el sistema agroforestal Roble Aguacate Maíz, en esta primera etapa se aporta baja cantidad de materia orgánica y que las practicas agroecológicas realizadas en estas parcelas no fueron efectivas para mantener la que había inicialmente en el suelo. Por otra parte, aumentó el contenido de cobre en la parcela agroecológica y disminuyó el contenido de boro en la parcela testigo del modelo Roble-Brevo-Maíz.

Mutiscua

Al comparar las medias de las variables agroquímicas de la parcela testigo con la de la parcela agroecológica después de implementados los sistemas agroforestales no se encontró diferencia significativa (p>0,05) entre estas para ninguno de los tres modelos agroecológicos.

La comparación de las variables agroquímicas antes y después del establecimiento de los cultivos en la parcela agroecológica del modelo 1 mostró aumento significativo del sodio y el zinc, y decrecimiento significativo del aluminio, el cobre y el boro, las otras variables no presentaron diferencias entre ellas. En el modelo agroecológico 2, se presentó diferencia estadísticamente significativa en cinco variables con aumento de las concentraciones de fósforo y de zinc y disminución de la C.I.C y las concentraciones de cobre y boro. Para las parcelas agroecológicas del modelo agroecológico 3, se presentó un aumento significativo de la concentración de bases, de magnesio y de zinc, mientras disminuyeron significativamente los valores de C.I.C., cobre, boro, materia orgánica y carbono orgánico (Tabla 82).

Tabla 82. Comparación de las variables agroquímicas del suelo antes y después en las parcelas agroecológicas en los diferentes modelos del Municipio Mutiscua

	Modelo 1 Aliso – Ciruelo - Maíz		Modelo 2 Aliso – Ciruelo – Zanahoria		Modelo 3 Aliso – Mora – Tomate De Árbol	
Variable	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor
Potasio (meq / 100 cc)	-1,124	,294	-1,591	,150	-,893	,398
Calcio (meq / 100 cc)	-,559	,591	-,293	,777	-1,770	,115
Magnesio (meq / 100 cc)	-,921	,384	-1,059	,321	-2,360	,046
Sodio (meq / L)	-2,801	,023	-1,064	,319	-1,147	,284
Aluminio (meq / 100 cc)	1,041	,328	,661	,527	1,235	,252
C.I.C (meq / 100 g)	2,304	,050	3,630	,007	3,568	,007
Cloruros (meq / 100L)	1,637	,140	,805	,444	1,406	,197
Fosforos ppm	-,802	,446	-4,225	,003	-2,274	,053
N - NH4 ppm	1,467	,181	2,284	,052	1,923	,091
N-NO3 ppm	-1,667	,134	-,402	,698	-,411	,692
Azufre ppm	-,241	,815	-,411	,692	-,754	,472
Hierro ppm	-1,137	,289	-,988	,352	-1,046	,326
Manganeso (ppm)	-,510	,624	,239	,817	-,262	,800
Cobre (ppm)	4,707	,002	2,596	,032	6,668	,000
Zinc (ppm)	-6,243	,000	-7,951	,000	-2,534	,035
Boro (ppm)	3,672	,006	11,617	,000	2,560	,034
pH	-,493	,636	,110	,915	-1,012	,341
C.E. m.S/cm	-1,815	,107	-1,134	,290	-1,218	,258
M. Organica %	1,490	,174	1,570	,155	5,127	,001
C.O. %	1,472	,179	1,570	,155	5,118	,001
Sat. % Bases %	-1,649	,138	-1,476	,178	-2,334	,048
Densidad A. (g/cc)	-1,904	,093	-,855	,417	-,239	,817

Fuente. Elaboración propia

* Valor de t negativo indica que la media aumentó, significativamente, cuando p<0,05, y si es positivo disminuyó la media, significativamente, cuando p<0,05

En la parcela testigo del modelo agroecológico 1, se compararon las medias antes y después del establecimiento de los arreglos agroforestales de las variables agroquímicas del suelo, presentando todas comportamiento estadísticamente similar, sin embargo en la parcela testigo del modelo agroecológico 2, se presentó diferencia estadísticamente significativa ($p<0,05$) para seis variables con incremento para la concentración de zinc y disminución de los valores de C.I.C., de cobre, boro, materia orgánica y carbono orgánico. En la parcela testigo del modelo agroecológico 3, se presentó comportamiento similar en las variables salvo para la C.I.C., el cobre, boro, la materia orgánica y el carbono orgánico que disminuyeron después de establecidos los cultivos (Tabla 83).

Tabla 83- Comparación de las variables agroquímicas del suelo antes y después en las parcelas testigos en los diferentes modelos del Municipio Mutiscua

	Modelo 1 Aliso – Ciruelo - Maíz		Modelo 2 Aliso – Ciruelo – Zanahoria		Modelo 3 Aliso – Mora – Tomate De Árbol	
Variable	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor
Potasio (meq / 100 cc)	-1,779	,113	-,554	,595	-1,452	,185
Calcio (meq / 100 cc)	-,826	,433	-1,382	,204	-,165	,873
Magnesio (meq / 100 cc)	-,546	,600	-,805	,444	-,974	,359
Sodio (meq / L)	-1,424	,192	-1,408	,197	,923	,383
Aluminio (meq / 100 cc)	,058	,955	,692	,509	-,757	,471
C.I.C (meq / 100 g)	1,882	,097	2,351	,047	2,873	,021
Cloruros (meq / 100L)	-1,183	,271	1,225	,255	1,044	,327
Fosforos ppm	-1,341	,217	-2,113	,068	-2,251	,055
N - NH4 ppm	,716	,494	1,760	,116	2,046	,075
N-NO3 ppm	-1,377	,206	-,273	,792	,543	,602
Azufre ppm	-1,044	,327	-,367	,723	2,288	,051
Hierro ppm	-,941	,374	-1,659	,136	-,537	,606
Manganeso (ppm)	,207	,841	-,978	,357	,629	,547
Cobre (ppm)	4,914	,001	3,674	,006	3,255	,012
Zinc (ppm)	-6,979	,000	-7,238	,000	-1,925	,090
Boro (ppm)	4,876	,001	5,705	,000	6,013	,000
pH	1,103	,302	-1,023	,336	-,405	,696

C.E. m.S/cm	-1,598	,149	-,607	,561	,552	,596
M. Orgánica %	,857	,416	3,918	,004	6,493	,000
C.O. %	,858	,416	3,921	,004	7,020	,000
Sat. % Bases %	-1,441	,188	-1,728	,122	-1,892	,095
Densidad A. (g/cc)	-,049	,962	-,588	,573	-1,158	,280

Fuente. Elaboración propia

* Valor de t negativo indica que la media aumentó, significativamente, cuando p<0,05, y si es positivo disminuyó la media, significativamente, cuando p<0,05

El carbono orgánico del suelo se relaciona con la sustentabilidad de los sistemas agrícolas afectando las propiedades del suelo relacionadas con el rendimiento sostenido de los cultivos. El carbono orgánico se vincula con la cantidad y disponibilidad de nutrientes del suelo, al aportar elementos como el N cuyo aporte mineral es normalmente deficitario. Además, al modificar la acidez y la alcalinidad hacia valores cercanos a la neutralidad, favorece la solubilidad de varios nutrientes. El carbono orgánico es proporcional a la materia orgánica por estar asociada a esta y proporciona coloides de alta capacidad de intercambio catiónico. Su efecto en las propiedades físicas se manifiesta mediante la modificación de la estructura y la distribución del espacio poroso del suelo. La cantidad de carbono no solo depende de las condiciones ambientales locales, sino que es afectada fuertemente por el manejo del suelo.

Esta situación explica porque en los modelos 2 y 3 que disminuyó significativamente la materia orgánica y el carbono orgánico también disminuyera la CIC. En Colombia, la CIC de los suelos es muy variable, aún dentro de una misma región. Lo deseable es que un suelo presente una CIC alta, asociada con una buena saturación de bases, ya que esto indica una gran capacidad potencial de suministro y reserva de calcio, magnesio y potasio (Stevenson & Cole, 1999, Yimer et al., 2008).

Ocaña

El análisis de la comparación entre la parcela la experimental y el testigo para las variables agroquímicas del suelo no mostró diferencias estadísticas en los parámetros evaluados entre ambos tratamientos en ninguno de los tres modelos agroecológicos.

Los resultados estadísticos realizados mostraron que en el modelo agroecológico 1 Nogal Cafetero-Aguacate-Maíz (NC-A-M) solamente había diferencias (p<0,05) en el pH y conductividad eléctrica y en la concentración de Mn y Cu. Se observó una disminución significativa en la concentración de Mn luego del establecimiento de los modelos, mientras que el Cu aumentó, la CE y el pH. En la parcela agroecológica del modelo 2 Nogal Cafetero-Cacao-Plátano (NC-C-P) antes y después de la implementación de los modelos solo se encontraron diferencias estadísticas para la CE y el pH. No se observaron diferencias significativas en la comparación de las variables agroquímicas de los suelos antes y después de la implementación del modelo NC-A-F (Tabla 84).

Tabla 84. Comparación de las variables agroquímicas del suelo antes y después en las parcelas agroecológicas en los diferentes modelos del Municipio Ocaña

	Modelo 1 Nogal Cafetero-Aguacate-Maíz		Modelo 2 Nogal Cafetero-Cacao-Plátano		Modelo 3 Nogal Cafetero-Aguacate-Frijol	
Variable	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor
Potasio (meq / 100 cc)	-0,856	0,417	0,431	0,678	0,461	0,657
Calcio (meq / 100 cc)	-0,856	0,422	-0,793	0,678	-0,699	0,504
Magnesio (meq / 100 cc)	0,095	0,927	-0,309	0,451	-1,338	0,218
Sodio (meq / L)	0,852	0,927	-0,309	0,460	0,738	0,482
Aluminio (meq / 100 cc)	0,082	0,937	-1,989	0,765	0,115	0,911
C.I.C (meq / 100 g)	0,082	0,937	-1,989	0,767	0,459	0,658
Cloruros (meq / 100L)	0,193	0,852	0,174	0,082	1,925	0,09
Fosforos ppm	0,193	0,856	0,174	0,112	1,272	0,239
N - NH4 ppm	0,740	0,480	0,307	0,866	-1,023	0,336
N-NO3 ppm	0,740	0,496	0,307	0,867	0,523	0,615
Azufre ppm	0,379	0,714	1,685	0,767	1,715	0,125
Hierro ppm	0,379	0,715	1,685	0,767	1,224	0,256
Manganeso (ppm)	3,257	0,012	-1,119	0,130	1,527	0,165
Cobre (ppm)	3,257	0,027	-1,119	0,135	0,196	0,849
Zinc (ppm)	-1,024	0,336	-4,693	0,296	2,03	0,077
Boro (ppm)	-1,024	0,348	-4,693	0,322	0,941	0,374
pH	-5,189	0,001	-1,080	0,002	0,141	0,892
C.E. m.S/cm	-5,189	0,004	-1,080	0,002	1,85	0,102
M. Organica %	1,238	0,251	-0,404	0,312	-1,013	0,341
C.O. %	1,238	0,278	-0,404	0,322	-1,015	0,34
Sat. % Bases %	-0,060	0,954	-,661	0,697	-1,173	0,275
Densidad A. (g/cc)	-0,060	0,954	-,477	0,705	0,469	0,652

Fuente. Elaboración propia

* Valor de t negativo indica que la media aumentó, significativamente, cuando $p<0,05$, y si es positivo disminuyó la media, significativamente, cuando $p<0,05$

Al comparar los valores medios de las variables agroquímicas del suelo antes y después del establecimiento en la parcela testigo modelo agroecológico 1 Nogal Cafetero-Aguacate-

Maíz (NC-A-M) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. La comparación de las variables agroquímicas antes y después de establecido de los cultivos del modelo Nogal Cafetero-Cacao-Plátano arrojó diferencia ($p<0,05$) para el fósforo y el nitrato, cuyos valores fueron mucho más altos después del establecimiento de los cultivos. En la parcela testigo del modelo NC-A-F tampoco se evidenció diferencias estadísticas en las variables agroquímicas de los suelos (Tabla 85).

Tabla 85. Comparación de las variables agroquímicas del suelo antes y después en las parcelas testigos en los diferentes modelos del Municipio Ocaña

	Modelo 1 Nogal Cafetero-Aguacate-Maíz		Modelo 2 Nogal Cafetero-Cacao-Plátano		Modelo 3 Nogal Cafetero-Aguacate-Frijol	
Variable	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor	Valor de t	P valor
Potasio (meq / 100 cc)	-0,858	0,416	-0,423	0,683	-0,522	0,616
Calcio (meq / 100 cc)	-0,275	0,790	-1,071	0,315	0,038	0,971
Magnesio (meq / 100 cc)	0,206	0,842	-1,446	0,186	0,292	0,778
Sodio (meq / L)	-1,226	0,255	0,895	0,397	0,41	0,692
Aluminio (meq / 100 cc)	-1,269	0,240	1,219	0,258	-0,656	0,53
C.I.C (meq / 100 g)	-0,475	0,648	-0,562	0,589	0,136	0,895
Cloruros (meq / 100L)	1,710	0,126	2,176	0,061	1,541	0,162
Fosforos ppm	-0,395	0,703	-2,704	0,027	-0,728	0,487
N - NH4 ppm	-1,932	0,089	-3,010	0,051	-2,112	0,068
N-NO3 ppm	-1,016	0,340	-2,020	0,017	0,314	0,762
Azufre ppm	-1,294	0,232	1,117	0,078	1,163	0,278
Hierro ppm	-0,007	0,994	-0,429	0,296	0	1
Manganeso (ppm)	1,071	0,316	-0,803	0,679	-0,636	0,542
Cobre (ppm)	-0,493	0,635	-0,341	0,445	-0,936	0,377
Zinc (ppm)	1,741	0,120	0,756	0,742	0,351	0,735
Boro (ppm)	1,686	0,130	-0,129	0,471	0,117	0,91
pH	1,128	0,292	0,534	0,900	0,364	0,725
C.E. m.S/cm	-0,217	0,834	1,252	0,608	0,9	0,395
M. Orgánica %	-1,000	0,347	0,736	0,612	-0,021	0,984
C.O. %	-1,278	0,237	0,609	0,246	-0,012	0,991
Sat. % Bases %	0,836	0,427	-0,713	0,483	-0,15	0,885

Densidad A. (g/cc)	1,006	0,344	0,794	0,559	0,944	0,373

Fuente. Elaboración propia

* Valor de t negativo indica que la media aumentó, significativamente, cuando p<0,05, y si es positivo disminuyó la media, significativamente, cuando p<0,05

Para el caso del nitrógeno disponible, la concentración de nitrato fue mayor que la de amonio, esto es particularmente importante porque en condiciones favorables para el crecimiento de las plantas, la mayor parte del amonio en el suelo se convierte en nitrato, siendo este último inmediatamente disponible para uso de las plantas y microorganismos del suelo. Pero se debe tener cuidado con el manejo que se dé a los cultivos, porque el nitrato puede perderse por lixiviación, dada su alta movilidad en el suelo, o se puede perder por volatilización a través de proceso de denitrificación, es decir, se reduce a formas gaseosas como el óxido nitroso (N_2O) o nitrógeno elemental (N_2) (Vitousek et al., 1985; Vitousek & Melillo, 1979).

3.3.3 Influencia de la implementación de los modelos agroecológicos sobre las variables biológicas del suelo.

Macrofauna del suelo

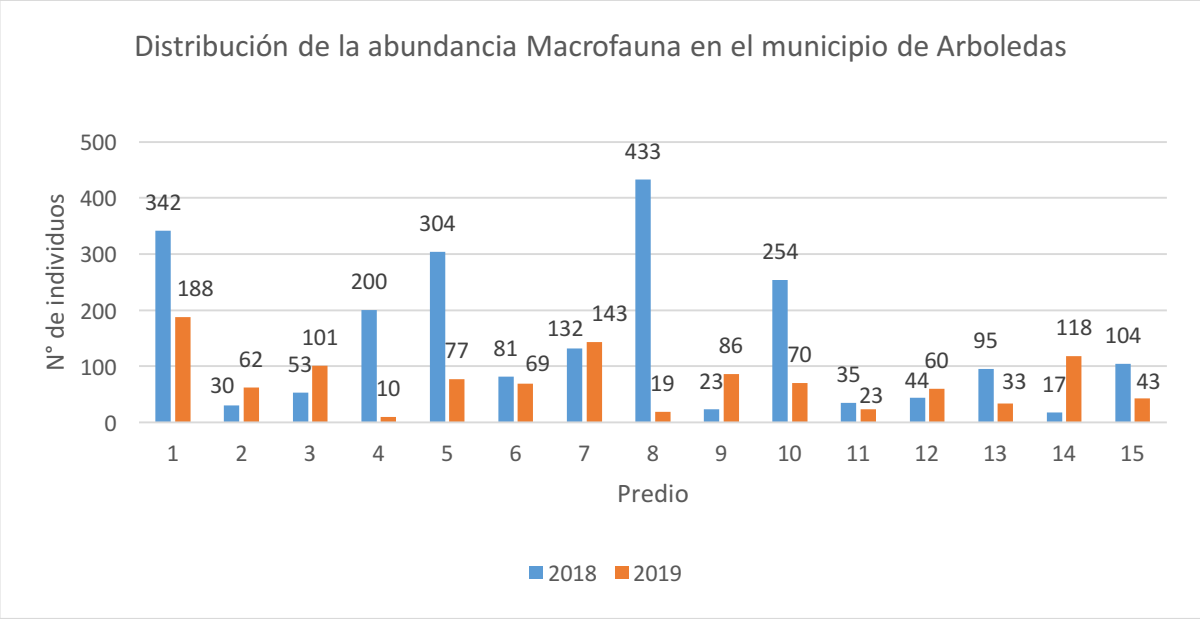
A continuación, se realiza una comparación de la situación de la macrofauna del suelo antes después de implementados los modelos agroecológicos por municipio.

Arboledas

Respecto a la abundancia, se identificaron 3249 individuos en total (2147 antes de establecer el modelo agroecológico en los predios y 1102 luego de establecido), con un valor medio de 143,13 individuos por predio antes de implementar el modelo y un valor medio de 73,47 luego de establecido, aunque con amplias diferencias entre valores máximos y mínimos lo que generó alta dispersión (desviación estándar= 132,44 antes de implementar el modelo y 48,78 luego de establecido).

Es de resaltar que antes de implementar los cultivos en el modelo Cedro-Limón-Maíz, el predio 2 fue el que presentó menor número de individuos (30) y el predio 1 el que mayor número de individuos registró (342), sin embargo, al finalizar el proyecto el predio 4 reportó solo 10 individuos y el predio 1 presentó 188. En el modelo Cedro-Aguacate-maíz, an un inicio el predio 9 presentó menor número de individuos (23) y el predio 8 el que mayor número de individuos registró (433), pero al finalizar el proyecto el predio 8 reportó solo 19 individuos y el predio 7 presentó 143. En el modelo Cedro- Aguacate -Frijol, el predio 14 fue el que presentó menor número de individuos (17) y el predio 15 el de mayor (104) antes de, mientras que en el segundo muestreo el predio 11 reportó solo 23 individuos y el predio 14 presentó el valor más alto de individuos (118) (Figura 32).

.



1: Predio La Providencia, 2: Predio El Llano, 3: Predio Sabaneta, 4: Predio San Antonio, 5: Predio El Hoyo, 6: Predio Las Brisas, 7: Predio Despensa, 8: Predio La Florida, 9: Predio Villa Teresa, 10: Predio Nuevo Reino, 11: Predio Vega Larga 12: Predio Olivo, 13: Predio La Esplayada, 14: Predio La Palma, 15: Predio La Cruz

Figura 31. Distribución de la Abundancia en 15 predios del municipio de Arboledas, Norte de Santander.

.

En adición a lo anterior, se encontró que antes de implementar los modelos, la especie más abundante fue *Solenopsis* sp.1 con 117 individuos (5,45%) seguida de *Megalomymex* sp.1 con 111 individuos (5,17%) y luego de implementados se encontró la especie *Termitermes* sp1 con 143 individuos (12,98%) seguida de *Lumbricus* sp. con 77 individuos (7%).

Se observó una disminución en la abundancia de individuos, la riqueza específica y la diversidad de especies de Margalef en los tres modelos una vez se implementaron los mismos. En cuanto a la equidad de Shannon, disminuyó en los modelos 1 (Cedro-Limón-Maíz) y 2 (Cedro-Aguacate-Maíz), mientras que en el modelo 3 (Cedro-Aguacate-Frijol) aumentó. Finalmente, la dominancia de Simpson, aumentó en los modelos 1 (Cedro-Limón-Maíz) y 2 (Cedro-Aguacate-Maíz), mientras que en el modelo 3 (Cedro-Aguacate-Frijol) disminuyó ligeramente (Tabla 86).

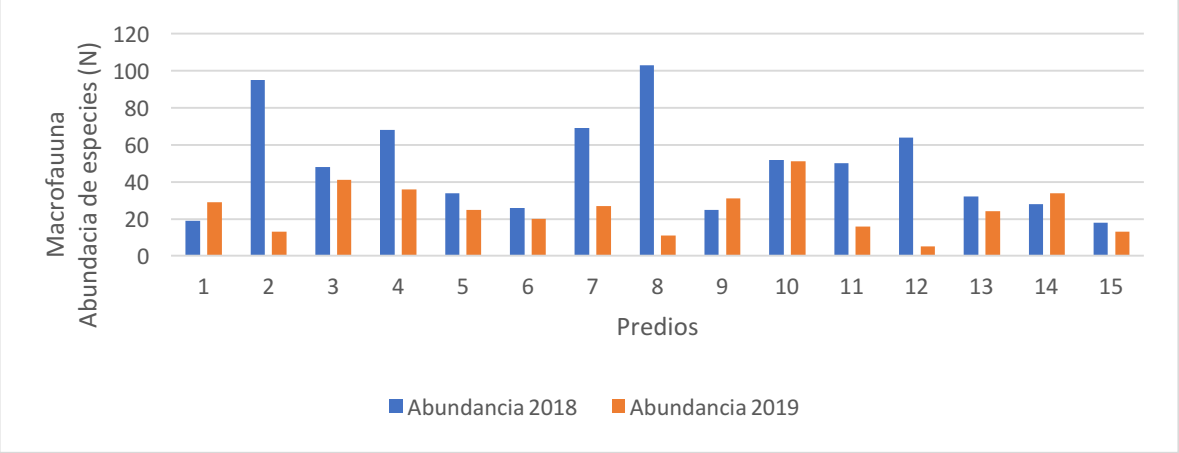
Tabla 86. Índices de biodiversidad global de la macrofauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio de Arboledas, Norte de Santander.

Macrofauna	Modelo 1 (CE-L-M)		Modelo 2 (CE-A-M)		Modelo 3 (CE-A-F)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	929	438	923	387	295	277
Riqueza específica (S)	70	39	99	44	33	23

Diversidad de especies de Margalef (DMg)	10,24	6,41	14,49	7,38	5,80	4,08
Equidad de Shannon-Wiener (H´)	3,66	3,14	4,01	2,93	2,94	3,19
Dominancia (Simpson)	0,037	0,07	0,02	0,07	0,07	0,06

Convención

Se cuantificó una abundancia total de 731 individuos en el año 2018 (estado inicial) mientras que, en el año 2019, luego de establecer los modelos la abundancia total disminuyó a 376 individuos. En la mayoría de las fincas este valor disminuyó notablemente con excepción de las fincas 1 del modelo 1 CE-L-M, la Finca 9 del Modelo 2 CE-A-M/F y la Finca 14 del modelo 3 CE-C-P. (Figura 33).



1. Macanal, 2. La Laguna, 3. Culebrita, 4. San Cayetano, 5. El Guamal, 6. Bella Unión, 7. Soledad, 8. San Antonio, 9. El Diviso, 10. Piedecuesta, 11. San Cayetano, 12. El Diviso, 13. El Guamal, 14. Macanal, 15. El Diviso.

Figura 32. Abundancia de especies (N) de la macrofauna del suelo presente en las 15 fincas participantes en el proyecto antes y después de implementar los modelos agroecológicos en el municipio de Convención, Norte de Santander

La abundancia de especies (N) en los tres modelos (Cedro-Limón Tahití-Maíz Puyita, Cedro-Aguacate Choquette-Maíz Puyita/Frijol Rosado y Cedro-Cacao-Plátano Hartón) disminuyó entre los años de observación (2018 y 2019), caso contrario con la riqueza especifica que en el año 2019 se encontró que dicho indicador aumentó con relación al 2018 en los tres modelos agroecológicos. El índice de diversidad de especies de Margalef y equidad de Shannon-Wiener presentan un aumento del año 2019 con relación al 2018. Por último, el índice de dominancia de Simpson, resultó mayor para los 3 modelos agroecológicos en el año 2018 en relación con el año 2019 (Tabla 87).

Tabla 87. Índices de biodiversidad de la macrofauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio de Convención, Norte de Santander

Macrofauna	Modelo 1 (CE-L-M)		Modelo 2 (CE-A-M/F)		Modelo 3 (CE-C-P)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	264	144	264	144	192	92
Riqueza específica (S)	42	55	42	56	33	38
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	7,353	10,866	7,3	11,130	6,087	8,183
Equidad de Shannon-Wiener (H´)	3,358	3,673	3,214	3,526	3,312	3,373
Dominancia (Simpson)	0,072	0,034	0,088	0,046	0,070	0,043

La Esperanza

En la Abundancia total de la Macrofauna, se identificaron 1.319 individuos (1009 antes de establecer el modelo agroecológico 2018 y 309 individuos en 2019, luego de establecidos los Modelos Agroecológicos), con un valor medio de 67,26 individuos por finca antes de implementar el modelo y un valor medio de 20,60 luego de establecidos, observándose amplias diferencias entre el número de individuos, antes y después de establecidos los Modelos Agroecológicos.

Con el establecimiento de los Modelos Agroecológicos disminuyó la abundancia de especies de la mesofauna en todas las fincas de los tres modelos agroecológicos, lo cual fue drástico para algunas fincas como la Esmeralda 2 y la San Alonso (Figura 34).

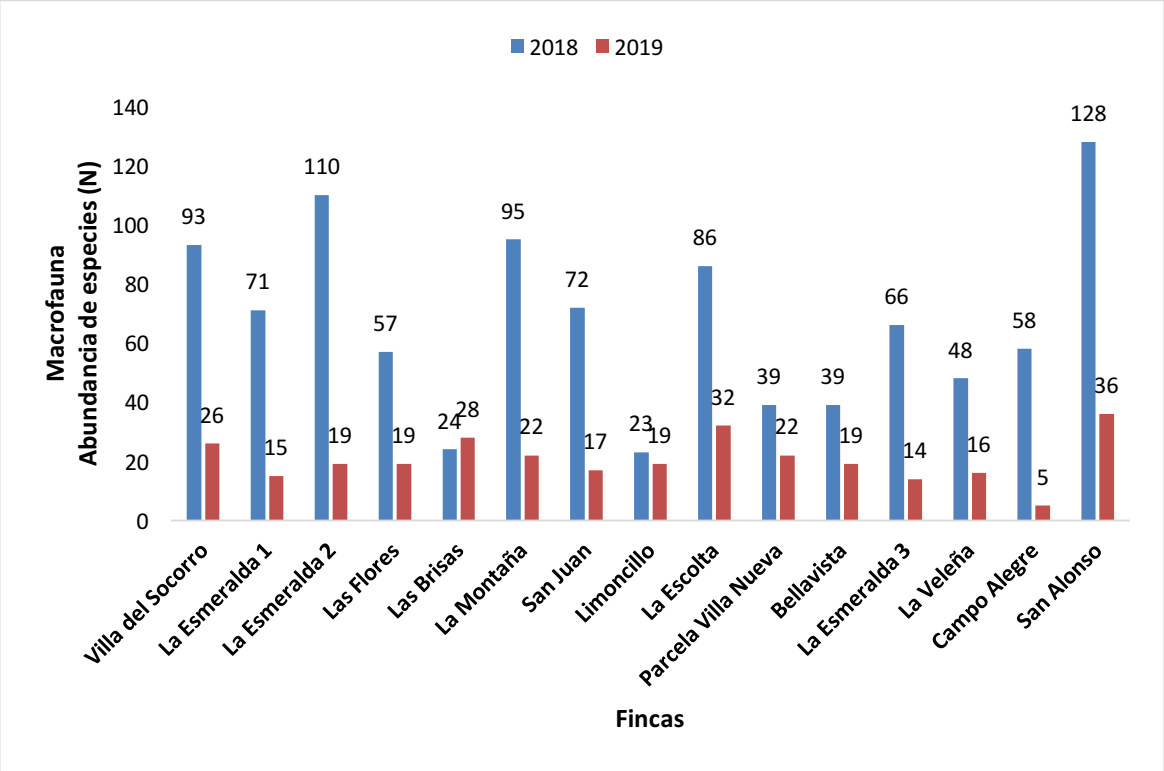


Figura 33. Distribución de la abundancia de macrofauna en las 15 fincas del municipio La Esperanza, Norte de Santander.

También fue drástica la disminución de algunas especies, por ejemplo la a abundancia más alta antes de establecer los Modelos era para *Atta* sp., 264 individuos , la cual disminuyó a cero después de establecidos los mismos. Igualmente sucedió con *Scolopendromorpha* sp., que de 74 pasó a cero después de establecido los cultivos.

Dentro de cada modelo agroecológico hubo una disminución de la abundancia. También al analizar los índices de riqueza de especies por modelo se evidenció que los índices disminuyeron ligeramente después de establecer los cultivos. Así, según el índice Diversidad de especies de Margalef se mantuvieron muy similares en los modelos AB-A-M y AB-L-M, con ligera disminución en el modelo A-C-P. El índice de Shannon-Wiener siembre aumentó ligeramente en todos los modelos excepto en el A-C-P., pero los valores quedaron siempre por debajo de 3 lo que indica una equidad baja. El índice de Simpson también se incrementó ligeramente excepto en el modelo A-C-P, pero no alcanzaron el valor 1 por lo que se considera una dominancia baja (Tabla 88).

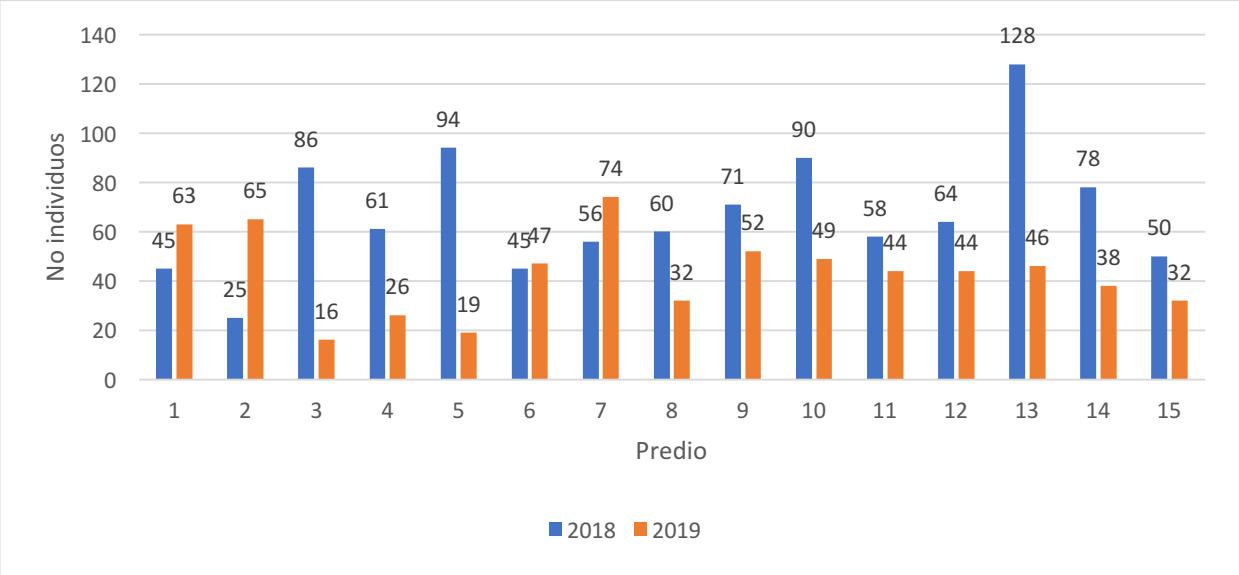
Tabla 88. Índices de biodiversidad de la macrofauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio de Esperanza, Norte de Santander

	Modelo 1 (AB-A-M)		Modelo 2 (AB-L-M)		Modelo 3 (A-C-P)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	355	107	315	112	339	90
Riqueza específica (S)	73	58	65	56	79	55
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	12,432	12,41	11,299	11,87	13,560	12,41
Equidad de Shannon-Wiener (H´)	1,512	1,584	1,503	1,584	1,514	1,452
Dominancia (Simpson)	0,765	0,7898	0,7616	0,7894	0,757	0,7365

La Playa

Respecto a la abundancia, se identificaron 1661 individuos en total (1011 antes de establecerse el modelo agroecológico en los predios y 650 luego de establecido), con un valor medio de 67,4 individuos por predio antes de implementar el modelo y un valor medio de 43,3 luego de establecido, aunque con amplias diferencias entre valores máximos y mínimos lo que generó alta dispersión (desviación estándar= 25,05 antes de implementar el modelo y 16,58 luego de establecido) (Figura 39).

Al comparar la distribución de la abundancia entre los años 2018 y 2019 por modelo agroecológico, se obtuvo que en el primer modelo conformado por Forestal – Agucate – Fríjol, se presentó un aumento en el número de individuos en el predio 2, donde se pasó de 25 a 65 individuos, mientras que en los predios 3, 4 y 5, hubo una disminución de individuos. En el segundo modelo agroecológico, Forestal – Aguacate – Maíz, el predio #7 presentó un aumento de 18 individuos para el año 2019 una vez se establecieron los cultivos, al igual que en el predio 6 con dos individuos más. Para los demás predios, se presentó una disminución de 88 individuos en total. Finalmente, el tercer modelo conformado por Forestal – Maíz – Brevo, se presentó una disminución de individuos en todos los predios, siendo más significativa en el predio 13 (Figura 35).



Fuente. Elaboración propia

1: Predio Carrizal, 2: Predio El Porvenir, 3: Predio Los Pumarrosos, 4: Predio San Agustín, 5: Predio San Roque, 6: Predio El Placer, 7: Predio El Limón, 8: Predio El Filo, 9: Predio Llano Seco, 10: Predio El Rincón, 11: Predio La María, 12: Predio La Vaquera, 13: Predio Llano del Hato, 14: Predio Carrizalito, 15: Predio Mogotes.

Figura 34. Comparación de la distribución de la Abundancia de macrofauna en 15 predios del municipio de La Playa, Norte de Santander para los años 2018 y 2019.

Se observó una disminución en el número de especies en los tres modelos después de su implementación. En la riqueza específica, los modelos Roble – Aguacate – Maíz y R Roble – Brevo – Maíz aumentaron levemente, mientras que el modelo Roble – Aguacate – Fríjol presentó una disminución en este indicador. En la diversidad de especies de Margalef, los tres modelos presentaron un aumento significativo, mientras que, en la equidad de Shannon, los modelos Roble – Aguacate – Maíz y Roble – Brevo – Maíz aumentaron sustancialmente y por el contrario, el modelo Roble – Aguacate – Fríjol registró una disminución. Para la dominancia de Simpson, el modelo Roble – Aguacate – Fríjol aumentó de manera significativa mientras que los otros dos modelos registraron una disminución (Tabla 89).

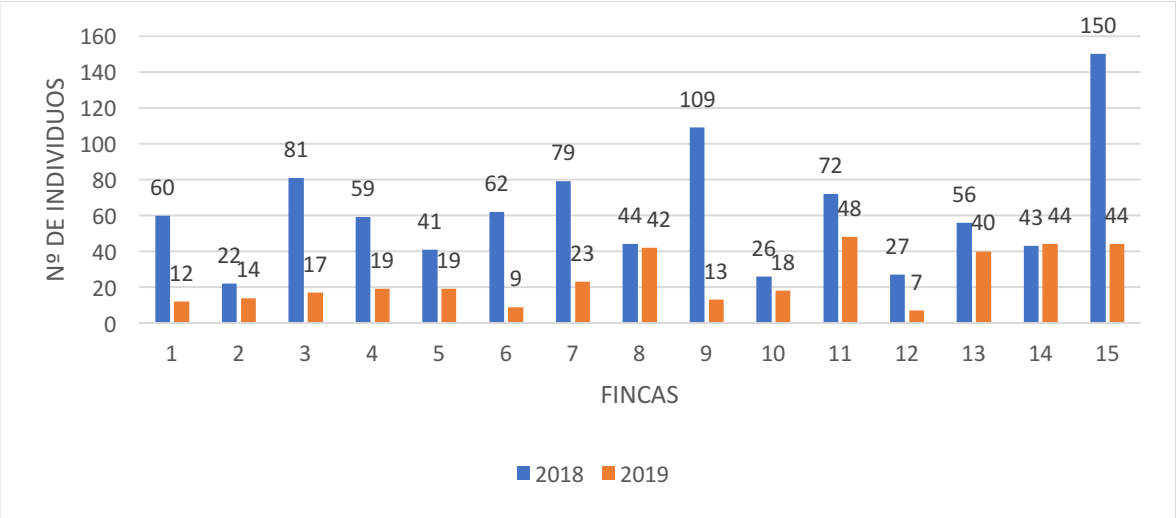
Tabla 89. Índices de biodiversidad de la macrofauna del suelo por modelo agroecológico

	Modelo 1 (R-L-M)		Modelo 2 ((R-A-F)		Modelo 3 (R-B-M)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	311	189	322	254	378	204
Riqueza específica (S)	68	45	62	72	48	70
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	11,85	8,48	11,85	8,48	8,09	13,16
Equidad de Shannon-Wiener (H´)	3,58	2,48	3,37	3,66	3,22	3,72
Dominancia (Simpson)	0,05	0,24	0,07	0,05	0,06	0,04

Mutiscua

Respecto a la abundancia, se identificaron 1300 individuos en total (931 antes de establecer el modelo agroecológico en las fincas y 369 luego de establecer el modelo), con un valor medio de 62,1 individuos para cada finca antes de implementar el modelo y un valor medio de 24,6 luego del modelo establecido.

En 14 de las 15 fincas disminuyó la abundancia. Las fincas que registraron mayor cantidad de individuos antes de establecer el modelo fueron la 15 con un valor de 150, seguido de la 9 con un total de 109 especies, en las cuales se observó una disminución drástica al disminuir esta variable a 13 y 44 respectivamente después de implementar el modelo agroecológico (Figura 35).



1: Finca El Alcaparral, 2: Finca Las Cuadritas, 3: Finca La Hoyada del Corazón, 4: Finca La Laguna, 5: Finca El Tambo, 6: Finca El Descanso, 7: Finca La Falda de Lucas, 8: Finca La Vega, 9: Finca La Laguna, 10: Finca El Caracol, 11: Finca Tierra Ingrata, 12: Finca Los Cerezos, 13: Finca La Vega, 14: Finca El Manzano, 15: Finca Rabichá.

Figura 35. Comparación de la distribución de la Abundancia de macrofauna en 15 predios del municipio Mutiscua, Norte de Santander para los años 2018 y 2019.

La abundancia (N) en los tres modelos agroecológicos Aliso – Ciruelo – Maiz, Aliso – Ciruelo – Zanahoria y Aliso-Mora-Tomate De Árbol fue mayor en el año 2018 con respecto al año 2019. La riqueza específica (S) también disminuyó en los tres modelos, pero en alrededor de 19 especies en el modelo Aliso-Ciruelo-Zanahoria. El índice de diversidad de especies de Margalef (D_{Mg}) disminuyó en todos los modelos. El índice de equidad de Shannon-Wiener (H´) disminuyo en lodos los modelos, mientras que el índice de dominancia (Simpson) por su parte con valores muy bajos aumentó en todos los modelos (Tabla 90).

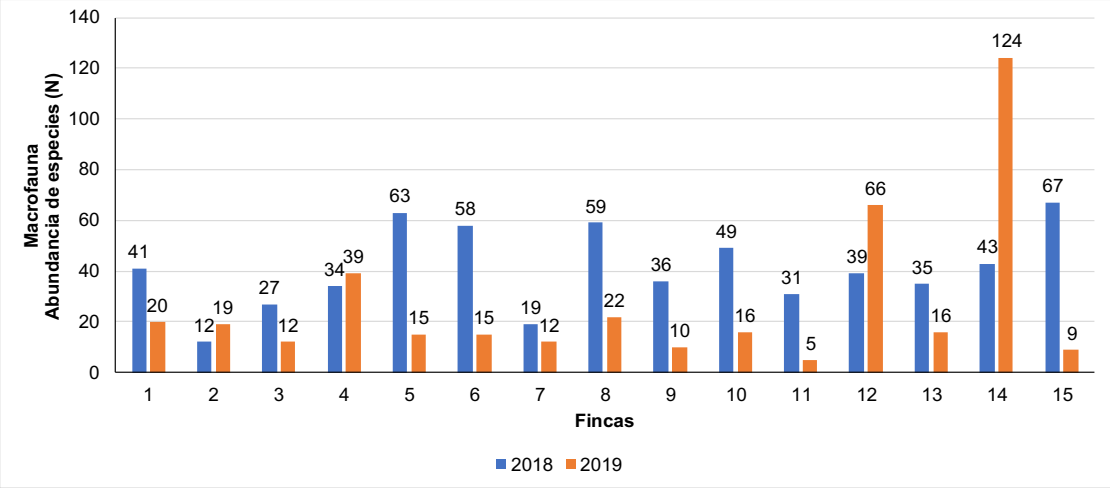
Tabla 90. Índices de biodiversidad de la macrofauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio de Mutiscua, Norte de Santander

	Modelo 1 (A-C-M)		Modelo 2 ((A-C-Z)		Modelo 3 (A-C-TA)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019

Abundancia (N)	116	105	348	183	348	183
Riqueza específica (S)	39	36	49	30	34	26
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	7,99	7,52	8,20	5,57	5,92	5,69
Equidad de Shannon-Wiener (H´)	3,21	3,11	3,41	2,61	3,04	2,84
Dominancia (Simpson)	0,06	0,07	0,05	0,11	0,06	0,08

Ocaña

Se cuantificó una abundancia de la macrofauna del suelo en las fincas de Ocaña de 613 individuos en el año 2018 (estado inicial), mientras que, en el año 2019, luego de establecer los modelos la abundancia total disminuyó a 400 individuos. En la mayoría de las fincas este valor disminuyó con excepción de las fincas 4, 12 y 14 (Tabla 37).



1.El Zancudo, 2. San Jose, 3. Zorro Cuco,4. El Caimito, 5. Doña Juana, 6. Los Guasimales, 7. El Porvenir, 8. Villa Angel, 9. La Estrella, 10. Casitas, 11. El Caracol, 12. Mosquera, San Jacinto, Vida Tranquila, 15. El Motilon II

Figura 36. Abundancia de especies (N) de la macrofauna del suelo presente en las quince fincas participantes en el proyecto antes y después de implementar los modelos agroecológicos en el municipio Ocaña, Norte de Santander.

La abundancia (N), la riqueza (S) y el índice de diversidad de Margalef disminuyeron en los tres modelos evaluados en el año 2019 con respecto al 2018, es decir, que la macrofauna fue muy sensible a los cambios generados durante ese primer año de implementación de los modelos. El índice de equidad de Shannon-Wiener (H´) tuvo un aumento importante en el modelo NC-A-M en el 2019 con respecto al 2018 mientras que en los modelos NC-C-P y NC-A-F disminuyó a la mitad en el año 2019. El índice de dominancia (Simpson) por su parte, contrariamente tuvo un aumento importante en el modelo NC-A-M y NC-A-F mientras que en NC-C-P disminuyó (Tabla 91).

Tabla 91. Índices de biodiversidad de la macrofauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio de Mutiscua, Norte de Santander

	Modelo 1 (CE-L-M)	Modelo 2 (CE-A-M/F)	Modelo 3 (CE-C-P)

	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	241	106	302	75	242	220
Riqueza específica (S)	58	40	56	32	56	30
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	10,57	8,57	9,807	7,31	10,20	5,56
Equidad de Shannon-Wiener (H´)	3,427	8,599	3,346	1,753	3,667	1,315
Dominancia (Simpson)	0,052	3,115	0,055	0,030	0,041	0,573

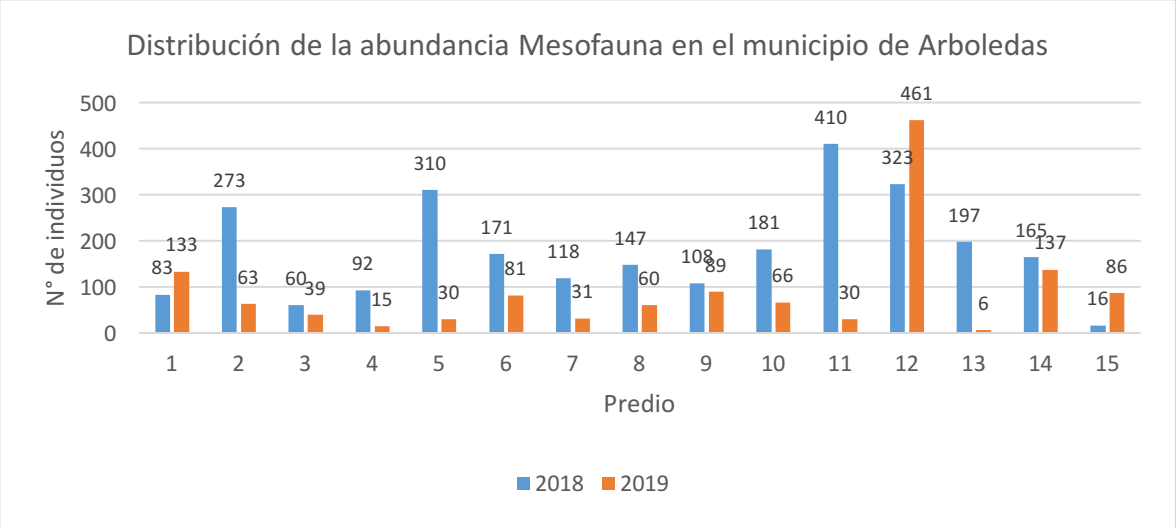
Fuente: Elaboración propia

Mesofauna del suelo

Arboledas

Respecto a la abundancia de la mesofauna en las fincas del proyecto en Arboledas se identificaron 2724 individuos antes de establecer los modelos agroecológicos en los predios y 1257 luego de establecidos, con un valor medio de 181,60 individuos por predio antes de implementar los modelos y un valor medio de 83.80 luego de establecidos los mismos, aunque con amplias diferencias entre valores máximos y mínimos lo que generó alta dispersión (desviación estándar= 103,49 antes de implementar los modelos y 111.75 luego de establecidos).

Es de resaltar que en el modelo Cedro-Limón-Maíz, el predio Sabaneta fue el que presentó menor número de individuos (60) y el predio El Hoyo el que mayor número de individuos registró (310) inicialmente, sin embargo, al finalizar el proyecto el predio San Antonio reportó solo 15 individuos y el predio La Providencia presentó 133. En el modelo Cedro-Aguacate-maíz, el predio Villa Teresa fue el que presentó menor número de individuos (108) y el predio Nuevo Reino el que mayor número de individuos registró (181) inicialmente, pero. al finalizar el proyecto el predio Despensa, reportó solo 31 individuos y el predio Villa Teresa presentó 89. En el modelo Cedro- Aguacate -Frijol, el predio La Cruz fue el que presentó menor número de individuos (16) y el Vega Larga el que mayor número de individuos registró (410) al principio, sin embargo, al finalizar el proyecto el predio La Esplayada reportó solo 6 individuos y el Olivo presentó 461 (Figura 38).



1: Predio La Providencia, 2: Predio El Llano, 3: Predio Sabaneta, 4: Predio San Antonio, 5: Predio El Hoyo, 6: Predio Las Brisas, 7: Predio Despensa, 8: Predio La Florida, 9: Predio Villa Teresa, 10: Predio Nuevo Reino, 11: Predio Vega Larga 12: Predio Olivo, 13: Predio La Esplayada, 14: Predio La Palma, 15: Predio La Cruz

Figura 37. Distribución de la Abundancia en 15 predios del municipio de Arboledas, Norte de Santander.

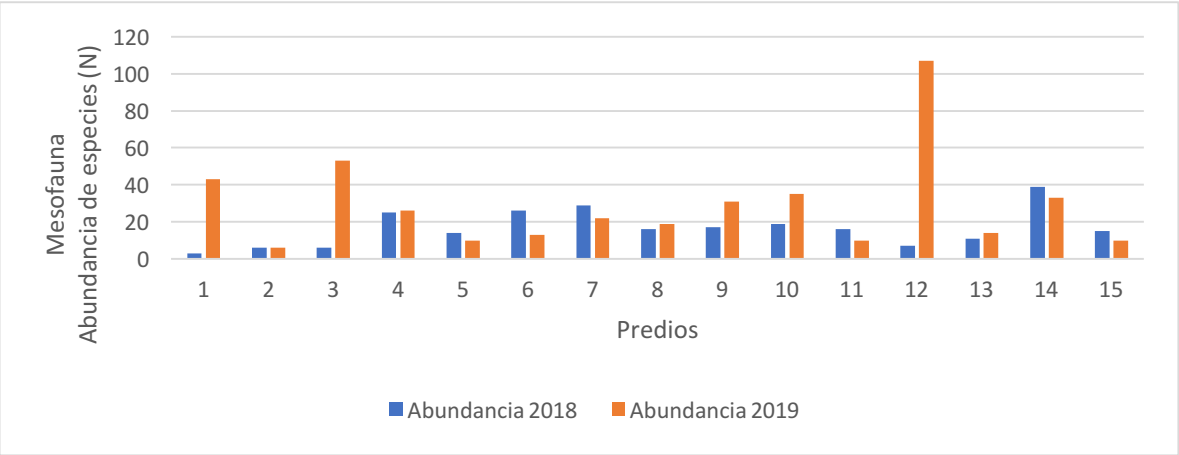
Se observó una disminución en la abundancia de individuos de las especies de la mesofauna en los modelos 1 (Cedro-Limón-Maíz) y 2 (Cedro-Aguacate-Maíz) una vez se implementaron los mismos y un aumento en el modelo 3 (Cedro-Aguacate-Frijol). En cuanto a la riqueza específica y la diversidad de especies de Margalef, presentaron una disminución en los tres modelos. En equidad de Shannon, los modelos 1 (Cedro-Limón-Maíz) y 3 (Cedro-Aguacate-Frijol), presentaron un aumento importante mientras que en el modelo restante Cedro-Aguacate-Maíz disminuyó después del establecimiento de los cultivos. Finalmente, la dominancia de Simpson, aumentó en los modelos 1 (Cedro-Limón-Maíz) y 2 (Cedro-Aguacate-Maíz), mientras que en el modelo 3 (Cedro-Aguacate-Frijol) disminuyó (Tabla 92).

Tabla 92. Índices de biodiversidad de la mesofauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio de Arboledas, Norte de Santander.

Mesofauna	Modelo 1 (CE-L-M)		Modelo 2 (CE-A-M)		Modelo 3 (CE-A-F)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	818	280	725	327	410	650
Riqueza específica (S)	15	10	23	8	13	9
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	4,17	1,77	4,25	1,81	4,65	1,38
Equidad de Shannon-Wiener (H´)	0,97	1,77	1,57	1,41	0,97	1,03
Dominancia (Simpson)	0,02	0,24	0,12	0,31	0,07	0,50

Convención

La abundancia de especies de la mesofauna del suelo encontrada al inicio del proyecto fue de 249 individuos, un año después este número se incrementó a 432 especies. Se manifestó un aumento de los individuos de este grupo en las fincas 1 y 3 del modelo 1, en la nueve y 10 del modelo 2 y 12 del modelo 3 incrementándose más de 12 veces en la última (Figura 39).



1. Macanal, 2. La Laguna, 3. Culebrita, 4. San Cayetano, 5. El Guamal, 6. Bella Unión, 7. Soledad, 8. San Antonio, 9. El Diviso, 10. Piedecuesta, 11. San Cayetano, 12. El Diviso, 13. El Guamal, 14. Macanal, 15. El Diviso

Figura 38. Abundancia de especies (N) de la mesofauna del suelo presente en las 15 fincas participantes en el proyecto antes y después de implementar los modelos agroecológicos en el municipio de Convención, Norte de Santander

La abundancia en los 3 modelos agroecológicos aumentó después de haberse establecido los modelos, mientras que los valores de la riqueza específica para la mesofauna fueron muy similares entre modelos y antes y después de implementarlos. Los indicadores de diversidad de especies de Margalef y la equidad de Shannon-Weiener, presentan un aumento en los modelos Cedro-Limón-Maíz y Cedro-Aguacate-Maíz/Frijol para el año 2019, mientras que para el modelo Cedro-Cacao-Plátano fue mayor en el año 2018. Con relación al indicador dominancia de Simpson el comportamiento fue contrario, puesto que para los modelos Cedro-Limón-Maíz y Cedro-Aguacate-Maíz/Frijol en el año 2018 fue mayor, mientras que para el modelo Cedro-Cacao-Plátano fue mayor en el año 2019 (Tabla 93).

Tabla 93. Índices de biodiversidad global de la meso fauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio de Convención, Norte de Santander

	Modelo 1 (CE-L-M)		Modelo 2 (CE-A-M/F)		Modelo 3 (CE-C-P)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	54	138	107	120	88	174
Riqueza específica (S)	3	5	4	5	5	5
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	0,501	0,812	0,642	0,836	0,893	0,775

Equidad de Shannon-Wiener (H´)	0,816	1,266	0,923	1,292	0,921	0,667
Dominancia (Simpson)	0,499	0,338	0,484	0,342	0,501	0,696

La Esperanza

Respecto a la Abundancia, se identificaron 192 individuos antes de implementar el modelo agroecológico en las fincas, y 91 luego de establecido, con un valor medio de 12,8 individuos por finca antes de implementar el modelo y un valor medio de 6,06 individuos posterior a la implementación.

En 14 de 15 fincas disminuyeron las poblaciones de mesoofauna, observándose amplias diferencias entre el número de individuos, antes y después de establecidos los modelos agroecológicos. La Abundancia en el Modelo 1 (Abarco-Aguacate-Maíz), antes de implementar el Modelo fue en Villa del Socorro era de 40 y de 2 individuos después de establecer el Modelo, La Esmeralda 1, de 15 bajó a 6 individuos después de establecer los modelos, y Las Brisas pasó de 24 a 7. En el Modelo 2 (Abarco-Limón-Maíz), resalta la finca Villa Nueva que pasó de tener 22 a 3 individuos. En el Modelo 3 (Abarco-Cacao-Plátano) sobresalen las fincas La Esmeralda 3 que disminuyó de 13 a 2 individuos y Campo Alegre que decreció de 17 a 3 (Figura 40).

.

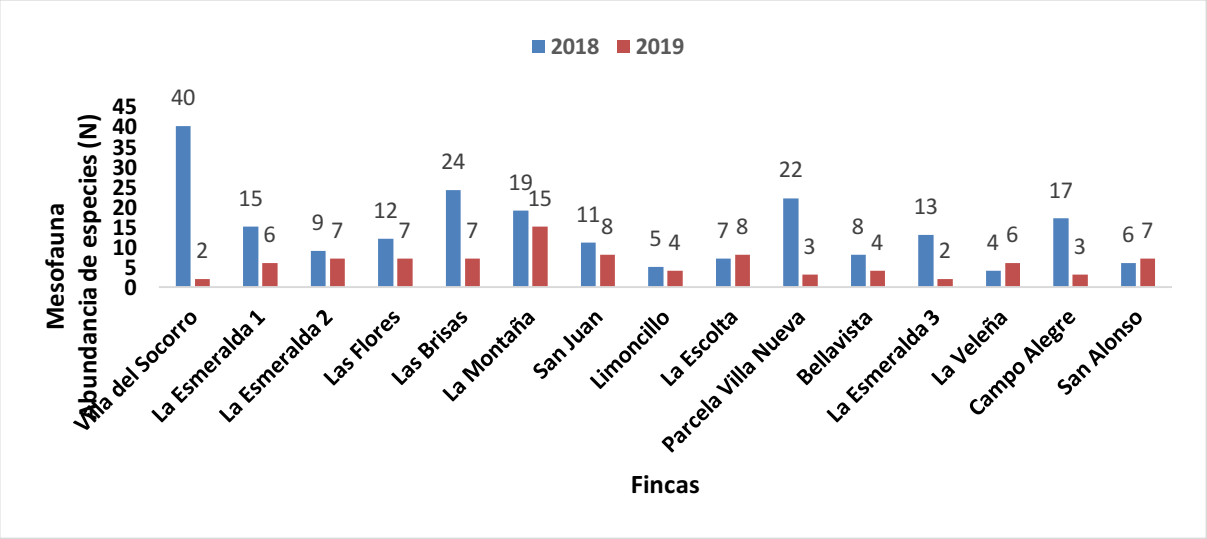


Figura 39. Distribución de la abundancia de Mesofauna en las 15 fincas del municipio La Esperanza, Norte de Santander.

Se encontró que la población de las hormigas Formicidae *Camponotus* sp., era de 59 individuos en 2018, pero una vez establecidos los modelos, esta bajó a cero.

La abundancia del número de individuos disminuyó en los tres modelos agroecológicos, mientras que la riqueza de especies disminuyó en los tres modelos. La diversidad de especies disminuyó en los modelos AB-A-M y AB -C-P y aumentó en el AB-L-M, y contrariamente la equidad y la dominancia aumentaron AB-A-M y AB -C-P y disminuyó el modelo AB-L-M (Tabla 94).

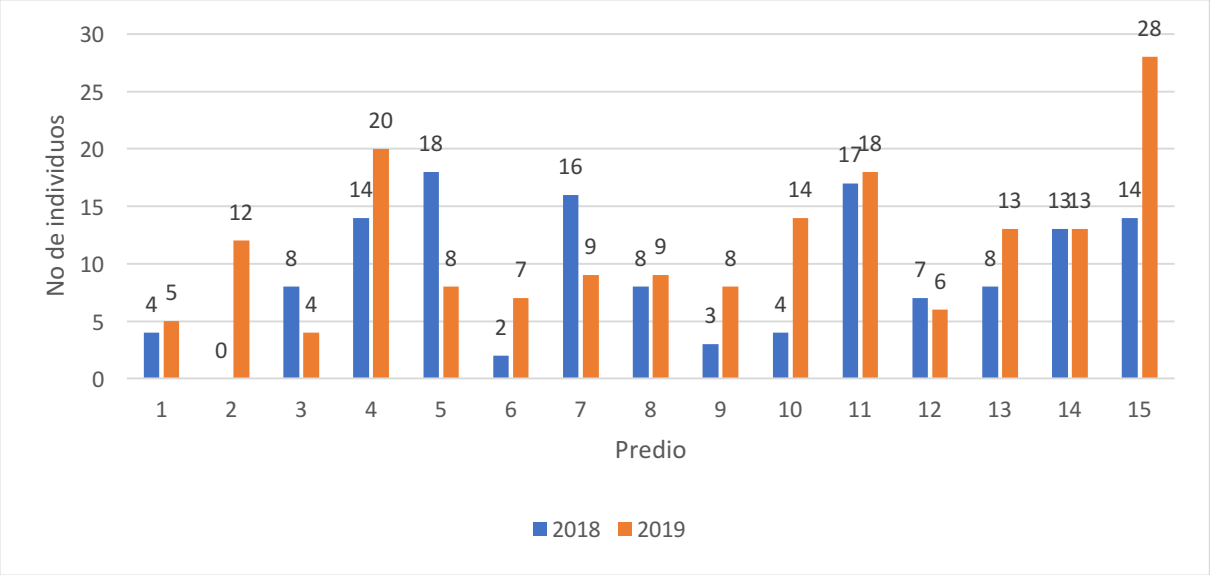
Tabla 94. Índices de biodiversidad de la mesofauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio La Esperanza, Norte de Santander

	Modelo 1 (AB-A-M)		Modelo 2 (AB-L-M)		Modelo 3 (A-C-P)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	100	29	64	38	48	22
Riqueza específica (S)	16	10	14	13	15	11
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	3,47	2,97	3,37	3,57	3,87	3,56
Equidad de Shannon-Wiener (H´)	1,465	1,54	1,471	1,46	1,487	1,518
Dominancia (Simpson)	0,737	0,777	0,746	0,738	0,750	0,764

La Playa

Respecto a la abundancia, se identificaron 136 antes de establecer el modelo agroecológico en los predios y 174 luego de establecido, con un valor medio de 9,06 individuos por predio antes de implementar el modelo y un valor medio de 11,6 luego de establecido, aunque con amplias diferencias entre valores máximos y mínimos lo que generó alta dispersión (desviación estándar= 6,53 antes de implementar el modelo y 6,45 luego de establecido).

Al comparar la distribución de la abundancia entre los años 2018 y 2019 por modelo agroecológico, se obtuvo que en el primer modelo conformado por Forestal – Aguacate – Fríjol, se presentó un aumento significativo del número de individuos, especialmente en el predio Llano Seco, en donde se pasó de cero a 12 individuos, caso similar ocurrió con el predio Los Pumarrosos que tuvo un aumento de 10 individuos para el 2019 en comparación con el 2018. En el segundo modelo agroecológico, Forestal – Aguacate – Maíz, el predio El Limón presentó un aumento de 7 individuos para el año 2019 una vez se establecieron los cultivos, ocurriendo algo similar con el predio El Porvenir que presentó un incremento de 10 individuos. Finalmente, el tercer modelo conformado por Forestal – Maíz – Brevo, sólo presentó un incremento significativo de individuos en el predio Carrizalito pasando de 14 individuos en el 2018 a 28 en el 2019 (Figura 41).



Fuente. Elaboración propia

1: Predio Carrizal, 2: Predio El Porvenir, 3: Predio Los Pumarrosos, 4: Predio San Agustín, 5: Predio San Roque, 6: Predio El Placer, 7: Predio El Limón, 8: Predio El Filo, 9: Predio Llano Seco, 10: Predio El Rincón, 11: Predio La María, 12: Predio La Vaquera, 13: Predio Llano del Hato, 14: Predio Carrizalito, 15: Predio Mogotes.

Figura 40. Comparación de la distribución de la abundancia de mesofauna en 15 predios del municipio de La Playa, Norte de Santander para los años 2018 y 2019.

Se observó un aumento en la abundancia de individuos de las especies de la mesofauna en los tres modelos una vez se implementaron los mismos. En cuanto a la riqueza específica, el Modelo Roble – Brevo – Maíz, presentó una disminución de tres unidades, mientras que los otros dos modelos tuvieron un aumento. En la diversidad de especies de Margalef y equidad de Shannon, los modelos Roble – Aguacate – Maíz y Roble – Aguacate – Fríjol presentaron un aumento importante mientras que en el modelo restante roble – brevo – maíz disminuyó después del establecimiento de los cultivos. Finalmente, la dominancia de Simpson, el modelo roble - brevo - maíz, fue el único que presentó un aumento lo que se corresponde con la disminución experimentada en la equidad (Tabla 95).

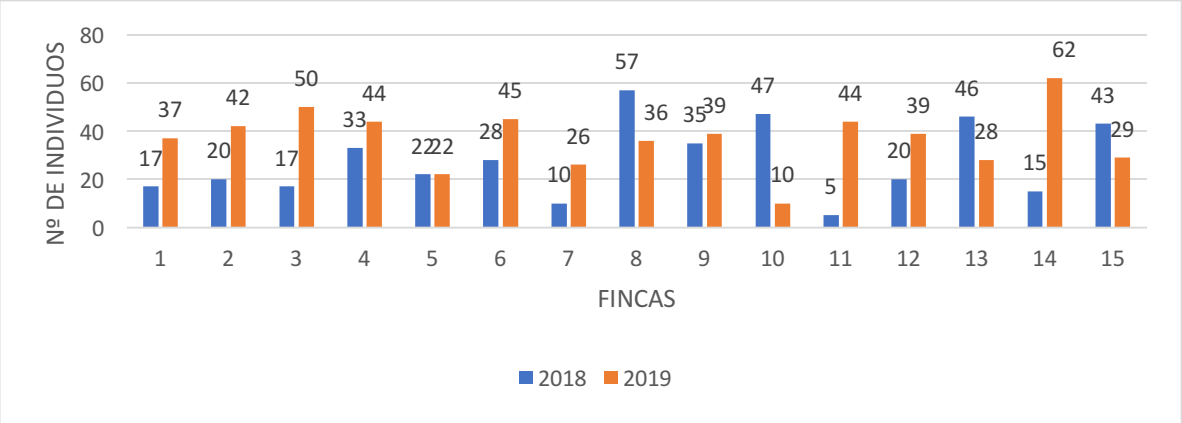
Tabla 95. Índices de biodiversidad de la mesofauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio La Playa, Norte de Santander.

	Modelo 1 (R-L-M)		Modelo 2 ((R-A-F)		Modelo 3 (R-B-M)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	44	49	33	47	59	78
Riqueza específica (S)	5	6	2	5	6	3
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	1,32	2,06	0,57	1,54	1,15	0,69
Equidad de Shannon-Wiener (H´)	0,92	1,06	0,52	1,06	1,58	1,06
Dominancia (Simpson)	0,53	0,51	0,67	0,25	0,23	0,51

Mutiscua

Respecto a la abundancia, se identificaron 968 individuos en total (415 antes de establecer el modelo agroecológico en las fincas y 553 luego de establecer el modelo), con un valor medio de 27,66 individuos por finca antes de implementar el modelo y un valor medio de 36,87 luego de aplicar el modelo, aunque con amplias diferencias entre valores máximos y mínimos lo que generó alta dispersión (desviación estándar= 15,24 antes y 12,56 luego de aplicar el modelo)

Al comparar la distribución de la abundancia de la mesofauna entre los años 2018 y 2019 por modelo agroecológico, se obtuvo que en el modelo 1 conformado por Aliso – Ciruelo – Maíz, se presentó un aumento significativo del número de individuos, especialmente en finca número 3, en donde se pasó de 17 a 50 individuos. En el segundo modelo agroecológico, Aliso – Ciruelo – Zanahoria, presenta un aumento significativo en algunas fincas como sucede en la numero 9, por otra parte, se registra una disminución significativa de especies en la finca número 8, en donde se pasó de 57 a 36 individuos. Finalmente, el tercer modelo conformado por Aliso – Mora – Tomate de Árbol, registra los valores más altos de individuos después de aplicar el modelo en el 2019, evidenciando en la finca 14 donde se pasa de 15 a 62 individuos (Figura 42).



1: Finca El Alcaparral, 2: Finca Las Cuadritas, 3: Finca La Hoyada del Corazón, 4: Finca La Laguna, 5: Finca El Tambo, 6: Finca El Descanso, 7: Finca La Falda de Lucas, 8: Finca La Vega, 9: Finca La Laguna, 10: Finca El Caracol, 11: Finca Tierra Ingrata, 12: Finca Los Cerezos, 13: Finca La Vega, 14: Finca El Manzano, 15: Finca Rabichá.

Figura 41 Comparación de la distribución de la Abundancia de mesofauna en 15 predios del municipio de Mutiscua, Norte de Santander para los años 2018 y 2019.

Se observó un aumento en la abundancia de individuos de las especies de la mesofauna en los tres modelos una vez se implementaron los mismos. En cuanto a la riqueza específica, el Modelo Aliso – Ciruela – Zanahoria, presentó un aumento de cuatro unidades, mientras que los otros dos modelos tuvieron una disminución. En la diversidad de especies de Margalef y equidad de Shannon, los modelos Aliso – Ciruela – Maíz y Aliso – Mora – Tomate de árbol presentaron una disminución importante mientras que en el modelo restante Aliso – Ciruela – Zanahoria aumenta después del establecimiento de los cultivos. Finalmente, la dominancia de Simpson, aumento en la aplicación de los 3 modelos agroecológicos, lo que se corresponde con la disminución experimentada en la equidad (Tabla 96).

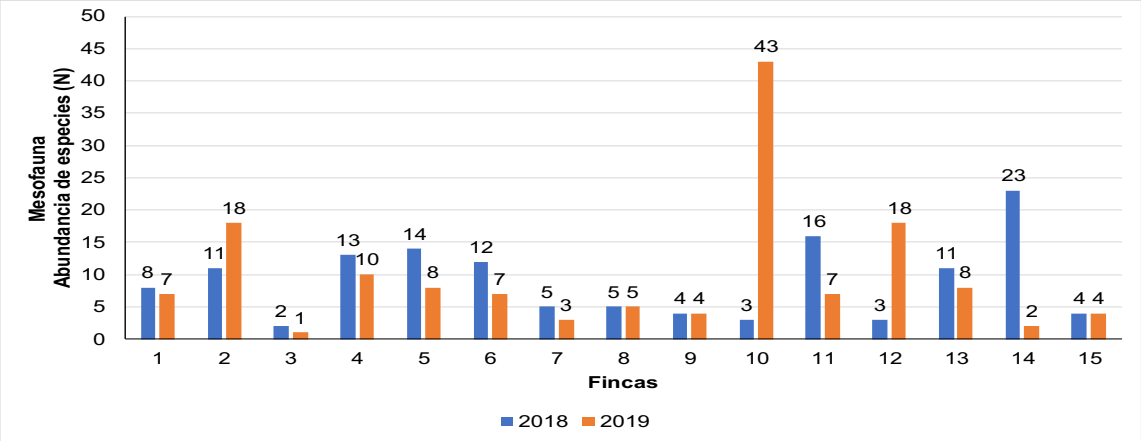
Tabla 96. Índices de biodiversidad de la mesofauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio de Mutiscua, Norte de Santander

	Modelo 1 (A-C-M)		Modelo 2 (A-C-Z)		Modelo 3 (A-M-TA)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	177	156	129	202	109	195
Riqueza específica (S)	11	10	7	11	11	7
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	1,93	1,78	1,23	1,88	2,13	1,14
Equidad de Shannon-Wiener (H´)	1,93	1,58	1,67	1,99	1,85	1,67
Dominancia (Simpson)	0,18	0,27	0,22	0,18	0,20	0,22

En general todos los modelos se mantuvieron en una la equidad aceptable por estar por entre 2,95 y 6,42 que Medrano & Hernández (2017) plantean que el índice de Shannon-Wiener normalmente varía de 1 a 5, e interpretan a valores menores de 2 como diversidad baja, de 2 a 3,5 media y superiores a 3,5 como diversidad alta.

Ocaña

La abundancia de especies de la mesofauna del suelo encontrada al inicio del experimento fue de 134 individuos, un año después este número se incrementó a 145. Con excepción de las fincas 2, 10 y 12, la abundancia tendió a disminuir posterior a la implementación de los modelos (Figura 43). En la finca 10 la abundancia se multiplicó más de 10 veces.



1.El Zancudo, 2. San Jose, 3. Zorro Cuco,4. El Caimito, 5. Doña Juana, 6. Los Guasimales, 7. El Porvenir, 8. Villa Angel, 9. La Estrella, 10. Casitas, 11. El Caracol, 12. Mosquera, San Jacinto, Vida Tranquila, 15. El Motilon II

Figura 42. Abundancia de especies (N) de la mesofauna del suelo presente en las quince fincas participantes en el proyecto antes y después de implementar los modelos agroecológicos en el municipio Ocaña, Norte de Santander.

Se observó una disminución de la abundancia en los modelos NC-A-M y NC-A-F en el año 2019 con respecto al 2018, mientras que en el modelo NC-C-P la abundancia de especies

se incrementó al doble en el año 2019. La diversidad de especies varió poco entre el año 2018 y 2019 en los tres modelos. El índice de equidad de Shannon-Wiener (H´) y dominancia de Simpsom aumentaron en el 2019 para el modelo NC-A-M, en tanto que en los otros dos modelos no presentó una variación importante entre años (Tabla 97).

Tabla 97. Índices de biodiversidad de la mesofauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio de Ocaña, Norte de Santander

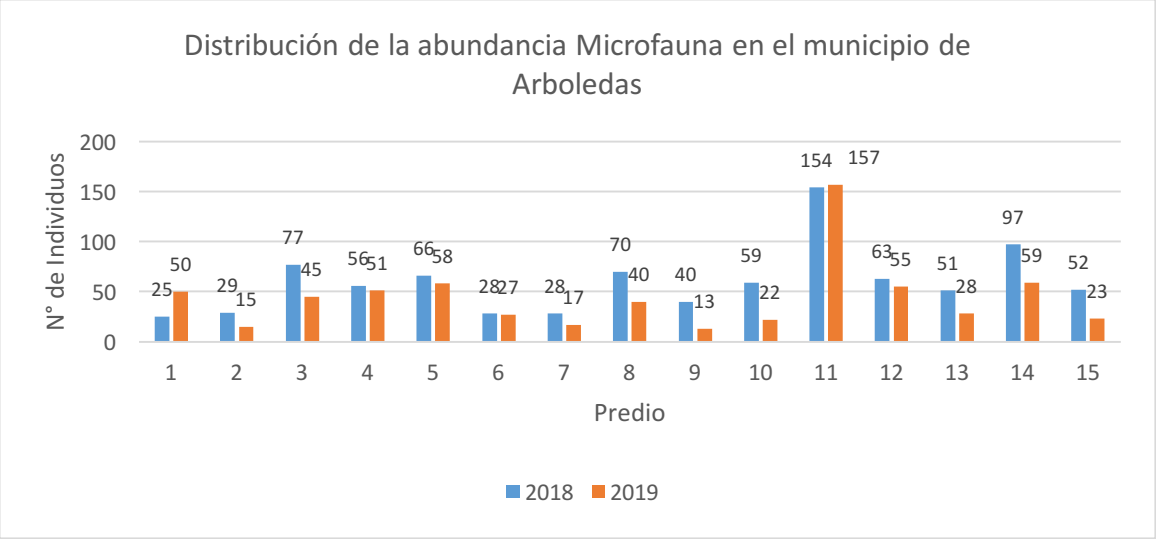
	Modelo 1 (NC-A-M)		Modelo 2 (NC-C-P)		Modelo 3 (NC-A-F)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	48	44	29	62	57	39
Riqueza específica (S)	4	4	3	3	4	4
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	1,033	1,057	0,89	0,727	0,989	1,092
Equidad de Shannon-Wiener (H´)	1,199	3,052	1,027	0,972	1,188	1,235
Dominancia (Simpson)	0,342	10,281	0,384	0,419	0,337	0,327

Microfauna del suelo

Arboledas

Respecto a la abundancia de la microfauna, se identificaron 895 antes de establecer el modelo agroecológico en los predios y 660 luego de establecido, con un valor medio de 59,67 individuos por predio antes de implementar el modelo y un valor medio de 44,00 luego de establecido lo que refleja una influencia negativa por la acción antrópica.

Es de resaltar que en los primero 5 predios antes de establecer el modelo Cedro-Limón-Maíz, el predio 1 fue el que presentó menor número de individuos (25) y el predio 3 el que mayor número de individuos registró (77) sin embargo al finalizar el proyecto el predio 2 reportó solo 15 individuos y el predio 5 presentó 58. En nel primer muestreo en el modelo Cedro-Aguacate-maíz, los predios 6 y 7 presentaron menor número de individuos (28) y el predio #8 el que mayor número de individuos registró (70) mientras que al finalizar el proyecto el predio 9 reportó solo 13 individuos y el predio 8, 40. En el modelo Cedro-Aguacate -Frijol, el predio 13 presentó menor número de individuos (51) y el predio 11 fue el que mayor número de individuos registró (154), pero al finalizar el proyecto el predio 15 reportó solo 23 individuos y el predio11 presentó 157 (Figura 44). Esto da una idea de las variaciones erráticas que se produjeron en este municipio con las poblaciones de la microfauna después que se plantaron los cultivos, aunque en general disminuyeron en 14 de los 15 predios.



1: Predio La Providencia, 2: Predio El Llano, 3: Predio Sabaneta, 4: Predio San Antonio, 5: Predio El Hoyo, 6: Predio Las Brisas, 7: Predio Despensa, 8: Predio La Florida, 9: Predio Villa Teresa, 10: Predio Nuevo Reino, 11: Predio Vega Larga 12: Predio Olivo, 13: Predio La Esplayada, 14: Predio La Palma, 15: Predio La Cruz.

Figura 43. Comparación de la distribución de la abundancia de microfauna en 15 predios del municipio Arboledas, Norte de Santander

En adición a lo anterior, se encontró que antes de implementar los modelos, la abundancia mayor fue para Nematoda: Anguinidae con 384 individuos (42,90%) seguida de Protozoa: Mastigophora con 127 individuos (14,18%) y luego de implementados se encontró la especie Nematoda: Anguinidae con 283 individuos (42,87%) seguida de Nematoda:Neotylenchidae con 161 individuos (24,39%).

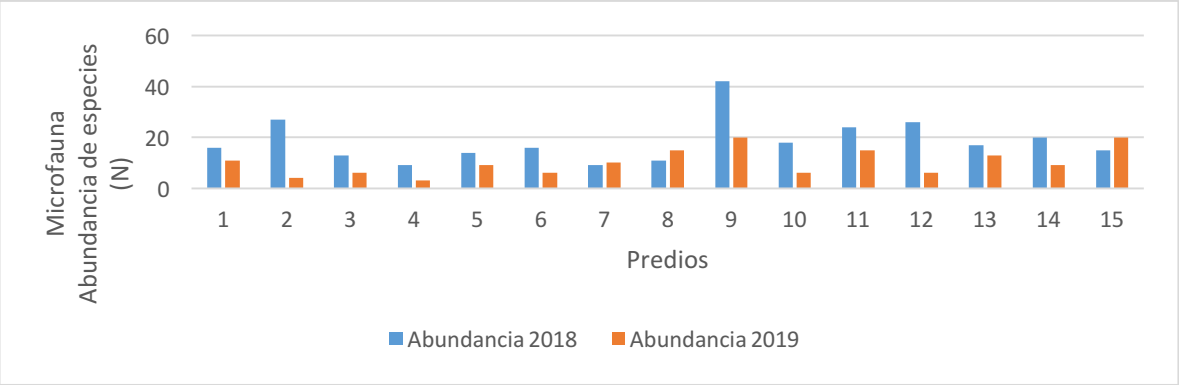
Al comparar los índices de biodiversidad de la microfauna del suelo en los años 2018 y 2019, se presentó una disminución en cuanto a la abundancia de especies en los tres modelos agroecológicos. En la riqueza específica, el modelo Cedro-Limón-Maíz disminuyó en 3 especies y los modelos Cedro-Aguacate-Maíz y Cedro-Aguacate-Frijol disminuyeron 2 especies. En la diversidad de Margalef, los 3 modelos disminuyeron con el establecimiento de los cultivos mientras que la equidad aumentó en los tres modelos. Finalmente, la dominancia de Simpson, aumentó en los modelos 1 (Cedro-Limón-Maíz) y 2 (Cedro-Aguacate-Maíz), mientras que en el modelo 3 (Cedro-Aguacate-Frijol) disminuyó (Tabla 98).

Tabla 98. Índices de biodiversidad global de la microfauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio de Arboledas, Norte de Santander.

Microfauna	Modelo 1 (CE-L-M)		Modelo 2 (CE-A-M)		Modelo 3 (CE-A-F)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	253	219	225	119	417	322
Riqueza específica (S)	8	5	8	6	9	7
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	2,17	0,92	2,22	1,25	1,99	1,21
Equidad de Shannon-Wiener (H´)	0,83	1,46	0,64	1,45	0,81	1,30
Dominancia (Simpson)	0,11	0,25	0,10	0,27	0,60	0,35

Convención

La abundancia de especies de la microfauna del suelo presentó una disminución, con relación a antes de iniciar con las actividades del proyecto, se encontraron 277 especies y posteriormente de haber implementado el proyecto se hallaron solo 153 especies. Solamente en dos fincas no disminuyó la microfauna, en la 8, del modelo 2 y en la 15 del modelo 3 (Figura 45).



1.Macanal, 2. La Laguna, 3. Culebrita, 4. San Cayetano, 5. El Guamal, 6. Bella Unión, 7. Soledad, 8. San Antonio, 9. El Diviso, 10. Piedecuesta, 11. San Cayetano, 12. El Diviso, 13. El Guamal, 14. Macanal, 15. El Diviso.

Figura 44. Comparación de la distribución de la abundancia de microfauna en 15 predios del municipio Convención, Norte de Santander.

El comportamiento de la microfauna con relación a los indicadores de abundancia, riqueza específica y equidad de Shannon-Wiener en los 3 modelos agroecológicos (Cedro-Limón-Maíz, Cedro-Aguacate-Maíz/Frijol y Cedro-Cacao-Plátano) manifestó una tendencia a la disminución de especies después de haber implementado los modelos para el año 2019. De forma similar, aunque con muy pequeña disminución ocurrió con la diversidad de Margalef con la excepción del modelo Cedro-Limón-Maíz que no varió entre los años de observación. Sin embargo, con los valores obtenido en el índice de dominancia de Simpson para la microfauna, se puede observar que tiende aumentar, con la implementación de los modelos agroecológico en el municipio (Tabla 99).

Tabla 99. Índices de biodiversidad global de la microfauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio de Convención, Norte de Santander.

	Modelo 1 (CE-L-M)		Modelo 2 (CE-A-M/F)		Modelo 3 (CE-C-P)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	79	33	96	57	102	63
Riqueza específica (S)	6	5	6	4	6	4
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	1,144	1,144	1,095	0,742	1,081	0,724
Equidad de Shannon-Wiener (H´)	1,499	1,197	1,620	1,206	1,410	1,240

Dominancia (Simpson)	0,264	0,370	0,214	0,326	0,289	0,313

La Esperanza

En la Abundancia total de la Microfauna, se identificaron 458 individuos, 189 antes de establecer el modelo agroecológico 2018 y 269 individuos en 2019, luego de establecidos los Modelos Agroecológicos, con un valor medio de 12,60 individuos por finca antes de implementar el modelo y un valor medio de 17,93 luego de establecidos, observándose amplias diferencias entre el número de individuos, antes y después de establecidos los Modelos Agroecológicos.

En 13 de las 15 fincas se observó un aumento de la microfauna. En el Modelo1, sobresale la finca Las Brisas que presentó 12 individuos antes de establecer el modelo y subió a 25 después de establecido el mismo. En el Modelo 2, sobresalen las fincas Limoncillo la cual tenía siete individuos en 2018 y subió a 23 y La Escolta de 5 a 23 individuos después de ser implementados los Modelos Agroecológicos. En el Modelo 3, resaltan las fincas La Esmeralda 3 con ocho y con 23 y San Alonso con 13 y 31 después de establecer los Modelos Agroecológicos respectivamente (Figura 46).

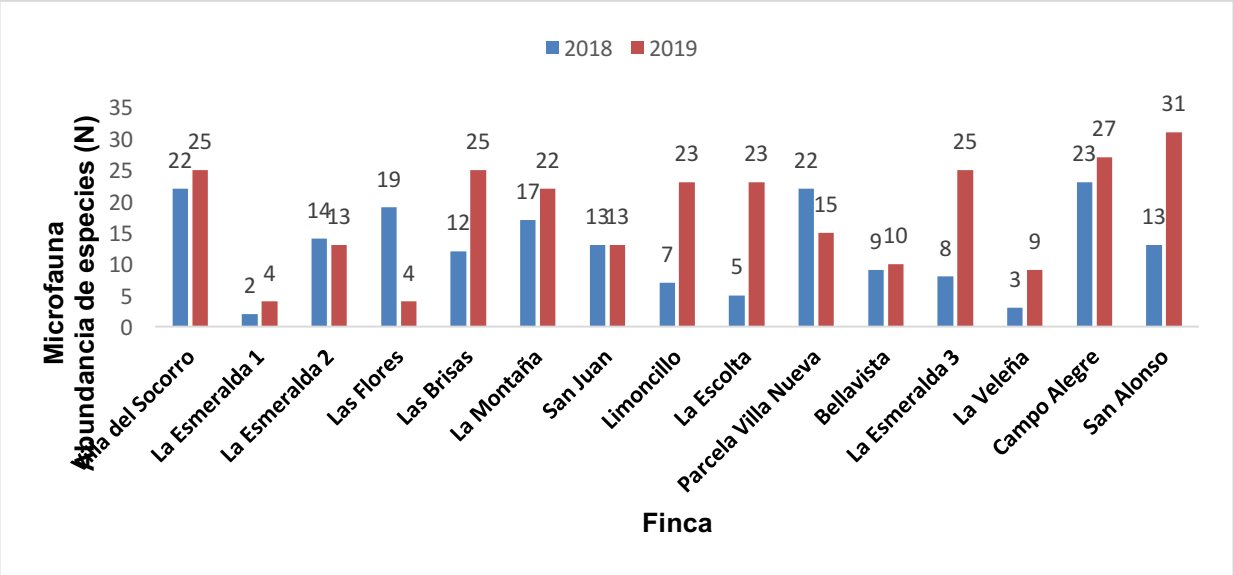


Figura 45. Comparación de la distribución de la abundancia de microfauna en 15 predios del municipio La Esperanza, Norte de Santander.

Es bueno resaltar que algunos organismos de la microfauna vieron favorecida su abundancia con el establecimiento de los Modelos Agroecológicos, así, los nematodos de la familia Anguinidae, aumentaron de 33 a 87 individuos y los de Ciliata de 6 a 74.

En general la abundancia aumentó en los tres modelos agroecológicos. La riqueza específica (S) y el índice de Margalef (diversidad de especies) aumentaron en los modelos AB-L-M y AB-C-P y disminuyo en el AB-A-M. El índice de Shannon (equidad) tuvo un descenso en el AB-A-M y un aumento en los modelos AB-L-M y AB-C-P, y similar situación se presentó para la dominancia (Tabla 100).

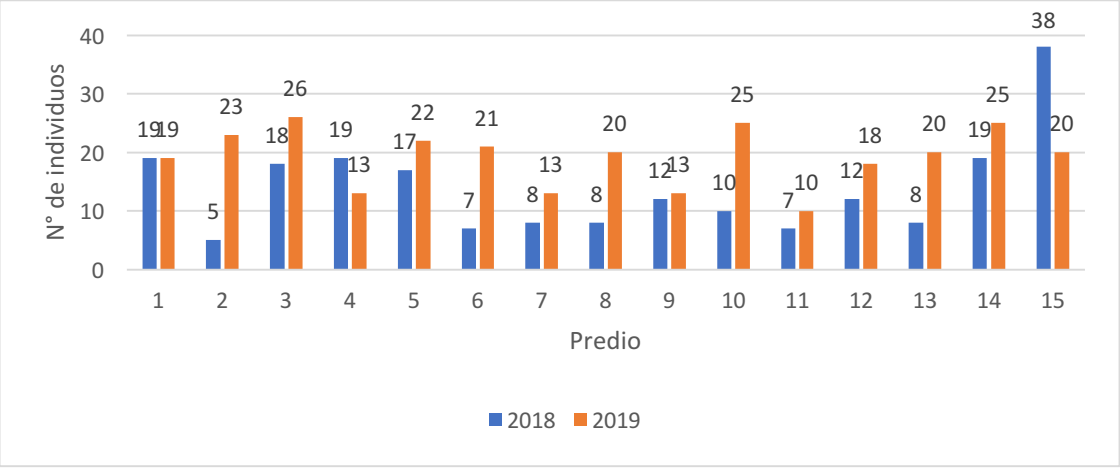
Tabla 100. Índices de biodiversidad de la microfauna, el municipio La Esperanza, Norte de Santander.

	Modelo 1 (AB-A-M)		Modelo 2 (AB-L-M)		Modelo 3 (A-C-P)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	69	71	64	96	56	102
Riqueza específica (S)	11	10	10	12	8	13
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	2,60	2,35	2,40	2,63	1,99	2,81
Equidad de Shannon-Wiener (H´)	1,45	1,37	1,484	1,583	1,433	1,5
Dominancia (Simpson)	0,750	0,712	0,752	0,789	0,728	0,760

La Playa

Respecto a la abundancia, se identificaron 184 individuos antes de establecer el modelo agroecológico en los predios y 288 luego de establecido, con un valor medio de 12,26 individuos por predio antes de implementar el modelo y un valor medio de 19,2 luego de establecido, aunque con amplias diferencias entre valores máximos y mínimos lo que generó alta dispersión (desviación estándar= 7,82 antes de implementar el modelo y 4,94 luego de establecido).

Al comparar la distribución de la abundancia entre los años 2018 y 2019 se observa que 12 de 15 fincas incrementaron sus poblaciones de microfauna. En el modelo agroecológico, Cedro – Aguacate – Fríjol, se presentó un aumento significativo en el predio 2, pasando de 5 a 23 individuos; caso contrario ocurrió en el predio 4, en donde el número de individuos disminuyó de 19 a 13. En el segundo modelo agroecológico, Forestal – Aguacate – Maíz, en todos los predios se presentó aumento en el número de individuos, siendo significativo en los predios 6 y 10 que reportaron aumento en 14 y 15 individuos respectivamente. Para el tercer modelo, Cedro – Maíz – Brevo, se observó que todos incrementaron, excepto el predio Mogotes que presentó disminución en el número de individuos, pasando de 38 en el 2018 a 20 en el 2019 (Figura 47).



1: Predio Carrizal, 2: Predio El Porvenir, 3: Predio Los Pumarrosos, 4: Predio San Agustín, 5: Predio San Roque, 6: Predio El Placer, 7: Predio El Limón, 8: Predio El Filo, 9: Predio Llano Seco, 10: Predio El Rincón, 11: Predio La María, 12: Predio La Vaquera, 13: Predio Llano del Hato, 14: Predio Carrizalito, 15: Predio Mogotes.

Figura 46. Comparación de la distribución de la abundancia de microfauna en 15 predios del municipio de La Playa, Norte de Santander para los años 2018 y 2019.

Al comparar los índices de biodiversidad de la microfauna del suelo en los años 2018 y 2019, se presentó un aumento en cuanto a la abundancia de especies en los tres modelos agroecológicos. En la riqueza específica, los modelos Roble–Aguacate- Maíz y Roble – Brevo – Maíz, presentaron un leve aumento (una especie), mientras que en el modelo Roble- Aguacate – Fríjol se mantuvo similar. En la diversidad de Margaref, los modelos Modelo Roble–Aguacate–Maíz y Modelo Roble–Brevo–Maíz, presentaron un ligero aumento, mientras que en el modelo Roble– Aguacate–Fríjol este indicador disminuyó con el establecimiento de los cultivos. El establecimiento de los cultivos, incrementó la equidad de Shannon y la dominancia de Simpson, ya que los tres modelos registraron un aumento para el año 2019 (Tabla 101).

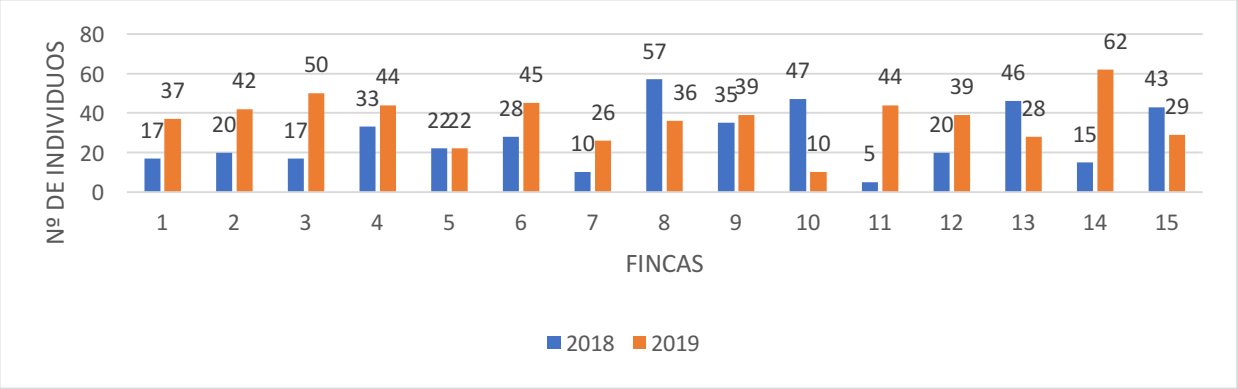
Tabla 101. Índices de biodiversidad de la microfauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio La Playa.

	Modelo 1 (R-L-M)		Modelo 2 ((R-A-F)		Modelo 3 (R-B-M)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	78	103	45	92	61	93
Riqueza específica (S)	6	6	5	6	6	7
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	1,38	1,29	1,31	1,33	1,46	1,54
Equidad de Shannon-Wiener (H´)	1,03	1,43	0,68	1,55	0,87	1,57
Dominancia (Simpson)	0,04	0,31	0,02	0,24	0,03	0,28

Mutiscua

Respecto a la abundancia, se identificaron 162 individuos antes de establecer el modelo agroecológico en el total de las fincas y 147 luego de establecer el modelo, con un valor medio de 10,80 individuos por finca antes de implementar el modelo y un valor medio de 9,80 luego de aplicar el modelo, aunque con amplias diferencias entre valores máximos y mínimos lo que generó alta dispersión (desviación estándar= 17,71 antes de implementar el modelo y 6,09 luego de establecer el modelo).

Al comparar la distribución de la abundancia entre los años 2018 y 2019 por modelo agroecológico, se obtuvo, que en el primer modelo conformado por Aliso – Ciruelo – Maíz, se presentó un aumento significativo de las poblaciones de microfauna en la finca La Hoyada del Corazón, pasando de 17 a 50 individuos. En el segundo modelo agroecológico, Aliso – Ciruelo – Zanahoria, en las fincas 8 y 10 se presentó una disminución significativa de individuos, caso contario sucedió con las fincas La Vega, La Laguna y El Caracol que presentaron un aumento en el número de individuos. Para el tercer modelo, Aliso – Mora – Tomate de Árbol, se destacó en la finca El Manzano con los máximos valores de individuos, pasando de 15 en el 2018 a 62 en el 2019 (Figura 48).



1: Finca El Alcaparral, 2: Finca Las Cuadritas, 3: Finca La Hoyada del Corazón, 4: Finca La Laguna, 5: Finca El Tambo, 6: Finca El Descanso, 7: Finca La Falda de Lucas, 8: Finca La Vega, 9: Finca La Laguna, 10: Finca El Caracol, 11: Finca Tierra Ingrata, 12: Finca Los Cerezos, 13: Finca La Vega, 14: Finca El Manzano, 15: Finca Rabichá.

Figura 47. Comparación de la distribución de la Abundancia de microfauna en 15 predios del municipio de Mutiscua, Norte de Santander para los años 2018 y 2019.

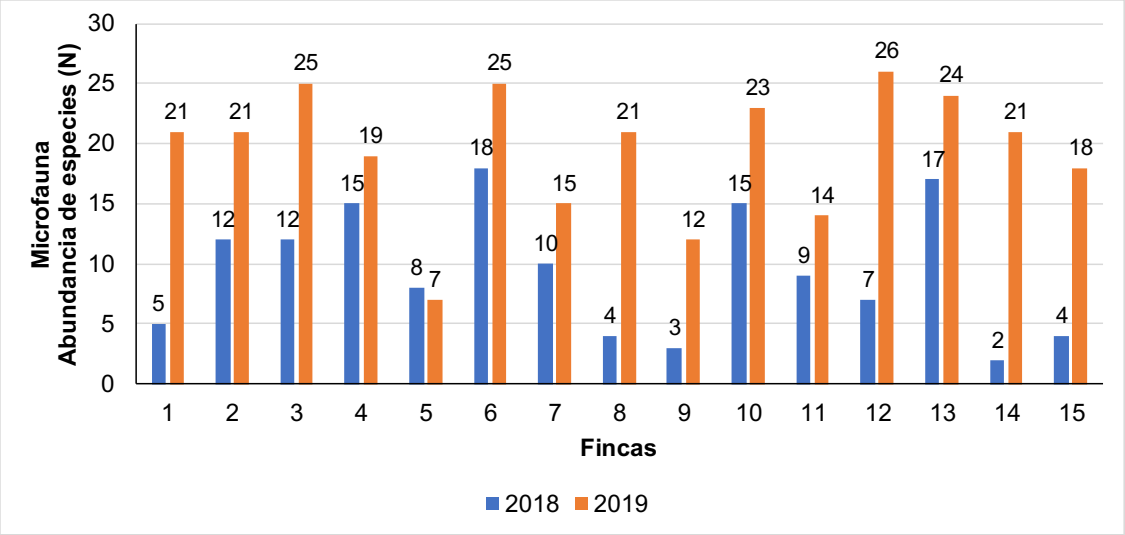
Al comparar los índices de biodiversidad de la microfauna del suelo por modelos en los años 2018 y 2019, se presentó una disminución en cuanto a la abundancia de especies en los tres modelos agroecológicos, menos evidente en el modelo 2. En la riqueza específica, los modelos Aliso – Ciruela - Maíz y Aliso – Ciruela – Zanahoria, presentaron un leve aumento, mientras que en el modelo Aliso - Mora – Tomate de Árbol disminuye 4 individuos. En la diversidad de Margaref, equidad de Shannon, en los modelos Aliso – Ciruela - Maíz y Aliso – Ciruela Zanahoria estos indicadores aumentaron con el establecimiento de los cultivos y disminuyeron en el modelo Aliso - Mora – Tomate de Árbol. Y de forma contraía ocurrió con la dominancia (Tabla 102).

Tabla 102. Índices de biodiversidad de la microfauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio de Mutiscua, Norte de Santander.

	Modelo 1 (A-C-M)		Modelo 2 (A-C-Z)		Modelo 3 (A-M-TA)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	20	77	42	43	100	27
Riqueza específica (S)	4	7	5	7	9	5
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	1,00	1,38	1,07	1,60	1,74	1,21
Equidad de Shannon-Wiener (H´)	1,19	1,79	0,99	1,77	1,82	1,18
Dominancia (Simpson)	0,34	0,18	0,53	0,20	0,20	0,40

Ocaña

La abundancia de especies de la microfauna del suelo presentó un aumento importante al año del establecimiento de los modelos agroecológicos. Antes del establecimiento de los modelos la abundancia fue de 141 individuos y al año se incrementó a más del doble (292 individuos). Este incremento se observó en todas las fincas con excepción de la finca 5 (Figura 49).



1.El Zancudo, 2. San Jose, 3. Zorro Cuco,4. El Caimito, 5. Doña Juana, 6. Los Guasimales, 7. El Porvenir, 8. Villa Angel, 9. La Estrella, 10. Casitas, 11. El Caracol, 12. Mosquera, San Jacinto, Vida Tranquila, 15. El Motilon II-

Figura 48. Abundancia de especies (N) de la microfauna del suelo presente en las quince fincas participantes en el proyecto antes y después de implementar los modelos agroecológicos en el municipio Ocaña, Norte de Santander.

Un aumento importante de la abundancia de especies se observó en los tres modelos de Ocaña en el año 2019 con respecto al 2018. La riqueza específica (S) se mantuvo casi igual en los tres modelos entre ambos años. El índice de diversidad de especies de Margalef (D_{Mg}) disminuyó en los modelos NC-A-M y NC-C-P y aumentó em NC-A-F. El índice de equidad de Shannon-Wiener (H´) disminuyó en NC-A-M y aumentó en NC-C-P y NC-A-F. El índice de dominancia (Simpson) presentó un ligero aumento en los modelos NC-A-M y NC-C-P y una disminución en NC-A-F al año del establecimiento de los modelos (Tabla 103).

Tabla 103. Índices de biodiversidad de la microfauna del suelo por modelo agroecológico en el municipio de Ocaña, Norte de Santander

	Modelo 1 (NC-A-M)		Modelo 2 (NC-C-P)		Modelo 3 (NC-A-F)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Abundancia (N)	52	93	50	96	39	103
Riqueza específica (S)	4	3	3	3	4	8
Diversidad de especies de Margalef (DMg)	1,012	0,662	0,767	0,657	1,092	1,726
Equidad de Shannon-Wiener (H´)	1,206	1,027	0,466	0,967	1,087	1,785
Dominancia (Simpson)	0,345	0,384	0,901	0,412	0,382	0,207

3.4. Evaluación de la implementacion de los modelos agroforestales en los seis municipios.

3.4.1 Desarrollo de los cultivos en los modelos agroecológicos.

3.4.1.2. Población de los cultivos

Los ANOVAS mostraron diferentes resultados en cada municipio con relación al ´porcentaje de población de las parcelas entre modelos agroecológicos (Tabla 104). En Arboledas, La Playa y Mutiscua no se observó diferencia estadística entre los tres modelos en estudio dentro de cada municipio ni en la información de noviembre de 2018, no la de febrero de 2019 lo que refleja una respuesta similar de estos bajo esas condiciones edafoclimáticas específicas. Hay que señalar que se manifestaron en los datos de estos municipios altos coeficientes de variación que pudieron influir en que los ANOVAs no extrajeran con mayor fuerza alguna posible diferencia entre los modelos.

Tabla 104. Resultados del ANOVA para la población durante los de los meses noviembre 2018 y febrero 2019 en los diferentes modelos por municipios del Proyecto.

	Modelo	Población noviembre		Población febrero	
		Media transformada 2arcoseno √%/100	Media retransformada	Media transformada 2arcoseno √%/100	Media retransformada
Arboledas	1 CE-L-M	2,06a	73,5	1,83a	63,0
	2 CE-A-M	2,03a	72,0	1,87a	64,7
	3 CE-A-F	2,12a	76,0	1,84a	63,5
	CV (%)	43,33		57,77	
	EE*	0,16		0,19	
Convención	1 CE-L-M	2,09b	75,0	1,47b	45,0
	2 CE-A-M/F	2,01b	71.3	1,43b	43,0
	3 CE-C-P	3,08a	99,9	2,05a	73,0
	CV (%)	87,98		118,18	
	EE*	0,21		0,15	
La Esperanza	1 AB-A-M-F	1,89b	65,9	1,07b	26,0
	2 AB-L-M	2,48a	89,5	2,04a	72,5
	3 AB-C-P	2,92a	98,8	2,06a	73,5
	CV (%)	115,24		129,97	
	EE*	0,16		0,14	
La	1 R-A-F	1,85a	64,0	1,68a	55,5
	2 R-A-M	1,75a	59,0	1,49a	46,0
	3 R-B-M	2,15a	77,5	1,78a	60,5

	CV (%)	107,03		89,80	
	EE*	0,17		0,20	
Mutiscua	1 AL-Mo-TA	2,29a	83,0	2,24a	81,0
	2 AL-CI-M	2,34a	84,5	2,43a	88,0
	3 AL-CI-Z	2,36a	85,5	2,28a	82,5
	CV (%)	105,82		111,66	
	EE*	0,17		0,16	
Ocaña	1 NC-A-M	2,22ab	80,4	1,97a	69,5
	2 NC- A-F	2,02b	71,5	2,12a	76,0
	3 NC- C- P	2,52a	90,7	2,19a	79,0
	CV (%)	175,14		117,36	
	EE*	0,10		0,16	

CE: Cedro	R: Roble	Z: Zanahoria
L: Limón	B: Brevo	NC: Nogal Cafetero
M: Maíz Mo= Mora	AL: Aliso	P: Plátano
C: Cacao	TA: Tomate de árbol	A: Aguacate
AB: Abarco	CI: Ciruelo	F: Frijol

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

El modelo cedro -caco- plátano fue el más destacado en Convención en cuanto a población durante el mes de noviembre de 2018 con relación a los modelos CE-L-M y CE-A-M/F, situación similar se presenta en el mes de febrero de 2019.
Los modelos AB-L-M y AB-C-P presentaron mayores niveles de población y por lo tanto mayor adaptabilidad con relación a l modelo AB-A-M en el municipio La Esperanza tanto en el mes de noviembre de 2018, como de febrero de 2019.
En Ocaña en el mes de noviembre de 2018 el modelo NC-C-P presentó mayor población que el NC–A-F, quedando el modelo NC-A-M intermedio entre estos dos, sin embrago en el mes de noviembre de 2019 no hubo diferencia entre los tres modelos del tres municipio.

No se presentó diferencia estadística entre las poblaciones de plantas de los cultivos la parcela testigo y la parcela agroecológica en ningún municipio ni en la información de noviembre de 2018, ni la de febrero de 2019 (Tabla 105) lo cual se atribuye a que se sembraron los mismos cultivos, variedades en fechas de siembras similares y que el agricultor hizo las mismas labores en las dos áreas, a veces con mayor empeño en la testigo que denominaban de ellos.

Tabla 105. Resultados del ANOVA para la población durante los de los meses noviembre 2018 y febrero 2019 en las parcelas agroecológica y testigo por municipios del Proyecto.

	Parcelas	Población noviembre		Población febrero	
		Media transformada 2arcoseno √%/100	Media retransformada	Media transformada 2arcoseno √%/100	Media retransformada
Arboleda	Agroecológica	2,14a	77,0	1,88a	65,0
	Testigo	2,00a	71,0	1,82a	62,3
	CV (%)	42,98		57,41	
	EE*	0,13		0,16	
Convenci	Agroecológica	2,40a	87,0	1,68a	65,5
	Testigo	2,38a	86,2	1,62a	52,5
	CV (%)	51,58		53,76	
	EE*	0,18		0,13	
La Esperanza	Agroecológica	2,42a	87,5	1,76a	59,5
	Testigo	2,44a	88,5	1,69a	56,0
	CV (%)	39,61		52,08	
	EE*	0,14		0,13	
La Playa	Agroecológica	1,90a	66,0	1,65a	54,0
	Testigo	1,93a	68,5	1,65a	53,8
	CV (%)	49,31		67,43	
	EE*	0,14		0,17	
Mutiscua	Agroecológica	2,28a	82,5	2,38a	86,3
	Testigo	2,38a	86,3	2,26a	81,6
	CV (%)	40,32		38,50	
	EE*	0,14		0,13	
Ocaña	Agroecológica	2,28a	82,5	2,17a	78,0
	Testigo	2,23a	80,5	2,02a	71,5
	CV (%)	26,82		40,50	
	EE*	0,09		0,13	

La población de los forestales, cultivos semiperennes y los transitorios, de forma general manifestó diferencia estadística en todos los municipios en el mes de noviembre, generalmente a favor de los cultivos semiperennes y los forestales sobre todo en La Playa, La Esperanza y Convención por la poca adaptación del frijol bola roja y el maíz puyita a las condiciones edafoclimáticas de las fincas en estas zonas, sin embargo esto ocurrió también en Arboledas (Tabla 106). En Mutiscua la mayor población en esa primera parte del ciclo

fue para los semiperennes, después los forestales y por ultimo los transitorios, pero en este último municipio no todos los transitorios se habían sembrado en el mes de noviembre.

Tabla 106. Resultados del ANOVA para la Población durante los meses noviembre 2018 febrero 2019 en los diferentes grupos funcionales de cultivos por Municipios del Proyecto.

	Cultivos	Población noviembre		Población febrero	
		Media transformada 2arcoseno √%/100	Media retransformada	Media transformada 2arcoseno √%/100	Media retransformada
Arboledas	Forestales	2,38a	86,5	2,37a	86,0
	Semipermanentes	2,66a	94,5	2,58a	92,5
	Transitorios	1,16b	30,0	0,59b	8,5
	CV (%)	29,06		30,56	
	EE*	0,11		0,10	
Convención	Forestales	2,96a	99,2	1,67b	55,0
	Semipermanentes	3,07a	99,9	2,44a	88,3
	Transitorios	1,15b	29,5	0,85c	17,0
	CV (%)	35,95		36,41	
	EE*	0,16		0,11	
La Esperanza	Forestales	2,63a	93,7	1,68a	55,6
	Semipermanentes	2,65a	94,0	2,00a	71,0
	Transitorios	2,00b	71,0	1,50a	46,5
	CV (%)	37,80		50,97	
	EE*	0,17		0,16	
La Playa	Forestales	2,34a	84,8	2,17b	78,0
	Semipermanentes	2,48a	89,6	2,58a	92,5
	Transitorios	0,92b	19,6	0,20c	1,0
	CV (%)	32,48		22,41	
	EE*	0,11		0,07	
Mutiscua	Forestales	2,34ab	84,8	2,27ab	
	Semipermanentes	2,78a	97,8	2,71a	
	Transitorios	1,86b	64,3	1,98b	
	CV (%)	37,13		36,44	
	EE*	0,16		0,15	
Ocañ	Forestales	2,40a	87,0	1,60b	
	Semipermanentes	2,50a	90,0	2,69a	

	Transitorios	1,85b	64,0	2,00b	
	CV (%)	23,66		34,48	
	EE*	0,10		0,13	

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

En el mes de febrero se presentaron disimiles situaciones en cada municipio y los resultados estadísticos así lo reflejaron, en algunos no se había sembrado el segundo ciclo de los transitorios, en otros no habían terminado su ciclo estos y en otros casos los cultivos forestales disminuyeron su población a causa del fuerte verano.

Los resultados estadísticos reflejaron que en Arboledas las mayores poblaciones fueron para los cultivos forestales y semiperennes. En Convención la mayor población fu para los cultivos semiperenes, después los forestales y por último los transitorios que casi no estaban presentes, mientras que en La Esperanza no había diferencia entre las poblaciones de los tres tipos de cultivos, aunque esta varió entre 71% (semiperennes) y .46,5% (transitorios).

La mayor población de los cultivos del proyecto noviembre 2018, se obtuvo en las parcelas de los municipios Convención, La Esperanza y Mutiscua, aunque estos no difirieron de Arboledas y Ocaña y sí de la población observada en La Playa (Tabla 107).

Tabla 107. Resultados Generales del ANOVA para la Población durante los de los meses noviembre 2018 y febrero 2019 para todos los Municipios del Proyecto.

		Población noviembre		Población febrero	
Municipio		Media transformada 2arcoseno √%/100	Media retransformada	Media transformada 2arcoseno √%/100	Media retransformada
1	Arboledas	2,07ab	74,0	1,85bc	64,0
2	Convención	2,39a	86,08	1,64c	53,07
3	La Esperanza	2,44a	88,02	1,50c	46,05
4	La Playa	1,92b	67,0	1,65c	54,0
5	Mutiscua	2,33a	84,03	2,32a	84,0
6	Ocaña	2,25ab	81,04	2,10ab	75,1
CV (%)		42,21		51,45	
EE*		0,10		0,10	

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

Sin embargo, la mayor población de los cultivos del proyecto en febrero de 2019 cuando ya no siempre estaban presentes los cultivos transitorios se observó en el municipio Mutiscua, le siguió Ocaña, después Arboledas y por último si diferir de este último Convención Esperanza y La Playa.

El ANOVA reflejó diferencia estadística para la población de los cultivos en las parcelas entre los modelos 18 modelos agroecológicos tanto en noviembre 2018 como en febrero de 2019 (Tabla 108).

Tabla 108. Resultados Generales del ANOVA para la Población durante los de los meses noviembre 2018 y febrero 2019 en los 18 Modelos para todos los Municipios del Proyecto.

		Población noviembre		Población febrero	
Municipio		Media transformada 2arcoseno √%/100	Media retransformada	Media transformada 2arcoseno √%/100	Media retransformada
1	CE-L-M Arboledas	2,06c	73,4	1,83abc	63,0
2	CE-A-M Arboledas	2,03c	72,0	1,87abc	64,7
3	CE-A-F Arboledas	2,12bc	75,12	1,84abc	64,7
4	CE-L-M Convención	2,09c	75,0	1,47bcd	45,0
5	CE-A-M/F Convención	2,01c	72,0	1,43cd	43,0
6	CE-C-P Convención	3,11a	99,0	2,04abc	72,5
7	AB-A-M-F La Esperanza	1,91c	66,8	0,97d	21,7
8	AB-L-M La Esperanza	2,50abc	90,0	1,45bcd	44,0
9	AB-C-P La Esperanza	2,92ab	98,8	2,10abc	75,2
10	R-A-F La Playa	1,85c	64,0	1,68abcd	55,0
11	R-A-M La Playa	1,75c	59,0	1,49bcd	46,0
12	R-B-M La Playa	2,15bc	77,6	1,78abcd	60,0
13	AL-CI-M Mutiscua	2,29bc	83,0	2,24abc	81,0
14	AL-CI-Z Mutiscua	2,34abc	84,8	2,43a	88,0
15	AL-Mo-TA Mutiscua	2,36abc	85,6	2,28ab	82,0
16	NC-A-M Ocaña	2,22bc	80,1	1,97abc	69,5
17	NC-A-F Ocaña	2,02c	71,7	2,12abc	76,0
18	NC-C-P Ocaña	2,52abc	90,6	2,19abc	79,0
CV (%)		40,63		50,41	
EE*		0,17		0,17	

CE: Cedro	R: Roble	Z: Zanahoria
L: Limón	B: Brevo	NC: Nogal Cafetero
M: Maíz Mo= mora	AL: Aliso	P: Platano
C: Cacao	TA: Tomate de árbol	A: Aguacate
AB: Abarco	CI: Ciruelo	F: Frijol

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

Los modelos de mayores niveles poblacionales fueron en noviembre 2018 CE-C-P Convención y AB-C-P La Esperanza, aunque no difirieron de estos estadísticamente, AL-CI-Z Mutiscua, AL-Mo-TA Mutiscua, NC-C-P Ocaña, o sea, que se incluyeron aquí como modelos exitosos los tres modelos que contienen cacao y plátano independiente del forestal y del municipio y dos de Mutiscua el de mora y tomate de árbol y el de ciruelo zanahoria.

En el segundo momento donde predominaban en las parcelas los forestales y los cultivos semiperennes resultaron tener más población los modelos R-B-M La Playa, AL-CI-M Mutiscua, AL-CI-Z Mutiscua, AL-Mo-TA Mutiscua, NC-A-M Ocaña, NC-A-F Ocaña, NC-C-P Ocaña, AB-C-P La Esperanza, CE-A-M/F Convención, CE-L-M Arboledas, CE-A-M Arboledas y CE-A-F Arboledas, que no difirieron estadísticamente entre sí. Aquí se incluyeron los tres modelos de Arboledas, los tres de Mutiscua, los tres de Ocaña, dos de La Esperanza y uno de La Playa.

Los modelos 3 manifestaron mayor población que los modelos 1 y 2 desde el punto de vista estadístico en noviembre 2018 (Tabla 109), lo que se explica por qué los modelos que incluían cacao y plátano de Convención, La Esperanza y Ocaña, y de mora y tomate de árbol en Mutiscua están ubicados en ese orden y como se pudo ver anteriormente se destacan por tener por tener las mayores poblaciones de los cultivos.

Tabla 109. Resultados generales del ANOVA para la población durante los de los meses noviembre 2018 y febrero 2019 en los 3 modelos para todos los municipios del Proyecto.

	Población noviembre		Población febrero	
Modelo	Media transformada	Media retransformada	Media transformada	Media retransformada
Modelo 1	2,07b	74,0	1,69b	56,0
Modelo 2	2,11b	75,6	1,80ab	61,6
Modelos 3	2,53a	91,0	2,04a	72,5
CV (%)	41,87		53,01	
EE*	0,07		0,07	

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

El análisis realizado en febrero 2019 también mostró una situación similar con mayor nivel poblacional para los modelos identificados como 3, con diferencia estadística con los identificado como 1, aunque los modelos 2 no difirieron de este.

No se presentó diferencia estadística entre las poblaciones de plantas de los cultivos la parcela testigo y la parcela agroecológica de forma general en el proyecto, ni en la información de noviembre de 2018, ni la de febrero de 2019 (Tabla 110) lo cual se corresponde con la situación observada anteriormente con relación a que no sde evidenciaba diferencia estadística a nivel municipal entre la dos parcelas atribuido a que se sembraron los mismos sistemas de cultivos, en fechas de siembras similares y que el agricultor hizo las mismas labores en las dos áreas, a veces con mayor dedicación en la testigo con su sistema tradicional.

Tabla 110. Resultados del ANOVA para la población durante los de los meses noviembre 2018 y febrero 2019 en las dos parcelas para todos los municipios del Proyecto.

Parcelas	Población noviembre		Población febrero	
	Media transformada	Media retransformada	Media transformada	Media retransformada
Agroecológica	2,24a	81,0	1,88a	65,0
Testigo	2,23a	80,7	1,80a	61,6
CV (%)	42,87		53,50	
EE*	0,06		0,06	

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

Un análisis de varianza entre los diferentes grupos funcionales de cultivos a nivel general en el proyecto arrojó mayor población para los forestales y los semipermanentes en noviembre de 2018 con respecto a los transitorios (Tabla 111).

Tabla 111. Resultados del ANOVA para la población durante los de los meses noviembre 2018 febrero y 2019 en los tres grupos funcionales cultivos para todos los municipios del Proyecto.

Cultivos	Población noviembre		Población febrero	
Forestales	2,51a	90,5	2,01b	71,3
Semipermanentes	2,58a	92,5	2,31 a	83.9
Transitorios	1,60b	51,5	1,21c	32,5
CV (%)	37,87		47,28	
EE*	0,06		0,06	

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

El análisis de varianza entre los diferentes grupos funcionales de cultivos a nivel general en el proyecto en febrero de 2019 arrojó mayor población para los semipermanentes con respecto perennes y mayor para estos con relación a los transitorios. Esto puse de relieve una disminución de los forestales debido al intenso verano donde se atendieron con el riego de forma priorizada los semiperennes.

La clasificación automática por municipio para la población de las parcelas agroecológicas del proyecto Plantar en el mes de noviembre 2018 por el método de árbol permitió agrupar a los municipios Arboledas y La Playa por menores sus niveles poblacionales en las parcelas y los municipios La Esperanza, Convención, Mutiscua y Ocaña en un segundo grupo con mayor nivel poblacional, lo que corrobora en cierta medida los resultados del ANOVA donde La Playa tuvo el menor resultado de población y Arboledas y Ocaña quedaban intermedios con relación al resto de los municipios (Figura 50).

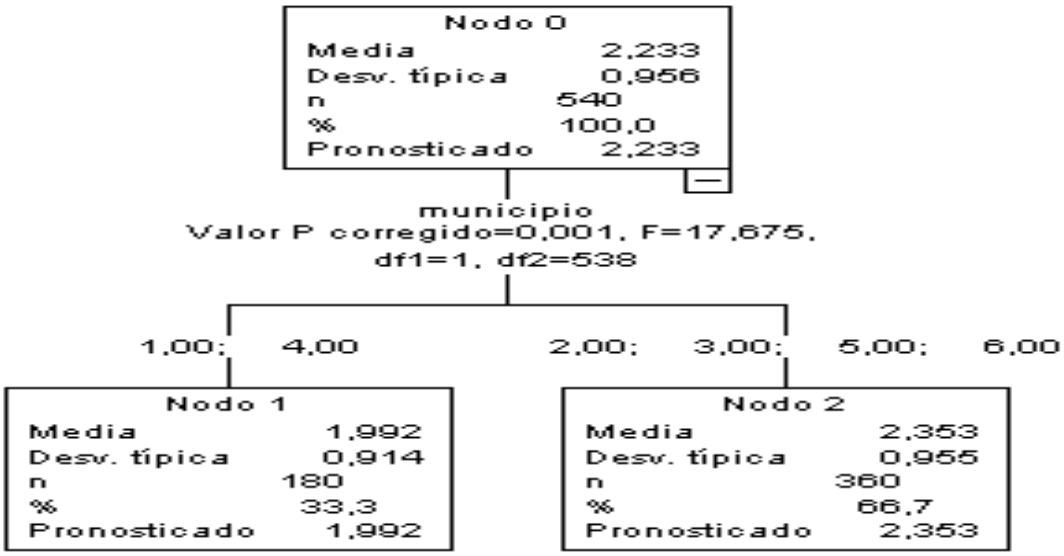


Figura 49. Clasificación automática por municipio para la población de las parcelas agroecológicas del proyecto Plantar en el mes de noviembre 2018

1- Arboledas	2-Convención	3-La Esperanza	4-La Playa	5-Mutiscua	6-Ocaña

La clasificación automática por municipio en el mes de febrero 2019 por el método de árbol para la población de las parcelas agroecológicas del proyecto Plantar permitió agrupar a los municipios Mutiscua y Ocaña en un mismo nodo con valores poblacionales más altos en sus parcelas, Arboledas se separó en una rama con valores poblacionales intermedios, mientras que en un tercer nodo quedaron los municipios La Esperanza, Convención, y la Playa con porcentajes poblacionales menores. Estos resultados tienen cierta similitud con los del ANOVA donde La Playa, La Esperanza, Convención resultaron tener diferencia estadística con Mutiscua, municipio que fue seguido estadísticamente por Ocaña, y después por Arboledas (Figura 51)

Figura 50. Clasificación automática por municipios para la población de las parcelas agroecológicas del proyecto Plantar en el mes de febrero 2019.

1-Arboledas	2-Convención	3-La Esperanza	4-La Playa	5-Mutiscua	6-Ocaña

La explicación de esta situación se explica por una buena respuesta de los cultivos semiperenes y forestales de modelos agroecológicos en Ocaña y Arboledas que ya no tenían cultivos transitorios comparables con los modelos de Mutiscua que tenía transitorios como tomate de árbol (frutal de ciclo de 3 años) y los cultivos de zanahoria y maíz que bajo las condiciones de clima más frio alargaron su ciclo.

La clasificación automática por el método de árbol para los modelos agroecológicos en el mes de noviembre 2018 permitió agruparlos en tres nodos para la población de las parcelas agroecológicas en los 18 modelos del proyecto Plantar (Figura 50). Los modelos de mayores niveles poblacionales en noviembre 2018 fueron CE-C-P Convención y AB-C-P La Esperanza, aunque no difirieron de estos estadísticamente, AL-CI-Z Mutiscua, AL-Mo-TA Mutiscua, NC-C-P Ocaña, o sea, que se incluyeron aquí como modelos exitosos los tres modelos que contienen cacao y plátano independiente del forestal y del municipio y dos de Mutiscua el de mora y tomate de árbol y el de ciruelo zanahoria.

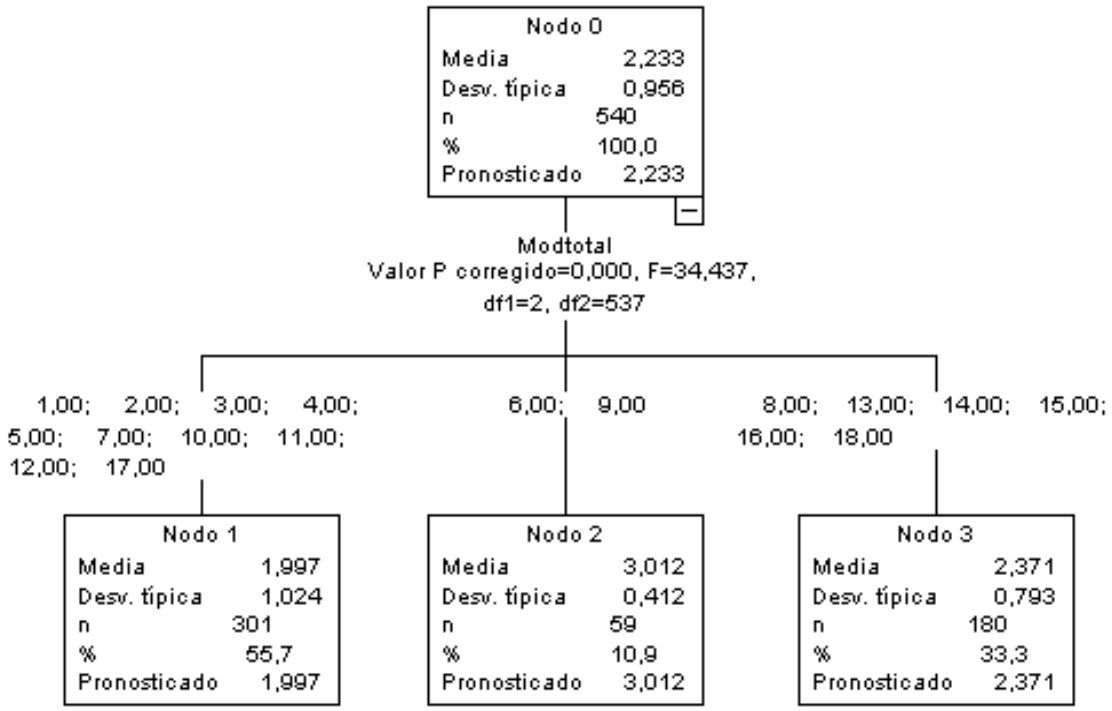


Figura 51. Clasificación automática para la población de las parcelas del proyecto Plantar por modelo en el mes de noviembre 2018

1	CE-L-M Arboledas	7	AB-A-M-F La Esperanza	13	AL-CI-M Mutiscua
2	CE-A-M Arboledas	8	AB-L-M La Esperanza	14	AL-CI-Z Mutiscua
3	CE-A-F Arboledas	9	AB-C-P La Esperanza	15	AL-Mo-TA Mutiscua
4	CE-L-M Convención	10	R-A-F La Playa	16	NC-A-M Ocaña
5	CE-A-M/F Convención	11	R-A-M La Playa	17	NC-A-F Ocaña
6	CE-C-P Convención	12	R-B-M La Playa	18	NC-C-P Ocaña

La clasificación automática por el método de árbol para los 18 modelos agroecológicos del Proyecto en el mes de febrero 2019 permitió agruparlos en cuatro nodos según la población de las parcelas (Figura 51). En un nodo se ubicaron los tres modelos de Mutiscua y el modelo de NC-C-P de Ocaña con mayores medias de población. En otro nodo se ubicaron con medias ligeramente altas los otros dos modelos de Ocaña NC-A-M y NC-A-F, así como el modelo cedro-cacao-plátano de Convención y el Abarco -cacao-plátano de La Esperanza. En un tercer nodo se ubicaron los tres modelos de Arboledas y los modelos roble aguacate - frijol y roble brevo-maíz de la Playa. En un cuarto nodo se ubicaron el resto de los modelos.

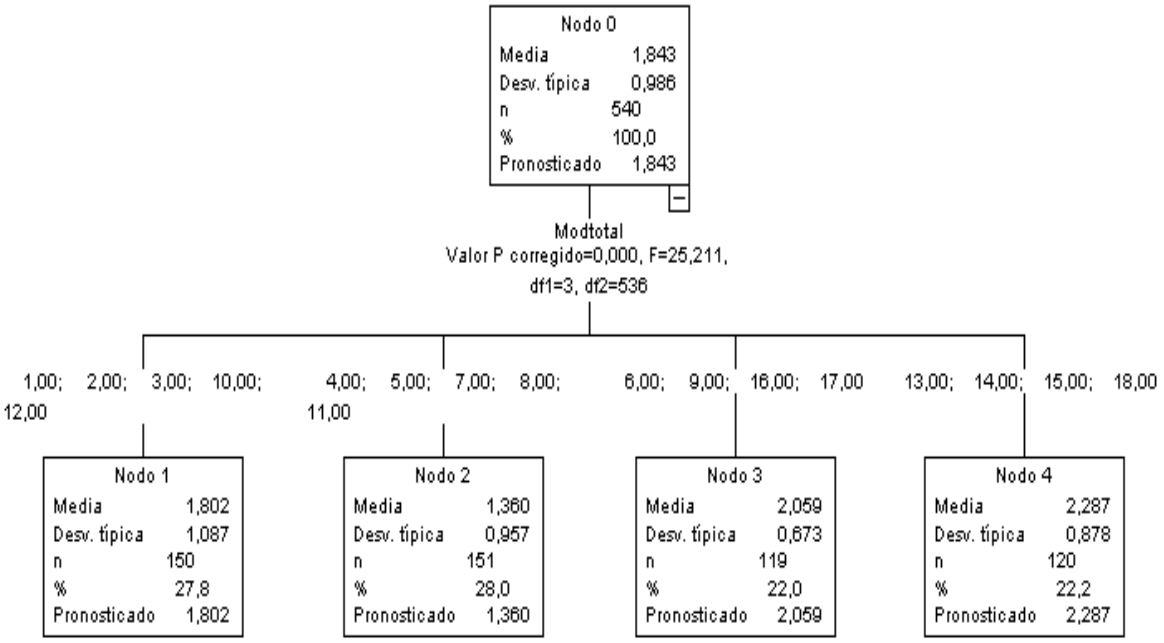


Figura 52. Clasificación automática para la población de las parcelas del proyecto Plantar por modelo en el mes de febrero 2019.

1	CE-L-M Arboledas	7	AB-A-M-F La Esperanza	13	AL-CI-M Mutiscua
2	CE-A-M Arboledas	8	AB-L-M La Esperanza	14	AL-CI-Z Mutiscua
3	CE-A-F Arboledas	9	AB-C-P La Esperanza	15	AL-Mo-TA Mutiscua
4	CE-L-M Convención	10	R-A-F La Playa	16	NC-A-M Ocaña
5	CE-A-M/F Convención	11	R-A-M La Playa	17	NC-A-F Ocaña
6	CE-C-P Convención	12	R-B-M La Playa	18	NC-C-P Ocaña

3.4.1.2 Desarrollo de los cultivos por parcela.

A partir de las mediciones de las variables morfométricas en los cultivos y parcelas de los modelos agroecológicos se realizaron comparaciones de estas variables entre los cultivos en las parcelas agroecológicas y parcela testigo por modelo en cada municipio.

Los análisis de varianzas realizados en los 18 modelos agroecológicos de los seis municipios entre los cultivos forestales, semiperennes y transitorios en los meses de febrero, marzo y abril pusieron en evidencia que en ningún caso había diferencias estadísticas entre la parcela testigo y la parcela agroecológica (Anexo 5).

Esto tiene su explicación en que en amabas parcelas de estableció un sistema agroforestal similar y que las diferencias en las dosis de fertilización de materia orgánica y empleo de las micorrizas no fueron suficientes para marcar una diferencia entre estas.

En general los cultivos forestales sufrieron en los sistemas agroforestales debido a que no fueron atendidos con prioridad con el riego y otras labores como los semiperennes en los cuales los agricultores vieron un potencial de ingreso a más corto plazo.

Los cultivos transitorios presentaron problemas con las variedades que no siempre se adaptaron en el primer ciclo. En general en el segundo ciclo las variedades demandadas por los agricultores tuvieron una mejor respuesta, aunque algunos no sembraron predispuestos por los resultados del primer ciclo u otras situaciones como el abasto de agua.

En Arboledas, el frijol fue el cultivo menos adaptado y en ocasiones el maíz tuvo problemas independientemente de que se sembrara la variedad porva clima medio o la puyita, lo que motivó que el modelo Cedro -Aguacate -maíz fuera el más exitoso, resultado el aguacate un cultivo de muy buen desarrollo.

En Convención el modelo Cedro-Cacao-Plátano, se comportó muy bien, aunque el Cedro-Limón- Maíz fue exitoso sobre todo por el limón, los cultivos tuvieron en general buen desarrollo, pero el maíz y el plátano no siempre manifestaron buen nivel poblacional En el caso del maíz variedad singenta en el segundo ciclo resultó mejor que el maíz puyita del primero.

En La Esperanza el modelo Abarco-Cacao-Plátano se comportó muy bien y también se consideró exitoso el modelo Abarco- Limón- Maíz, con bastante buen desarrollo y aunque el maíz tuvo problemas en el primer ciclo, las variedades regionales mostraron mejor adaptabilidad en el segundo ciclo como el maíz variedad salasareño.

En la Playa los modelos se comportaron con bastante desarrollo y aunque el maíz tuvo dificultades en el primer ciclo en el segundo maíz zynko mostró más adaptabilidad, considerándose más exitosos los modelos Roble-Brevo-Maíz y Roble-Aguacate-Frijol.

En Mutiscua, el maíz cimijaca clima frío, no en todas las fincas del modelo 1 mostraron buena germinación y desarrollo por lo que, aunque el ciruelo demostró gran adaptabilidad (porcentajes de población muy altos y buen desarrollo) en esas condiciones agroclimáticas, los modelos más exitosos en general fueron los del Aliso-Ciruelo-Zanahoria y Aliso-Mora-Tomate de árbol,

En Ocaña lo cultivos transitorios presentaron problemas en el primer ciclo incluyendo el plátano dominico, pero mejoraron con la resiembra y con el empleo de variedades regionales de frijol (saragoza) y maíz (zynko) considerándose finalmente como más exitosos los modelos Nogal Cafetero-Cacao-Plátano y Nogal Cafetero-Aguacate-Frijol. El aguacate choquette fue una variedad de mucha adaptación bajo estas condiciones.

3.4.2 Incidencia y dinámica de las plagas y enfermedades, correlación con datos meteorológicos.

.

A continuación, se expone de forma resumida la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos de los modelos agroecológicos por municipio.

Arboledas

Modelo Agroecológico Cedro-Limón-Maíz

En el modelo agroecológico Cedro-Limón-Maíz no se presentaron enfermedades, la presencia de plagas se evidenció en el cultivo de limón, mientras que en el maíz no hubo ninguna presencia, tanto para la parcela testigo como para la agroecológica. Solo dos agentes fitosanitarios que se identificaron el minador y la arañita tejedora (Tabla 112).

Tabla 112. Presencia de plagas y enfermedades en el modelo 1 por cultivo del municipio de Arboledas

Incidencia de agentes nocivos					
Cultivos / parcela testigo			Cultivos/Parcela agroecológica		
Cedro	Limón	Maíz	Cedro	Limón	Maíz
	Minador (*Phyllocnistis citrella*)			Arañita tejedora *(Tetranychus)*	
	Arañita tejedora *(Tetranychus* sp)				

Fuente: Elaboración propia.

El minador que atacó el cultivo de limón con un promedio de 5% de plantas afectadas tanto en la parcela testigo como en la agroecológica. Por su parte, la arañita tejedora presentó niveles muy bajos en el cultivo de limón.

Modelo Agroecológico Cedro-Aguacate-Maíz

A diferencia del primero modelo, en Cedro-Aguacate-Maíz, el cultivo de cedro tuvo presencia de varias plagas: lorito verde, arañita tejedora y pulgón en las dos parcelas, al igual que el cultivo de aguacate. En el maíz, como cultivo transitorio, se presentó cogollero en ambas parcelas. En este modelo no hubo presencia de enfermedades (Tabla 113).

Tabla 113. Presencia de plagas y enfermedades en el modelo 2 por cultivo del municipio de Arboledas

Incidencia de agentes nocivos					
Cultivos / parcela testigo			Cultivos/Parcela agroecológica		
Cedro	Aguacate	Maíz	Cedro	Aguacate	Maíz
Lorito Verde (*Empoasca spp*	Lorito Verde (*Empoasca spp*	Cogollero (Spodoptera frugiperda)	Lorito Verde (*Empoasca spp*	Lorito Verde (*Empoasca spp*	Cogollero (Spodoptera frugiperda)
Arañita tejedora *(Tetranychus* spp*)*	Arañita tejedora *(Tetranychus* spp*)*		Arañita tejedora *(Tetranychus* spp*)*	Arañita tejedora *(Tetranychus* spp*)*	

Pulgón (*Myzus persicae*)	Pulgón (*Myzus persicae*)		Pulgón (*Myzus persicae*)	Pulgón (*Myzus persicae*)	

Fuente: Elaboración propia.

El cogollero del maíz fue una plaga de importancia en el cultivo, pero no sobrepasó el 18 % de incidencia y en las primeras etapas de desarrollo no teniendo mayores consecuencias en el comportamiento del maíz.

El lorito verde, los pulgones y el minador tanto en el cedro como el limón no sobrepasaron el 5% de incidencia a pesar que el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA (2012), reporta al minador *Phyllocnistis citrella* como un insecto de importancia económica para los cítricos. El daño de lorito verde se manifiesta mayormente en épocas secas y cálidas y la situación se agrava cuando la humedad del suelo es insuficiente (CIAT, 1980). Aunque los pulgones estuvieron con muy baja incidencia hay que seguirlos observando y manejando ya que sus ninfas y adultos causan deformaciones de las hojas, clorosis, marchitamiento, debilidad y muerte de las plantas y transmiten algunas enfermedades virosas (ICA, 2012).

Modelos Agroecológico Cedro-Aguacate-Frijol

En el modelo 3 Cedro- Aguacate-Frijol no hubo informe de plagas y enfermedades, siendo muy favorable su situación en este aspecto.

Convención

Modelo Cedro-Limon Tahiti -Maiz Puyita (CE-L-M.

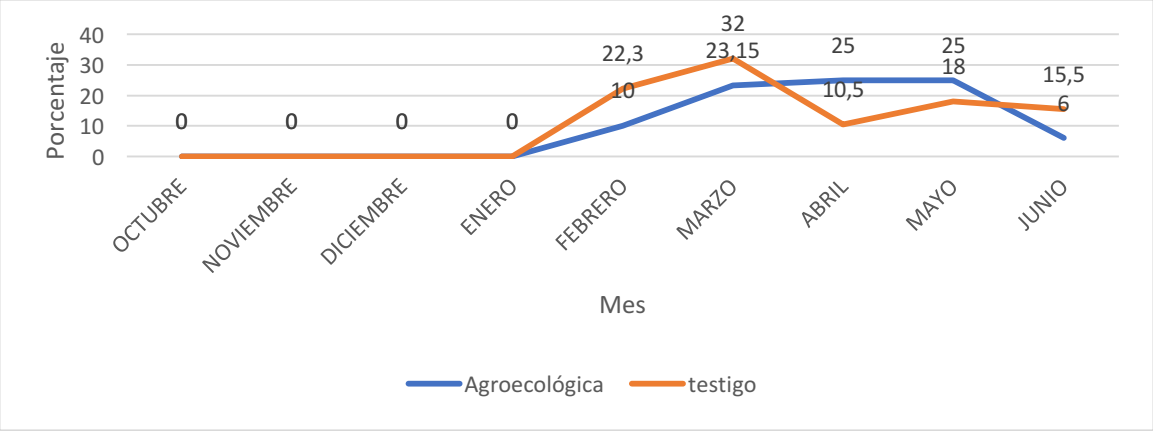
En el modelo Cedro-Limon Tahiti -Maiz Puyita (CE-L-M), el cedro no presentó plagas y enfermedades en la parcela agroecológica mientras que en la parcela testigo se reportó la presencia de hormiga arriera (*Atta* sp.). En el cultivo del limón Tahití también se detectó presencia de hormiga arriera (*Atta* sp.) y una escama sin identificar tanto en la parcela agroecológica y testigo. En el cultivo transitorio maíz puyita (M) se detectó presencia del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) tanto en la parcela agroecológica como en la testigo. En general se observó como la plaga más importante en general fue la hormiga arriera (Tabla 114).

Tabla 114. Presencia de plagas y enfermedades por cultivo en las fincas del modelo Cedro, Limón tahiti, Maiz puyita del municipio convención, Norte de Santander.

Cultivos/Parcela agroecológica			Cultivos/Parcela testigo		
Cedro	Limón Tahití	Maíz Puyita	Cedro	Limón Tahití	Maíz Puyita
	Hormiga arriera (*Atta* sp.)	Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)	Hormiga arriera (*Atta* sp.)	Hormiga arriera (*Atta* sp.)	Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)
	Escama			Escama	Ninguna

Fuente: Elaboración propia.

Los mayores niveles de incidencia, lo presentó la hormiga arriera (*Atta* sp.*)* como plaga en la parcela testigo de cedro con una incidencia del 17% y ente 25,47% y 32% en el limón (Figura 54). En resto de las plagas en cedro y limón no sobrepasaron el 8 % de incidencia.



Fuente: Elaboración propia.
Figura 53. Dinámica Poblacional de *Atta* spp. en el cultivo de Limón Taití del modelo Agroecológico Cedro- Limón- Maíz

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* se presentó en el cultivo transitorio maíz puyita en la parcela agroecológica con una incidencia de 28% y en la parcela testigo de 22%.

Modelo agroecológico Cedro-Aguacate-Maiz/Frijol (CE-A-M/F)

En el modelo agroecológico Cedro-Aguacate-Maiz/Frijol (CE-A-M/F), se detectó en el cedro el Gusano taladrador (*Hypsipyla grandella*) en las parcelas agroecológica y testigo y la pudrición de raíz (*Fusarium* sp.) solo en la parcela testigo. En el Aguacate choquette se detectó a hormiga arriera (*Atta* sp.) y *Phytophthora* spp. tanto en la parcela testigo como agroecológica mientras que la pudrición de *raíz (Fusarium* sp.) solo se presentó en la parcela agroecológica. Para el cultivo transitorio Maíz puyita solo se informó se detectó el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).en las dos parcelas (Tabla115).

Tabla 115. Presencia de plagas y enfermedades por cultivo en las fincas del modelo Cedro, Aguacate choquette, Maíz puyita/Frijol rosado del municipio Convención, Norte de Santander.

Cultivos/parcela agroecológica			Cultivos/parcela testigo		
Cedro	Aguacate choquette	Maíz puyita/Frijol	Cedro	Aguacate choquette	Maíz puyita/Frijol
Gusano cogollero (*Hypsipyla grandella*)	*Phytophthora*	Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)	Gusano cogollero (*Hypsipyla grandella*)	*Phytophthora*	Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Pudrición de raíz (*Fusarium* sp.)	Pudrición de raíz (*Fusarium* sp.)			Hormiga Arriera (*Atta* sp.)	
	Hormiga Arriera (*Atta* sp.)				

Fuente: Elaboración propia.

En las parcelas del sistema forestal de cedro (CE) agroecológica y testigo se presentaron casos de Gusano cogollero (*Hypsipyla grandella*) con incidencia de 30%

El gusano cogollero se presentó en el sistema transitorio maíz/frijol con una incidencia de 64%, en la parcela testigo con una incidencia de 42%, siendo estos valores importantes, aunque la presencia de la plaga solo fue en los primeros 30 días del cultivo.

La Hormiga Arriera (*Atta sp*) de igual forma se presentó con una incidencia del 13% para la parcela agroecológica y 9,8% en la parcela testigo

Phytophthora spp., alcanzó una incidencia de 71 y 92 % en diciembre y mayo en la parcela agroecológica de aguacate y 15% de incidencia en abril en la parcela testigo. Para el manejo de esta enfermedad se realizaron tanto mediadas alternativas como ceniza y cal para subir el pH, la aplicación de pasta bordelesa y podas cuando se presentaban chancros en los tallos, así como aplicaciones de fungicidas sistémicos, lo que permitió disminuir la incidencia de la enfermedad a cero en el mes de junio (Figura 55).

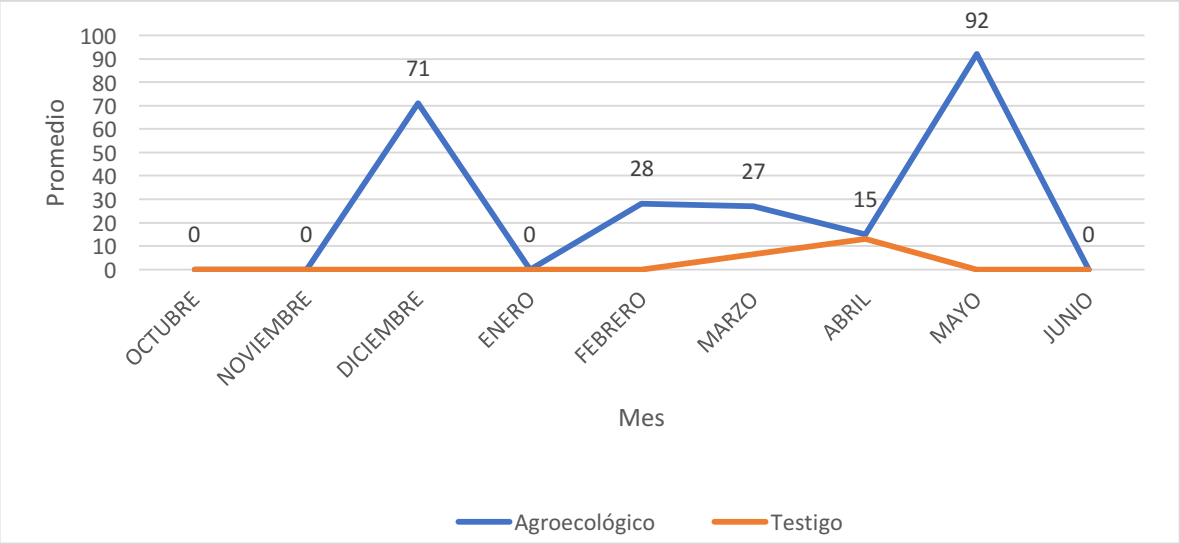


Figura 54. Dinámica Poblacional de *Phytophthora cinnamomi* var. en el cultivo de aguacate del modelo Agroecológico cedro-aguacate choquette-maiz puyita/frijol rosado
Fuente: Elaboración propia.

Por último, la pudrición de la raíz del aguacate (*Fusarium* sp.) se presentó solamente en el sistema de cedro en la parcela agroecológica con más baja incidencia de 50%.

Modelo agroecológico Cedro, Cacao, Plátano (CE-C-P)

En el modelo agroecológico Cedro-Cacao-Plátano hartón (CE-C-P). el cultivo forestal (CE) no presento ningún agente nocivo. El en cacao hicieron presencia en ambas parcelas la hormiga arriera y el gusano comedor de follaje, mientras que en la agroecológica se adicionó el falso medidor y en la testigo el gusano cogollero, el taladrador del tallo y *Phytophthora* spp. En el plátano estuvieron presentes las plagas la cochinilla blanca o platanera *(Dismycoccus grassii),* la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) y la pudrición por *Erwinia* en ambas parcelas, sin embargo, en la parcela testigo además afectó *el picudo negro (Cosmopolites sordidus)* (Tabla 116).

Tabla 116. Presencia de plagas y enfermedades en el modelo agroecológico Cedro, Cacao, Plátano hartón. (CE-C-P).

Cultivos/parcela agroecológica			Cultivos/parcela testigo		
Cedro	Cacao	Plátano	Cedro	Cacao	Plátano
	Hormiga Arriera (*Atta* sp.*)*	*Sigatoka*		Hormiga Arriera (*Atta* sp.*)*	Sigatoka
	Gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*)	*Erwinia* spp		Gusano Cogollero	Picudo negro
	Grillo comedor de follaje	Cochinilla blanca *(Dsmycoccus grassii)*		*Phytophthora*	Cochinilla blanca *(Dysmicoccus grassii)*
				Grillo comedor de follaje	Erwinia en tallo
				Gusano comedor del follaje	*Erwinia* spp.
				Taladrador del tronco	

Fuente: Elaboración propia.

El modelo agroecológico CE-C-P aunque presentó la incidencia de varias plagas, los niveles de ataque fueron nulos para el cedro y generalmente para el cacao, incluso la hormiga arriera que no se vio atacando el cedro y no sobrepasó en cacao el 11% de incidencia. La presencia de *Phytophthora* con un valor de incidencia del 10 % es una patología a tener en cuenta a futuro por las afectaciones que puede ocasionar a las mazorcas y para la cual hay que establecer medicas agronómicas de manejo de etapas tempranas del cultivo.

Con relación, al cultivo transitorio (plátano) se inforimaron para sigatoka negra, *Erwinia* spp. y cochinilla blanca valores máximos de incidencia de 53,2 %, 17,37 5 y 15 %, respectivamente en la parcela testigo y valores máximos de incidencia de 59 %, 14,12 % y 4 %, para la sigatoka, *Erwini*a spp y *Erwinia* en tallo, respectivamente en la parcela

agroecológica, que no causaron problemas serios, comportándose el clon Hartón bastante adaptable a estas condiciones.

Con relación, al picudo negro en la parcela testigo se informó una incidencia baja solo del 17 %, este agente que es plaga común en todos los platanales y para la cual existe vasta experiencia para su manejo (ICA, 2003), incluso se incluyen varios medios biológicos que fueron manejados dentro del proyecto por los agricultores.

Esperanza

Modelo Agroecológico 1 (Abarco-Aguacate-Maíz)

El abarco presentó *Phytophthora* sp. en la parcela testigo y pudrición de la raíz por *Fusarium* sp en la parcela agroecológica. El aguacate presentó *Phytophthora* sp en ambas parcelas y pudrición raíz por *Fusarium* sp y en la parcela testigo. La hormiga arriera *Atta* sp., hizo presencia en los cultivos de maíz y aguacate mientras que el gusano cogollero estuvo presente en el maíz de ambas parcela del modelo agroecológico (Tabla 117).

Tabla 117. Presencia de plagas y enfermedades en el Modelo 1 abarco-aguacate-maíz, por cultivo en el municipio La Esperanza

Presencia de agentes nocivos					
Cultivos/Parcela testigo			Cultivos/Parcela agroecológica		
Abarco	Aguacate	Maíz	Abarco	Aguacate	Maíz
Phytophthora sp.	Hormiga arriera (*Atta* sp.)	Cogollero *Spodoptera frugiperda*	Pudrición raíz *Fusarium* sp	*Phytophthora* sp.	Hormiga arriera (*Atta* sp.)
	Phytophthora sp.		.		Cogollero *Spodoptera frugiperda*

Fuente: Elaboración propia.

Modelo Agroecológico 2 (Abarco-Limón -Maiz)

El abarco presentó pudrición de la raíz por *Fusarium* sp. tanto en la parcela testigo como en la parcela agroecológica, así como ataque de hormigas arriera en la parcela agroecológica y otra morfotipo de hormiga en la testigo. La hormiga arriera fue plaga común del limón y del maíz tanto en la parcela agroecológica como la testigo. El gusano cogollero curiosamente no se registró en los cultivos de maíz en este Modelo Agroecológico. Otros insectos que se presentaron en menor número en el cultivo de limón fueron los Trips *Selenotrips* sp., en ambas parcelas) y el minador hoja *Phyllocnistis citrella* en la parcela testigo (Tabla 118).

Tabla 118. Presencia de plagas y enfermedades en el Modelo 2 abarco-limón-maíz, por cultivo en el municipio La Esperanza

Presencia de agentes nocivos					
Cultivos/Parcela testigo			Cultivos/Parcela agroecológica		
Abarco	Limón	Maíz	Abarco	Limón	Maíz
Hormiga Formicidae	Hormiga arriera (*Atta* sp.)	Hormiga arriera (*Atta* sp.)	Hormiga arriera (*Atta* sp.)	Hormiga arriera (*Atta* sp.)	Hormiga arriera (*Atta* sp.)
Pudrición raíz *Fusarium* sp.	Trips *Selenotrips* sp.		Pudrición raíz *Fusarium* sp.	Trips *Selenotrips* sp	
	Minador hoja *Phyllocnistis citrella*			.	

Fuente: Elaboración propia.

Modelo Agroecológico 3 (Abarco-Cacao-Plátano)

El abarco presentó pudrición de la raíz por *Fusarium* sp. tanto en la parcela testigo como en la parcela agroecológica, mientras que el cacao presentó *Phytophthora* sp. y pudrición de la raíz por *Fusarium* sp en ambas parcelas. Se registraron los insectos, picudos del plátano *Cosmopilites sordidus* y *el* gusano tornillo *Castniomera humboldti,* en los cultivos de plátano en ambas parcelas. La cochinilla blanca *Pseudococcus* sp., se presentó solamente en el cultivo de plátano de la parcela testigo (Tabla 119).

Tabla 119. Presencia de plagas y enfermedades en el Modelo 3 abarco-cacao-plátano, por cultivo en el municipio La Esperanza.

Presencia de agentes nocivos					
Cultivos/Parcela testigo			Cultivos/Parcela agroecológica		
Abarco	Cacao	Plátano	Abarco	Cacao	Plátano
Pudrición raíz *Fusarium* sp	*Phytophthora* sp.	Picudo plátano *Cosmopilites sordidus*	Pudrición raíz *Fusarium* sp.	*Phytophthora* sp.	Picudo plátano *Cosmopilites sordidus*
	Pudrición raíz *Fusarium* sp.	Gusano tornillo *Castniomera humboldti*		Pudrición raíz *Fusarium* sp.	Gusano tornillo *Castniomera humboldti*
.		Cochinilla blanca *Pseudococcus* sp.			Pudrición raíz *Fusarium* sp
		Pudrición raíz *Fusarium* sp.			
		Erwinia sp.			

Fuente: Elaboración propia.

La hormiga arriera *Atta* sp., se presentó en los tres Modelos, pero su ataque fue más fuerte en el Modelo 2, en las parcelas testigo en los cultivos de limón y maíz, y en los cultivos abarco, limón y maíz de la parcela agroecológica, siendo sus ataques más severos en los cultivos de limón de la parcela testigo y en la parcela agroecológica, lo que concuerda con la literatura científica sobre la preferencia del insecto por esta planta. Un análisis de la dinámica de *Atta* sp., en el limón del modelo agroecológico A-L-M, muestra la permanencia de este insecto haciendo daños durante los meses de febrero a junio con diferentes niveles de incidencia a pesar de las medidas implementadas (Figura 56).

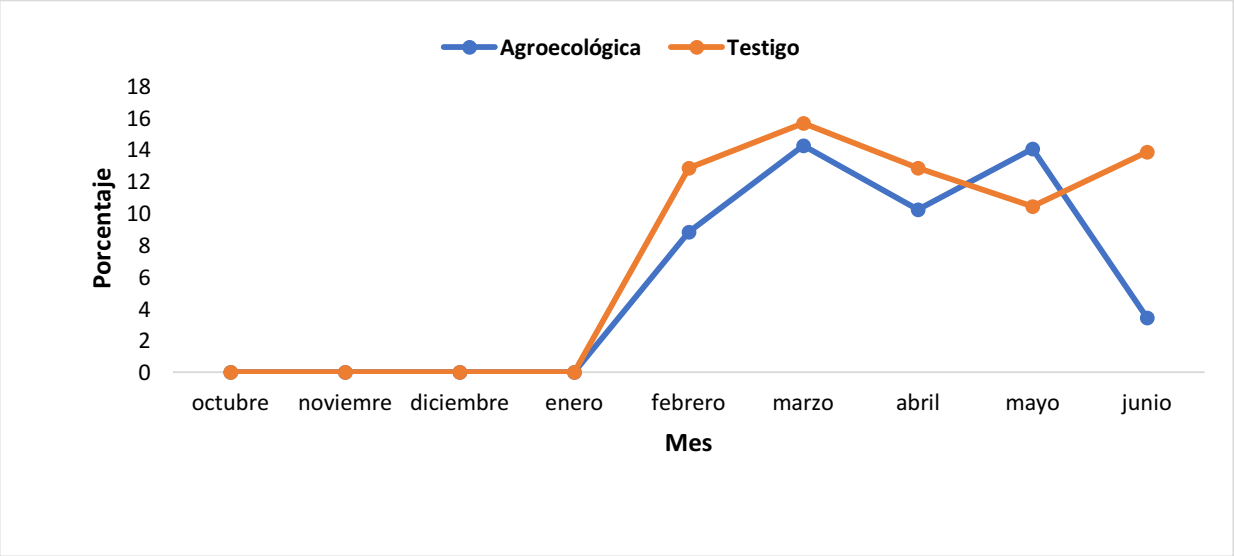


Figura 55. Incidencia de *Atta* sp., en el cultivo de limón del Modelo Agroecológico Abarco-Limón-Maíz.
Fuente: Elaboración propia.

Aunque el hongo fitopatógeno *Phytophthora cinnamomi* var. *cinnamomi,* se presentó en el Modelo Agroecologico 1 (Abarco-Aguacate-Maíz) en el cultivo de aguacate en ambas parcelas, la agroecológica y la testigo, manifestó bajos niveles de incidencia con una tendencia a las disminución como consecuencia de las medidas de manejo y control implementadas (Figura 57).

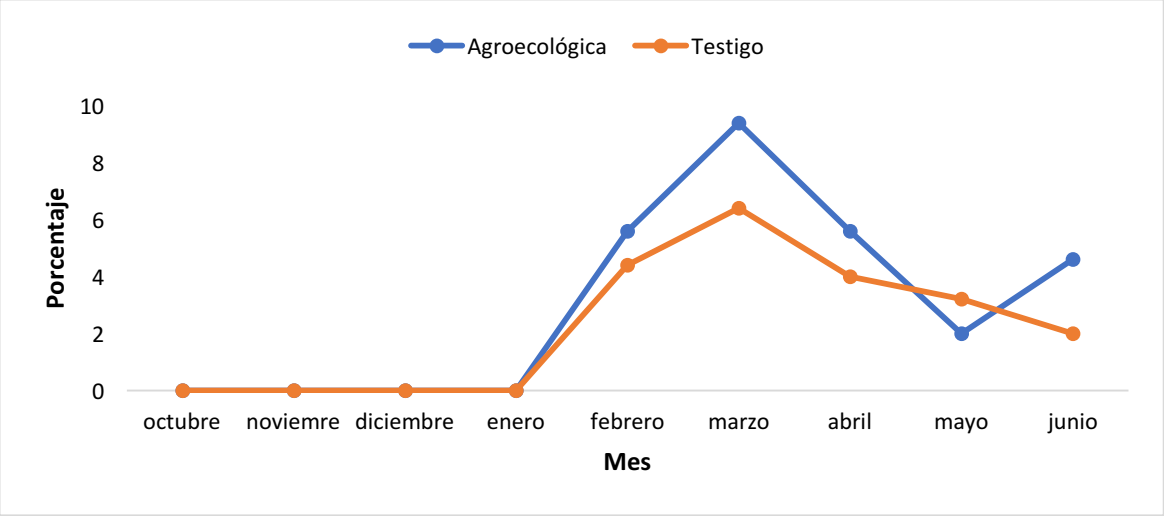


Figura 56. . Dinámica Poblacional de *Phytophthora cinnamomi* var. *cinnamomi*, en el cultivo de aguacate del Modelo Agroecológico 1 Abarco-Aguacate-Maíz.
Fuente: Elaboración propia.

El fitopatógeno *Fusarium* sp., se registró en el cultivo de plátano en ambas parcelas la testigo y la agroecológica, siendo mayor su incidencia en el plátano de la parcela experimental, pero con una tendencia a la erradicarse en ambas parcelas en el mes de junio a partir de las medidas de manejo adoptadas (Figura 58).

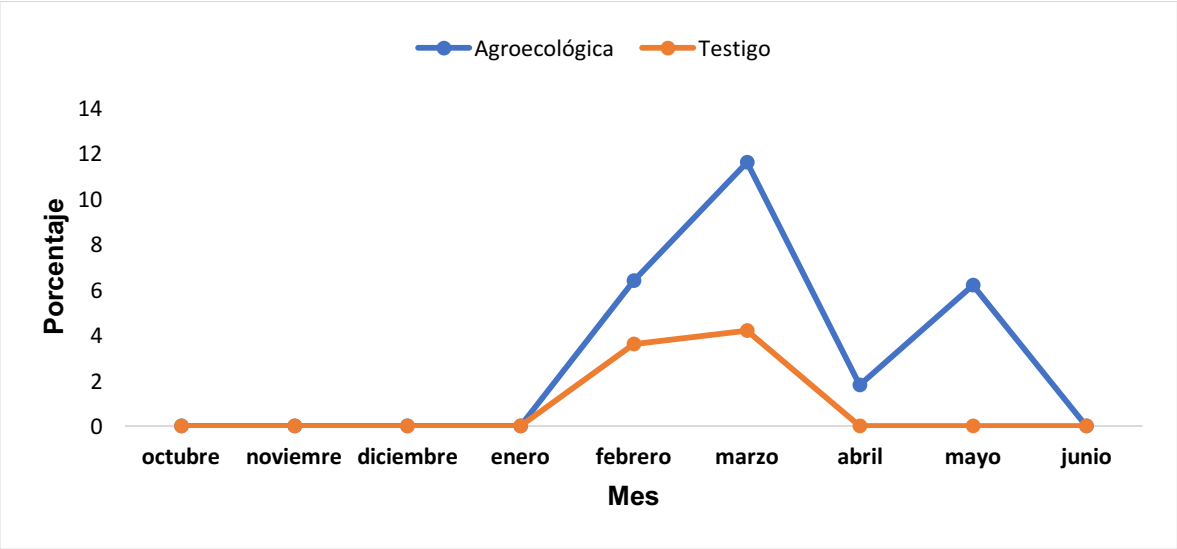


Figura 57. Dinámica Poblacional de *Fusarium* sp., en el cultivo del plátano del Modelo Agroecológico 3 Abarco-Cacao-Platáno.
Fuente: Elaboración propia.

La Playa

Modelo Agroecológico Roble- Aguacate- Frijol

La incidencia de plagas y enfermedades se evidenció en los cultivos de aguacate y fríjol, mientras que en el forestal no hubo ninguna presencia, tanto para la parcela testigo como para la agroecológica. Las principales plagas que se identificaron fueron la hormiga arriera *Atta* sp. para el caso del aguacate y la babosa para el caso del fríjol (Tabla 120).

Tabla 120. Presencia de plagas y enfermedades en el modelo roble aguacate frijol por cultivo del municipio La Playa

Incidencia de agentes nocivos (%)					
Cultivos / parcela testigo			Cultivos/Parcela agroecológica		
Roble	Aguacate	Fríjol	Roble	Aguacate	Fríjol
	Hormiga arriera (*Atta*)	Babosa (*Limaco*)		Hormiga arriera (*Atta*)	
Incidencia de biorreguladores (%)					
	Mariquita (*Coccinellidae*)			Mariquita (*Coccinellidae*)	

Fuente: Elaboración propia.

También se presentaron biocontroladores como las mariquitas (*Coleoptera:Coccinelidae*) que aunque no se informaron las especies pudieron estar haciendo su efecto benéfico en ácaros e insectos plagas del frijol, que no pudieron no ser observadas por los técnicos de campo por estar en bajas poblaciones.

En general los porcentajes de incidencia fueron bajas para todas las plagas y enfermedades con algo más de relevancia para la hormiga arriera que alcanzó en aguacate alrededor de un 25 % de incidencia en el mes de noviembre tanto en la parcela testigo como en la agroecológica y la babosa en frijol de la parcela agroecológica con 50 %de incidencia, pero con baja intensidad del daño.

Modelo Agroecológico Roble- Aguacate- Maiz

En el cultivo de aguacate en la parcela testigo se presentó el mildiu polvoso y en el maíz se presentó cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y la roya (*Puccinia graminis*), mientras que, en la parcela agroecológica, hubo presencia del mildiu polvoso y hormiga arriera en aguacate y el cogollero y el falso medidor en maíz. En el forestal no se informó presencia de plagas en ninguna de las dos parcelas, pero a diferencia del primer modelo, se presentó un biorregulador: mariquita, específicamente en la parcela testigo (Tabla 121).

Tabla 121. Presencia de plagas y enfermedades en el modelo roble – aguacate – maíz por cultivo del municipio La Playa

Incidencia de agentes nocivos					
Cultivos / parcela testigo			Cultivos/Parcela agroecológica		
Roble	aguacate	Maíz	Roble	Aguacate	Maíz

	Mildio polvoso (*Erysiphe polygoni*)	Cogollero (*Spodoptera frugiperda*)		Mildio polvoso (*Erysiphe polygoni*)	Cogollero (*Spodoptera frugiperda*))
		Roya (*Puccinia graminis*)		Hormiga arriera (*Atta*)	Falso medidor (*Trichoplusia ni*)
Incidencia de biorreguladores					
Mariquita (Coccinellidae)	Mariquita (*Coccinellidae*)			Mariquita (*Coccinellidae*)	

Fuente: Elaboración propia.

La presencia en el cultivo forestal y el aguacate la presencia de un biorregulador de la familia Coccinellidae, específicamente en la parcela testigo, así como en el aguacate de la parcela agroecológica es un aspecto muy favorable para este proyecto agroecológico. Estos biocontroladores pueden comer huevos de lepidópteros como los de *Spodoptera frugiperda ,* que aunque presentes en el maíz no sobrepasaron el 35 y 45 % de incidencia en la parcela testigo y agroecológica respectivamente.

Los niveles de incidencia de los otros agentes fitosanitarios en general fueron baja. El mildio polvoso en aguacate no sobrepasó el 12 % de incidencia y A*tta* sp. no sobrepasó el 24 %.

Modelo Agroecológico Roble- Brevo- Maíz

En el tercer modelo roble-brevo-maíz, hubo baja incidencia de plagas y enfermedades ya que solo se presentó en el brevo la roya (*Phakospora nishidiana*) y el cogollero en el maíz *Spodoptera frugiperda*, esto en ambas parcelas, mientras que el roble no tuvo presencia de ningún agento nocivo tanto en la parcela testigo como en la agroecológica (Tabla 122).

Tabla 122. Presencia de plagas y enfermedades en el modelo roble – brevo – maíz por cultivo del municipio La Playa

Incidencia de agentes nocivos (%)					
Cultivos / parcela testigo			Cultivos/Parcela agroecológica		
Roble	Brevo	Maíz	Roble	Brevo	Maíz
	Roya (*Phakospora nishidiana lto*)	Cogollero (*Spodoptera frugiperda*)		Roya (*Phakospora nishidiana lto*)	Cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Fuente: Elaboración propia.

La roya en el brevo alcanzó incidencia máxima en las hojas de 44 % en la parcela testigo y 48% en la parcela agroecológica. El cogollero en maíz registro incidencias máximas de 21% en la parcela testigo y 30% en la parcela agroecológica lo que da una idea del bajo nivel de incidencia de las plagas en este modelo agroecológico..

Mutiscua

Modelo agroecológico Aliso-Ciruelo-Maíz

En el modelo agroecológico Aliso-Ciruelo-Maíz se registró la presencia de una plaga que predominó en los tres cultivos tanto en la parcela testigo como la agroecológica, el lorito verde *Empoasca kraemeri*), y aunque en el cultivo ciruelo se registró el mayor porcentaje de incidencia (Tabla 123)

Tabla 123. Presencia de plagas y enfermedades en los cultivos para la parcela testigo y experimental del municipio de Mutiscua.

Incidencia de agentes nocivos					
Cultivos/Parcela agroecológica			Cultivos / parcela testigo		
Aliso	Ciruela	Maíz	Aliso	Ciruela	Maíz
Lorito Verde (*Empoasca kraemeri*)	Lorito Verde (*Empoasca kraemeri*)	Lorito Verde (*Empoasca kraemei*)	Lorito Verde (*Empoasca kraemeri*)	Lorito Verde (*Empoasca kraemeri*)	Lorito Verde (*Empoasca kraemeri*)
	Babosa (Limacidae)	Babosa (Limacidae)		Babosa (Limacidae)	Babosa (Limacidae)

Fuente: Elaboración propia.

Modelo agroecológico Aliso-Ciruelo-Zanahoria

Para el modelo Aliso-Ciruelo-Zanahoria incidieron los pulgones en los cultivos aliso y ciruelo y las babosas en el cultivo zanahoria tanto para la parcela testigo como agroecológica. En general hubo poca diversidad de plagas y con incidencia baja (Tabla 124)

Tabla 124 Presencia de plagas y enfermedades en los cultivos para la parcela testigo y experimental del municipio de Mutiscua.

Aliso	Ciruela	Zanahoria	Aliso	Ciruela	Zanahoria
Pulgón (Aphididae)	Pulgón (Aphididae)	Babosa (Limacidae)	Pulgón (Aphididae)	Pulgón (Aphididae)	Babosa (Limacidae)

Fuente: Elaboración propia.

Modelo agroecológico Aliso-Ciruelo-Zanahoria

Por otra parte, el modelo Aliso-Mora-Tomate de Árbol la plaga con mayor presencia fue la babosa, a la cual atacó los tres cultivos tanto en la parcela testigo como la agroecológica. En el aliso también se presentaron los pulgones en ambas parcelas, pero no sobrepasaron el 10 % de incidencia (Tabla 125). En el tomate de árbol estuvieron presentes también dos enfermedades importantes del cultivo como la el mildio polvoso (*Oidiu*m sp.) y la antracnosis causada por *Colletrotichum gloesporioides*.

Tabla 125. Presencia de plagas y enfermedades en los cultivos para la parcela testigo y experimental del municipio de Mutiscua.

Aliso	Mora	Tomate de Arbol	Aliso	Mora	Tomate de Arbol
Babosa (Limacidae)	Babosa (Limacidae)	Babosa (Limacidae)	Babosa (Limacidae)	Babosa (Limacidae)	Babosa (Limacidae)
Pulgón (Aphididae)		Oídio	Pulgón (Aphididae)		Oídio
		Antracnosis			Antracnosis

Fuente: Equipo científico proyecto Plantar

Este modelo agroecológico tuvo una importante incidencia de babosas. Estas babosas constituyen un complejo de especies que abundan en los climas fríos y húmedos como el de Mutiscua y que, aunque tienen preferencia por algunos cultivos son cosmopolitas. El tomate de árbol fue el cultivo más afectado en su primera etapa, aunque con los tratamientos de Tierra de diatomeas, otros productos alternativos y el babosin se logró mantener las poblaciones a niveles bajos y evitar daños de importancia.

En tomate de árbol el mildio polvoso llegó a alcanzar hasta 50% de incidencia y la antracnosis hasta 25%, esto es un aviso con relación a la atención que hay que prestar a estas dos enfermedades bajo estas condiciones, la primera durante periodos secos y la segunda durante periodos húmedos o lluviosos sobre todo cuando el cultivo crezca y comience la cosecha.

Ocaña

Modelo Agroecológico Nogal Cafetero-Aguacate-Maíz (NC-A-M)

En el modelo agroecológico Nogal Cafetero-Aguacate-Maíz se observó la presencia de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz tanto en la parcela agroecológica como la testigo. Adicionalmente, se observó la presencia de la hormiga arriera (*Atta* sp.) en el cultivo de aguacate de la parcela testigo (Tabla 126).

Tabla 126. Presencia de plagas y enfermedades por cultivo en las fincas del modelo 1 Nogal Cafetero-Aguacate-Maíz del municipio Ocaña, Norte de Santander.

Cultivos/parcela agroecológica			Cultivos/parcela testigo		
Nogal cafetero	Aguacate	Maíz	Nogal cafetero	Aguacate	Maíz
na	Ninguna	Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)	Ninguna	Hormiga arriera (*Atta* sp.) (Hymenoptera: Formicidae)	Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. SMITH)

El nivel de la incidencia máximo del gusano cogollero en la parcela agroecológica fue de 20%, mientras que en la parcela testigo se encontró una incidencia de la hormiga arriera de 24,4%. Mientras tanto, en el cultivo de maíz de la parcela testigo hubo una incidencia de 20%.del gusano cogollero

Modelo 2 Nogal Cafetero-Cacao-Plátano (NC-C-P)

En el modelo agroecológico Nogal Cafetero-Cacao-Plátano (NC-C-P) solamente se evidenció la presencia del picudo del plátano (*Cosmopolites sordidus*) tanto en la parcela agroecológica como la testigo (Tabla 127).

Tabla 127. Presencia de plagas y enfermedades por cultivo en las fincas del modelo 2 Nogal Cafetero-Cacao-Plátano (NC-C-P)

Cultivos/parcela agroecológica			Cultivos/parcela testigo		
Nogal cafetero	Cacao	Plátano	Nogal cafetero	Cacao	Plátano
Ninguna	Ninguna	Picudo del plátano (*Cosmopolites sordidus*)	Ninguna	Ninguna	Picudo del plátano (*Cosmopolites sordidus*)

Fuente: Elaboración propia.

El picudo del plátano es considerado una de las plagas más importantes del banano y plátano en muchos países tropicales y subtropicales. En el país se encuentran el picudo negro de plátano (*Cosmopolites sordidus*) y el picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) y el picudo amarillo (*Metamasius hebetatus*), que ocasionan daños en los cultivos, generalmente a nivel del seudotallo. Puede generar hasta el 60% de pérdida en peso de racimo (ICA, 2003), aunque están bien establecidas las medidas de manejo.

Modelo 3 Nogal Cafetero-Aguacate-Frijol (NC-A-F)

En el modelo NC-A-F, no se encontró presencia de plagas y enfermedades en el sistema forestal (NC) tanto para la parcela testigo como para la agroecológica. Sin embargo, se reportó la presencia de hormiga arriera (*Atta* sp.; Homoptera: Aphididae) en el cultivo de aguacate (A) en ambos tratamientos. Adicionalmente, se observó incidencia de pulgones o áfidos (*Aphis spiraecola* Patch; Hymenoptera: Aphididae) en la parcela testigo. Por su parte, el cultivo de frijol mostró incidencia de Babosa (*Deroceras reticulatum* Müller) y Roya (*Uromyces phaseoli* var. typica Arth) en ambos tratamientos (Tabla 128).

Tabla 128. Presencia de plagas y enfermedades por cultivo en las fincas del modelo Nogal Cafetero-Aguacate-Frijol del municipio Ocaña, Norte de Santander.

Cultivos/parcela agroecológica			Cultivos/parcela testigo		
Nogal cafetero	Aguacate	Fríjol	Nogal cafetero	Aguacate	Fríjol
	Hormiga arriera (*Atta* sp.) (Hymenoptera: Formicidae)	Babosa (*Deroceras reticulatum* Müller)		Hormiga arriera (*Atta* sp.) (Hymenoptera: Formicidae)	Babosa (*Deroceras reticulatum* Müller)

		Roya *(Uromyces phaseoli* var. typica Arth)		Pulgones (Homoptera: Aphididae) *Aphis spiraecola* Patch *Myzus persicae* (Sulzer) *Myzus ornatus* Laing (Homoptera: Aphididae)	Roya *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger

Fuente: Equipo Investigador Plantar

La hormiga arriera constituyó la principal plaga en el cultivo del aguacate en ambos tratamientos, con una incidencia de 20% en la parcela agroecológico y 23,3% de incidencia en la parcela testigo. Adicionalmente, en la parcela testigo se observó una incidencia de babosas del 20% en el ataque de pulgones. El cultivo de frijol, por su parte, presentó una incidencia de babosas de 22% y en la parcela agroecológica mientras que en la testigo la incidencia fue de 21%. En cuanto al ataque de roya del frijol, en el tratamiento agroecológico se observó 20% de incidencia en el testigo de 26,6%. Todo esto refleja que en este modelo los niveles de plagas no fueron altos.

En los modelos NC-A-F y NC-A-M la mayoría de los ataques de plagas y enfermedades se observaron durante los meses de noviembre y diciembre, con excepción de los pulgones en el cultivo de aguacate cuya incidencia ocurrió en el mes de febrero para la parcela testigo. De igual forma, en esta parcela también se observó la presencia de hormiga arriera durante ese mes. En el modelo NC-C-P la incidencia del picudo se observó durante los meses de diciembre y febrero.

3.5 Validación social de la implementacion de los sistemas agroforestales con los agricultores

Se desarrollaron los seis talleres municipales de validación social y evaluación de impactos con los agricultores. Las FODAs obtenidas por municipios arrojaron siempre mayores fortalezas que debilidades y mayor o igual cantidad de oportunidades que amenazas. Eso permitió cruzar las matrices FODAs para conformar las estrategias municipales. En general se totalizaron 71 fortalezas, 41 oportunidades, 34 debilidades y 34 amenazas verificándose supremacía para las fortalezas y oportunidades dentro el proyecto (Tabla 129), lo cual da una medida de los criterios favorables que dieron los agricultores sobre el proyecto y los modelos agroecológicos.

Tabla 129. Cantidad de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas identificadas en los talleres municipales.

Municipios	Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Arboledas	11	4	4	4
Convención	12	8	8	7
La Esperanza	8	3	5	2
La Playa	14	9	5	6
Mutiscua	15	9	6	8
Ocaña	11	8	6	7
Total	71	41	34	34

Fuente: Elaboración propia

Como resultado se elaboraron participativamente las estrategias y el plan de acción en cada municipio que tuvieron como fundamental proyección la de trazar las pautas pasa garantizar la sostenibilidad de lo alcanzado, buscar nuevas fuentes de financiamiento y formas de asociatividad. Entre las preocupaciones generalizadas quedaron el acompañamiento técnico y la inserción en cadenas de mercado.

En más de un 80 % los beneficiarios de Plantar consideraron que se habían cumplido las expectativas del proyecto y se había logrado un fortalecimiento individual para diseminar los conocimientos aprendidos (Figura 58).

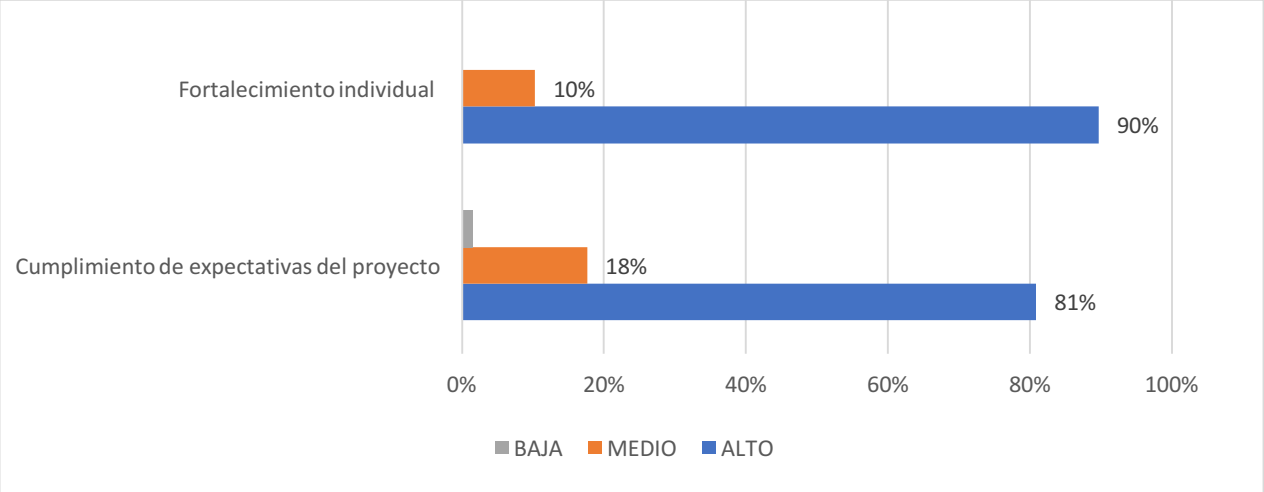


Figura 58. Valoraciones sobre el impacto individual
Fuente: Elaboración propia

El 72 % de los participantes en los talleres no habían tenido experiencias con proyectos similares y en más de un 92 % consideraron que se había mejorado la calidad de vida a nivel personal y familiar luego de la ejecución del proyecto que la comunidad había aumentado las capacidades a través de los procesos de transferencia de conocimiento y asistencia técnica de modo sostenible, que la comunidad había comprendido y compartido las lecciones aprendidas frente al proyecto y que estaban dispuestos a participar en un futuro en nuevos proyectos como plantar (Figura 60).

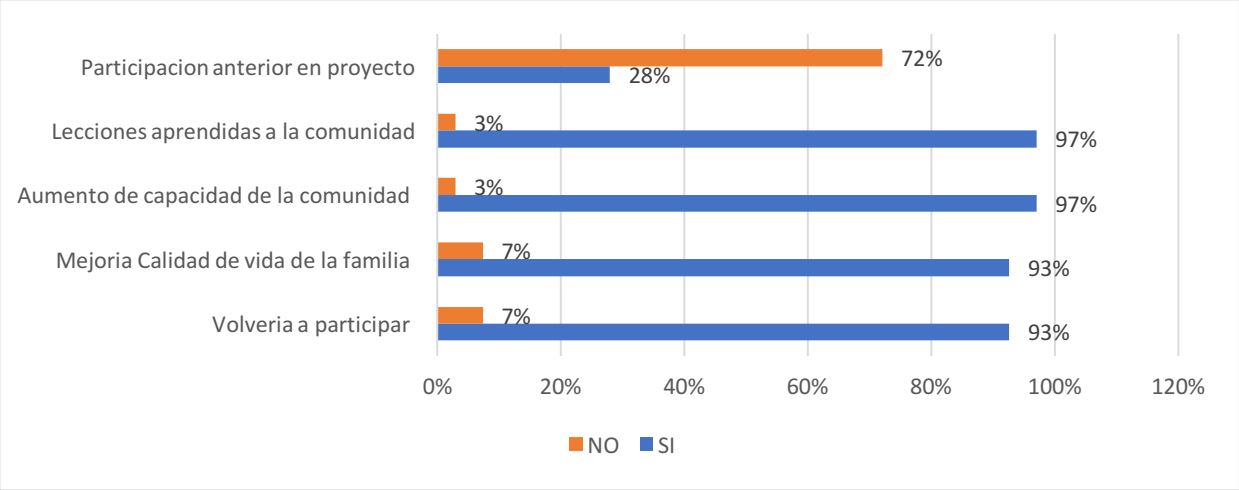


Figura 59. Valoraciones sobre el impacto colectivo
Fuente: Elaboración propia

Mas del 93 % de los beneficiarios calificaron entre bueno y excelente el nivel de organización del proyecto, la calidad de los insumos y el tiempo de ejecución del proyecto (Figuras 61).

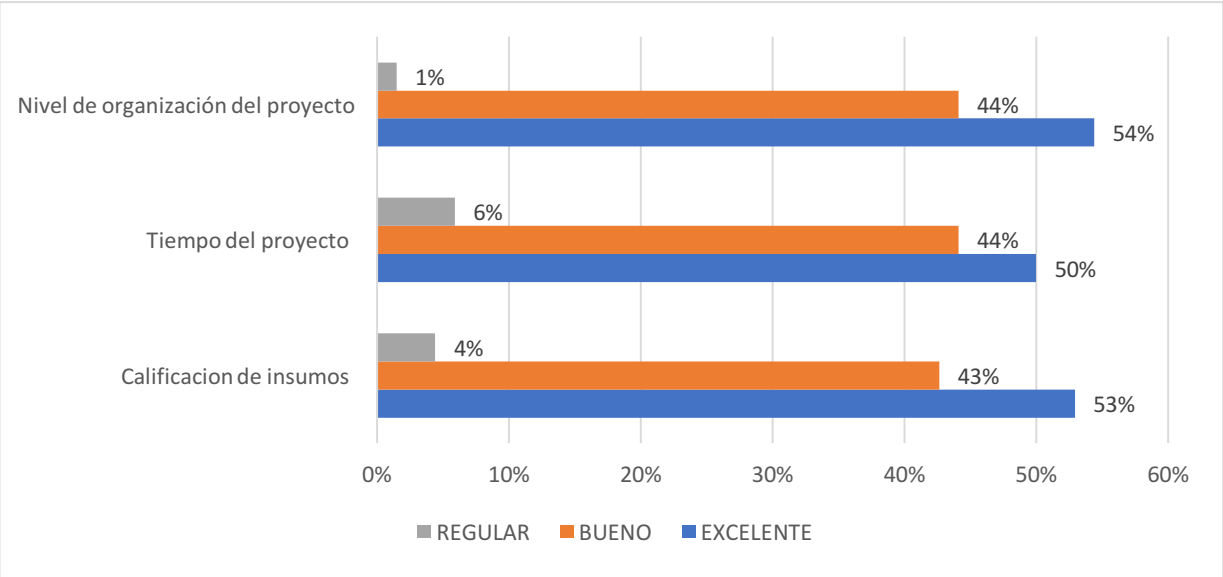


Figura 60. Valoraciones sobre el desarrollo del proyecto
Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la validación social corroboran la validación de los modelos agroecológicos desde el punto de vista agronómico y ambiental, y demuestran los impactos positivos de los sistemas agroforestales en las fincas a pesar de que no todos los modelos

fueron totalmente exitosos dadas por el nivel de adaptación de especies y variedades en cada una de las condiciones edafoclimáticas.

La percepción tan favorable de los beneficiarios con respecto a las nuevas tecnologías agroecológicas evaluadas da una medida del impacto social del proyecto que tuvo como iniciativa de trabajar en un intercambio de saberes hacia el logro de una producción agrícola más sostenible de los cultivos promisorios del Norte de Santander con la utilización de las TICs y técnicas de avanzada de agricultura de la precisión como las imágenes multiespectrales para la toma de decisiones de los agricultores.

3.4. Evaluación de la implementacion de los modelos agroforestales en los seis municipios.

3.4.1 Desarrollo de los cultivos en los modelos agroecológicos.

3.4.1.2. Población de los cultivos

Los ANOVAs mostraron diferentes resultados en cada municipio con relación al ´porcentaje de población de las parcelas entre modelos agroecológicos (Tabla 104). En Arboledas, La Playa y Mutiscua no se observó diferencia estadística entre los tres modelos en estudio dentro de cada municipio ni en la información de noviembre de 2018, no la de febrero de 2019 lo que refleja una respuesta similar de estos bajo esas condiciones edafoclimáticas específicas. Hay que señalar que se manifestaron en los datos de estos municipios altos coeficientes de variación que pudieron influir en que los ANOVAs no extrajeran con mayor fuerza alguna posible diferencia entre los modelos.

Tabla 130. Resultados del ANOVA para la población durante los de los meses noviembre 2018 y febrero 2019 en los diferentes modelos por municipios del Proyecto.

	Modelo	Población noviembre		Población febrero	
		Media transformada 2arcoseno √%/100	Media retransformada	Media transformada 2arcoseno √%/100	Media retransformada
Arboledas	1 CE-L-M	2,06a	73,5	1,83a	63,0
	2 CE-A-M	2,03a	72,0	1,87a	64,7
	3 CE-A-F	2,12a	76,0	1,84a	63,5
	CV (%)	43,33		57,77	
	EE*	0,16		0,19	
Conv	1 CE-L-M	2,09b	75,0	1,47b	45,0
	2 CE-A-M/F	2,01b	71.3	1,43b	43,0

	3 CE-C-P	3,08a	99,9	2,05a	73,0
	CV (%)	87,98		118,18	
	EE*	0,21		0,15	
La Esperanza	1 AB-A-M-F	1,89b	65,9	1,07b	26,0
	2 AB-L-M	2,48a	89,5	2,04a	72,5
	3 AB-C-P	2,92a	98,8	2,06a	73,5
	CV (%)	115,24		129,97	
	EE*	0,16		0,14	
La Playa	1 R-A-F	1,85a	64,0	1,68a	55,5
	2 R-A-M	1,75a	59,0	1,49a	46,0
	3 R-B-M	2,15a	77,5	1,78a	60,5
	CV (%)	107,03		89,80	
	EE*	0,17		0,20	
Mutiscua	1 AL-Mo-TA	2,29a	83,0	2,24a	81,0
	2 AL-CI-M	2,34a	84,5	2,43a	88,0
	3 AL-CI-Z	2,36a	85,5	2,28a	82,5
	CV (%)	105,82		111,66	
	EE*	0,17		0,16	
Ocaña	1 NC-A-M	2,22ab	80,4	1,97a	69,5
	2 NC- A-F	2,02b	71,5	2,12a	76,0
	3 NC- C- P	2,52a	90,7	2,19a	79,0
	CV (%)	175,14		117,36	
	EE*	0,10		0,16	

CE: Cedro	R: Roble	Z: Zanahoria
L: Limón	B: Brevo	NC: Nogal Cafetero
M: Maíz Mo= Mora	AL: Aliso	P: Plátano
C: Cacao	TA: Tomate de árbol	A: Aguacate
AB: Abarco	CI: Ciruelo	F: Frijol

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

El modelo cedro -caco- plátano fue el más destacado en Convención en cuanto a población durante el mes de noviembre de 2018 con relación a los modelos CE-L-M y CE-A-M/F, situación similar se presenta en el mes de febrero de 2019.

Los modelos AB-L-M y AB-C-P presentaron mayores niveles de población y por lo tanto mayor adaptabilidad con relación a l modelo AB-A-M en el municipio La Esperanza tanto en el mes de noviembre de 2018, como de febrero de 2019.

En Ocaña en el mes de noviembre de 2018 el modelo NC-C-P presentó mayor población que el NC–A-F, quedando el modelo NC-A-M intermedio entre estos dos, sin embrago en el mes de noviembre de 2019 no hubo diferencia entre los tres modelos del tres municipio.

No se presentó diferencia estadística entre las poblaciones de plantas de los cultivos la parcela testigo y la parcela agroecológica en ningún municipio ni en la información de noviembre de 2018, ni la de febrero de 2019 (Tabla 105) lo cual se atribuye a que se sembraron los mismos cultivos, variedades en fechas de siembras similares y que el agricultor hizo las mismas labores en las dos áreas, a veces con mayor empeño en la testigo que denominaban de ellos.

Tabla 131. Resultados del ANOVA para la población durante los de los meses noviembre 2018 y febrero 2019 en las parcelas agroecológica y testigo por municipios del Proyecto.

	Parcelas	Población noviembre		Población febrero	
		Media transformada 2arcoseno √%/100	Media retransformada	Media transformada 2arcoseno √%/100	Media retransformada
Arboleda	Agroecológica	2,14a	77,0	1,88a	65,0
	Testigo	2,00a	71,0	1,82a	62,3
	CV (%)	42,98		57,41	
	EE*	0,13		0,16	
Convenci	Agroecológica	2,40a	87,0	1,68a	65,5
	Testigo	2,38a	86,2	1,62a	52,5
	CV (%)	51,58		53,76	
	EE*	0,18		0,13	
La Esperanza	Agroecológica	2,42a	87,5	1,76a	59,5
	Testigo	2,44a	88,5	1,69a	56,0
	CV (%)	39,61		52,08	
	EE*	0,14		0,13	
La Playa	Agroecológica	1,90a	66,0	1,65a	54,0
	Testigo	1,93a	68,5	1,65a	53,8
	CV (%)	49,31		67,43	
	EE*	0,14		0,17	
Mutiscua	Agroecológica	2,28a	82,5	2,38a	86,3
	Testigo	2,38a	86,3	2,26a	81,6
	CV (%)	40,32		38,50	
	EE*	0,14		0,13	
Ocaña	Agroecológica	2,28a	82,5	2,17a	78,0
	Testigo	2,23a	80,5	2,02a	71,5
	CV (%)	26,82		40,50	
	EE*	0,09		0,13	

La población de los forestales, cultivos semiperennes y los transitorios, de forma general manifestó diferencia estadística en todos los municipios en el mes de noviembre, generalmente a favor de los cultivos semiperennes y los forestales sobre todo en La Playa, La Esperanza y Convención por la poca adaptación del frijol bola roja y el maíz puyita a las condiciones edafoclimáticas de las fincas en estas zonas, sin embargo esto ocurrió también en Arboledas (Tabla 106). En Mutiscua la mayor población en esa primera parte del ciclo fue para los semiperennes, después los forestales y por ultimo los transitorios, pero en este último municipio no todos los transitorios se habían sembrado en el mes de noviembre.

Tabla 132. Resultados del ANOVA para la Población durante los meses noviembre 2018 febrero 2019 en los diferentes grupos funcionales de cultivos por Municipios del Proyecto.

	Cultivos	Población noviembre		Población febrero	
		Media transformada 2arcoseno √%/100	Media retransformada	Media transformada 2arcoseno √%/100	Media retransformada
Arboledas	Forestales	2,38a	86,5	2,37a	86,0
	Semipermanentes	2,66a	94,5	2,58a	92,5
	Transitorios	1,16b	30,0	0,59b	8,5
	CV (%)	29,06		30,56	
	EE*	0,11		0,10	
Convención	Forestales	2,96a	99,2	1,67b	55,0
	Semipermanentes	3,07a	99,9	2,44a	88,3
	Transitorios	1,15b	29,5	0,85c	17,0
	CV (%)	35,95		36,41	
	EE*	0,16		0,11	
La Esperanza	Forestales	2,63a	93,7	1,68a	55,6
	Semipermanentes	2,65a	94,0	2,00a	71,0
	Transitorios	2,00b	71,0	1,50a	46,5
	CV (%)	37,80		50,97	
	EE*	0,17		0,16	
La Playa	Forestales	2,34a	84,8	2,17b	78,0
	Semipermanentes	2,48a	89,6	2,58a	92,5
	Transitorios	0,92b	19,6	0,20c	1,0
	CV (%)	32,48		22,41	
	EE*	0,11		0,07	
Mutis	Forestales	2,34ab	84,8	2,27ab	
	Semipermanentes	2,78a	97,8	2,71a	

	Transitorios	1,86b	64,3	1,98b	
	CV (%)	37,13		36,44	
	EE*	0,16		0,15	
Ocaña	Forestales	2,40a	87,0	1,60b	
	Semipermanentes	2,50a	90,0	2,69a	
	Transitorios	1,85b	64,0	2,00b	
	CV (%)	23,66		34,48	
	EE*	0,10		0,13	

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

En el mes de febrero se presentaron disimiles situaciones en cada municipio y los resultados estadísticos así lo reflejaron, en algunos no se había sembrado el segundo ciclo de los transitorios, en otros no habían terminado su ciclo estos y en otros casos los cultivos forestales disminuyeron su población a causa del fuerte **verano.**

Los resultados estadísticos reflejaron que en Arboledas las mayores poblaciones fueron para los cultivos forestales y semiperennes. En Convención la mayor población fu para los cultivos semiperenes, después los forestales y por último los transitorios que casi no estaban presentes, mientras que en La Esperanza no había diferencia entre las poblaciones de los tres tipos de cultivos, aunque esta varió entre 71% (semiperennes) y .46,5% (transitorios).

La mayor población de los cultivos del proyecto noviembre 2018, se obtuvo en las parcelas de los municipios Convención, La Esperanza y Mutiscua, aunque estos no difirieron de Arboledas y Ocaña y sí de la población observada en La Playa (Tabla 107).

Tabla 133. Resultados Generales del ANOVA para la Población durante los de los meses noviembre 2018 y febrero 2019 para todos los Municipios del Proyecto.

		Población noviembre		Población febrero	
Municipio		Media transformada **2arcoseno √%/100**	Media retransformada	Media transformada **2arcoseno √%/100**	Media retransformada
1	Arboledas	**2,07ab**	**74,0**	**1,85bc**	**64,0**
2	Convención	**2,39a**	**86,08**	**1,64c**	**53,07**
3	La Esperanza	**2,44a**	**88,02**	**1,50c**	**46,05**
4	La Playa	**1,92b**	**67,0**	**1,65c**	**54,0**
5	Mutiscua	**2,33a**	**84,03**	**2,32a**	**84,0**
6	Ocaña	**2,25ab**	**81,04**	**2,10ab**	**75,1**
CV (%)		42,21		51,45	
EE*		0,10		0,10	

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

Sin embargo, la mayor población de los cultivos del proyecto en febrero de 2019 cuando ya no siempre estaban presentes los cultivos transitorios se observó en el municipio Mutiscua,

le siguió Ocaña, después Arboledas y por último si diferir de este último Convención Esperanza y La Playa.

El ANOVA reflejó diferencia estadística para la población de los cultivos en las parcelas entre los modelos 18 modelos agroecológicos tanto en noviembre 2018 como en febrero de 2019 (Tabla 108).

Tabla 134. Resultados Generales del ANOVA para la Población durante los de los meses noviembre 2018 y febrero 2019 en los 18 Modelos para todos los Municipios del Proyecto.

		Población noviembre		Población febrero	
Municipio		Media transformada 2arcoseno √%/100	Media retransformada	Media transformada 2arcoseno √%/100	Media retransformada
1	CE-L-M Arboledas	2,06c	73,4	1,83abc	63,0
2	CE-A-M Arboledas	2,03c	72,0	1,87abc	64,7
3	CE-A-F Arboledas	2,12bc	75,12	1,84abc	64,7
4	CE-L-M Convención	2,09c	75,0	1,47bcd	45,0
5	CE-A-M/F Convención	2,01c	72,0	1,43cd	43,0
6	CE-C-P Convención	3,11a	99,0	2,04abc	72,5
7	AB-A-M-F La Esperanza	1,91c	66,8	0,97d	21,7
8	AB-L-M La Esperanza	2,50abc	90,0	1,45bcd	44,0
9	AB-C-P La Esperanza	2,92ab	98,8	2,10abc	75,2
10	R-A-F La Playa	1,85c	64,0	1,68abcd	55,0
11	R-A-M La Playa	1,75c	59,0	1,49bcd	46,0
12	R-B-M La Playa	2,15bc	77,6	1,78abcd	60,0
13	AL-CI-M Mutiscua	2,29bc	83,0	2,24abc	81,0
14	AL-CI-Z Mutiscua	2,34abc	84,8	2,43a	88,0
15	AL-Mo-TA Mutiscua	2,36abc	85,6	2,28ab	82,0
16	NC-A-M Ocaña	2,22bc	80,1	1,97abc	69,5
17	NC-A-F Ocaña	2,02c	71,7	2,12abc	76,0
18	NC-C-P Ocaña	2,52abc	90,6	2,19abc	79,0
CV (%)		40,63		50,41	

EE*	0,17		0,17	

CE: Cedro	R: Roble	Z: Zanahoria
L: Limón	B: Brevo	NC: Nogal Cafetero
M: Maíz Mo= mora	AL: Aliso	P: Platano
C: Cacao	TA: Tomate de árbol	A: Aguacate
AB: Abarco	CI: Ciruelo	F: Frijol

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

Los modelos de mayores niveles poblacionales fueron en noviembre 2018 CE-C-P Convención y AB-C-P La Esperanza, aunque no difirieron de estos estadísticamente, AL-CI-Z Mutiscua, AL-Mo-TA Mutiscua, NC-C-P Ocaña, o sea, que se incluyeron aquí como modelos exitosos los tres modelos que contienen cacao y plátano independiente del forestal y del municipio y dos de Mutiscua el de mora y tomate de árbol y el de ciruelo zanahoria.

En el segundo momento donde predominaban en las parcelas los forestales y los cultivos semiperennes resultaron tener más población los modelos R-B-M La Playa, AL-CI-M Mutiscua, AL-CI-Z Mutiscua, AL-Mo-TA Mutiscua, NC-A-M Ocaña, NC-A-F Ocaña, NC-C-P Ocaña, AB-C-P La Esperanza, CE-A-M/F Convención, CE-L-M Arboledas, CE-A-M Arboledas y CE-A-F Arboledas, que no difirieron estadísticamente entre sí. Aquí se incluyeron los tres modelos de Arboledas, los tres de Mutiscua, los tres de Ocaña, dos de La Esperanza y uno de La Playa.

Los modelos 3 manifestaron mayor población que los modelos 1 y 2 desde el punto de vista estadístico en noviembre 2018 (Tabla 109), lo que se explica por qué los modelos que incluían cacao y plátano de Convención, La Esperanza y Ocaña, y de mora y tomate de árbol en Mutiscua están ubicados en ese orden y como se pudo ver anteriormente se destacan por tener por tener las mayores poblaciones de los cultivos.

Tabla 135. Resultados generales del ANOVA para la población durante los de los meses noviembre 2018 y febrero 2019 en los 3 modelos para todos los municipios del Proyecto.

	Población noviembre		Población febrero	
Modelo	Media transformada	Media retransformada	Media transformada	Media retransformada
Modelo 1	2,07b	74,0	1,69b	56,0
Modelo 2	2,11b	75,6	1,80ab	61,6
Modelos 3	2,53a	91,0	2,04a	72,5
CV (%)	41,87		53,01	
EE*	0,07		0,07	

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

El análisis realizado en febrero 2019 también mostró una situación similar con mayor nivel poblacional para los modelos identificados como 3, con diferencia estadística con los identificado como 1, aunque los modelos 2 no difirieron de este.

No se presentó diferencia estadística entre las poblaciones de plantas de los cultivos la parcela testigo y la parcela agroecológica de forma general en el proyecto, ni en la información de noviembre de 2018, ni la de febrero de 2019 (Tabla 110) lo cual se corresponde con la situación observada anteriormente con relación a que no sde

evidenciaba diferencia estadística a nivel municipal entre la dos parcelas atribuido a que se sembraron los mismos sistemas de cultivos, en fechas de siembras similares y que el agricultor hizo las mismas labores en las dos áreas, a veces con mayor dedicación en la testigo con su sistema tradicional.

Tabla 136. Resultados del ANOVA para la población durante los de los meses noviembre 2018 y febrero 2019 en las dos parcelas para todos los municipios del Proyecto.

Parcelas	Población noviembre		Población febrero	
	Media transformada	Media retransformada	Media transformada	Media retransformada
Agroecológica	2,24a	81,0	1,88a	65,0
Testigo	2,23a	80,7	1,80a	61,6
CV (%)	42,87		53,50	
EE*	0,06		0,06	

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

Un análisis de varianza entre los diferentes grupos funcionales de cultivos a nivel general en el proyecto arrojó mayor población para los forestales y los semipermanentes en noviembre de 2018 con respecto a los transitorios (Tabla 111).

Tabla 137. Resultados del ANOVA para la población durante los de los meses noviembre 2018 febrero y 2019 en los tres grupos funcionales cultivos para todos los municipios del Proyecto.

Cultivos	Población noviembre		Población febrero	
Forestales	2,51a	90,5	2,01b	71,3
Semipermanentes	2,58a	92,5	2,31 a	83.9
Transitorios	1,60b	51,5	1,21c	32,5
CV (%)	37,87		47,28	
EE*	0,06		0,06	

*. Letras desiguales en las columnas difieren para p<0,05 según prueba de Tukey

El análisis de varianza entre los diferentes grupos funcionales de cultivos a nivel general en el proyecto en febrero de 2019 arrojó mayor población para los semipermanentes con respecto perennes y mayor para estos con relación a los transitorios. Esto puse de relieve una disminución de los forestales debido al intenso verano donde se atendieron con el riego de forma priorizada los semiperennes.

La clasificación automática por municipio para la población de las parcelas agroecológicas del proyecto Plantar en el mes de noviembre 2018 por el método de árbol permitió agrupar a los municipios Arboledas y La Playa por menores sus niveles poblacionales en las parcelas y los municipios La Esperanza, Convención, Mutiscua y Ocaña en un segundo grupo con mayor nivel poblacional, lo que corrobora en cierta medida los resultados del ANOVA donde La Playa tuvo el menor resultado de población y Arboledas y Ocaña quedaban intermedios con relación al resto de los municipios (Figura 50).

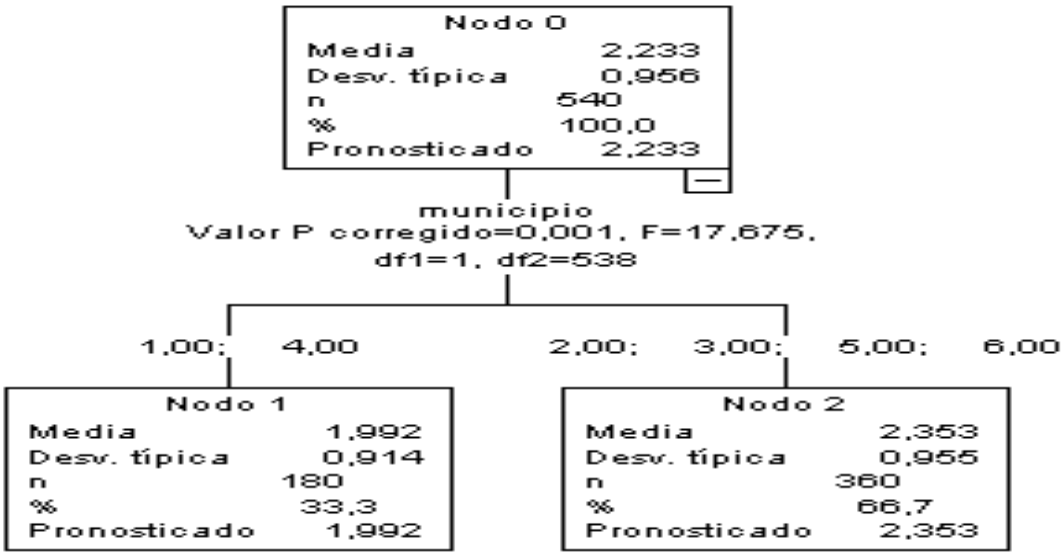


Figura 61. Clasificación automática por municipio para la población de las parcelas agroecológicas del proyecto Plantar en el mes de noviembre 2018

1- Arboledas	2-Convención	3-La Esperanza	4-La Playa	5-Mutiscua	6-Ocaña

La clasificación automática por municipio en el mes de febrero 2019 por el método de árbol para la población de las parcelas agroecológicas del proyecto Plantar permitió agrupar a los municipios Mutiscua y Ocaña en un mismo nodo con valores poblacionales más altos en sus parcelas, Arboledas se separó en una rama con valores poblacionales intermedios, mientras que en un tercer nodo quedaron los municipios La Esperanza, Convención, y la Playa con porcentajes poblacionales menores. Estos resultados tienen cierta similitud con los del ANOVA donde La Playa, La Esperanza, Convención resultaron tener diferencia estadística con Mutiscua, municipio que fue seguido estadísticamente por Ocaña, y después por Arboledas (Figura 51)

Figura 62. Clasificación automática por municipios para la población de las parcelas agroecológicas del proyecto Plantar en el mes de febrero 2019.

1-Arboledas	2-Convención	3-La Esperanza	4-La Playa	5-Mutiscua	6-Ocaña

La explicación de esta situación se explica por una buena respuesta de los cultivos semiperenes y forestales de modelos agroecológicos en Ocaña y Arboledas que ya no tenían cultivos transitorios comparables con los modelos de Mutiscua que tenía transitorios como tomate de árbol (frutal de ciclo de 3 años) y los cultivos de zanahoria y maíz que bajo las condiciones de clima más frio alargaron su ciclo.

La clasificación automática por el método de árbol para los modelos agroecológicos en el mes de noviembre 2018 permitió agruparlos en tres nodos para la población de las parcelas agroecológicas en los 18 modelos del proyecto Plantar (Figura 50). Los modelos de mayores niveles poblacionales en noviembre 2018 fueron CE-C-P Convención y AB-C-P La Esperanza, aunque no difirieron de estos estadísticamente, AL-CI-Z Mutiscua, AL-Mo-TA Mutiscua, NC-C-P Ocaña, o sea, que se incluyeron aquí como modelos exitosos los tres modelos que contienen cacao y plátano independiente del forestal y del municipio y dos de Mutiscua el de mora y tomate de árbol y el de ciruelo zanahoria.

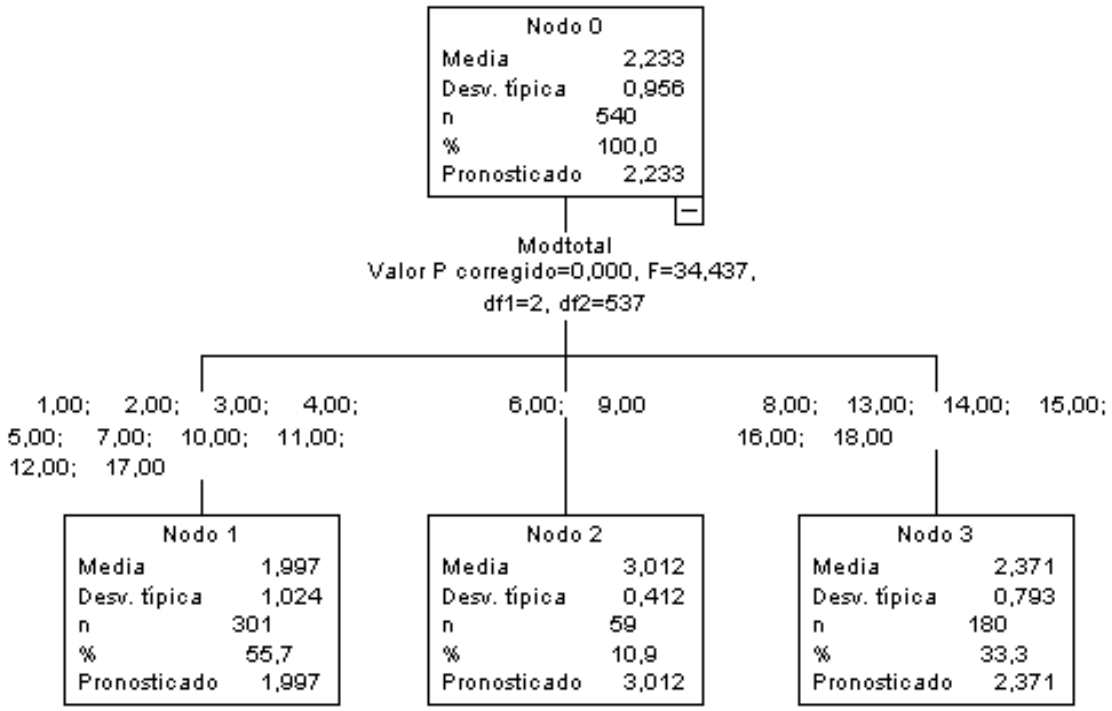


Figura 63. Clasificación automática para la población de las parcelas del proyecto Plantar por modelo en el mes de noviembre 2018

1	CE-L-M Arboledas	7	AB-A-M-F La Esperanza	13	AL-CI-M Mutiscua
2	CE-A-M Arboledas	8	AB-L-M La Esperanza	14	AL-CI-Z Mutiscua
3	CE-A-F Arboledas	9	AB-C-P La Esperanza	15	AL-Mo-TA Mutiscua
4	CE-L-M Convención	10	R-A-F La Playa	16	NC-A-M Ocaña
5	CE-A-M/F Convención	11	R-A-M La Playa	17	NC-A-F Ocaña
6	CE-C-P Convención	12	R-B-M La Playa	18	NC-C-P Ocaña

La clasificación automática por el método de árbol para los 18 modelos agroecológicos del Proyecto en el mes de febrero 2019 permitió agruparlos en cuatro nodos según la población de las parcelas (Figura 51). En un nodo se ubicaron los tres modelos de Mutiscua y el modelo de NC-C-P de Ocaña con mayores medias de población. En otro nodo se ubicaron con medias ligeramente altas los otros dos modelos de Ocaña NC-A-M y NC-A-F, así como el modelo cedro-cacao-plátano de Convención y el Abarco -cacao-plátano de La Esperanza. En un tercer nodo se ubicaron los tres modelos de Arboledas y los modelos roble aguacate - frijol y roble brevo-maíz de la Playa. En un cuarto nodo se ubicaron el resto de los modelos.

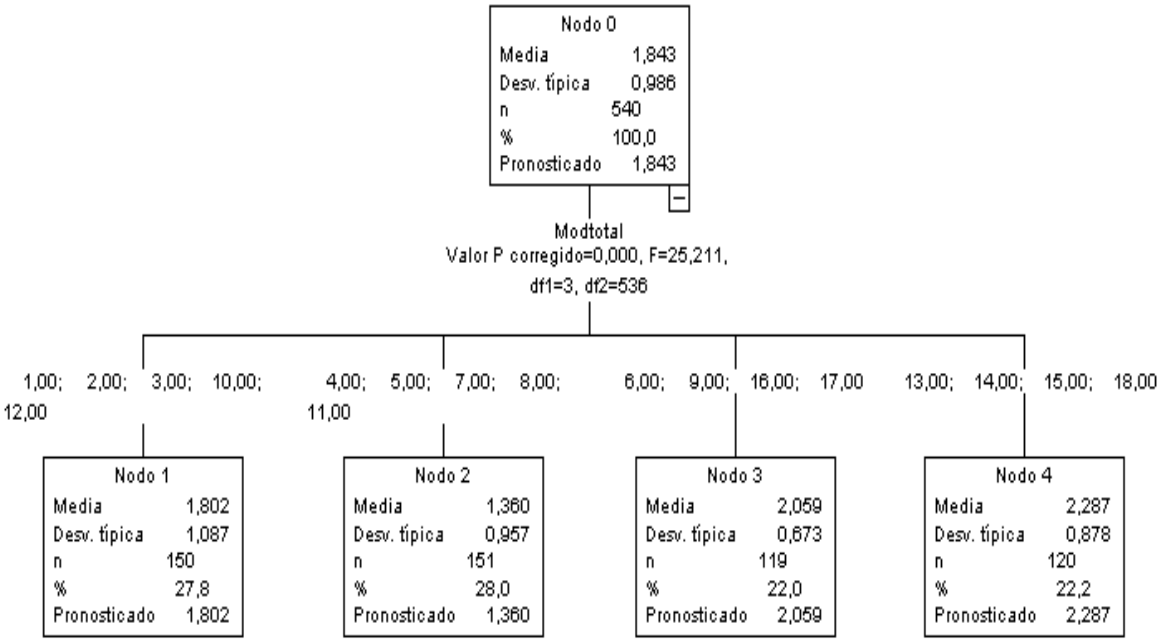


Figura 64. Clasificación automática para la población de las parcelas del proyecto Plantar por modelo en el mes de febrero 2019.

1	CE-L-M Arboledas	7	AB-A-M-F La Esperanza	13	AL-CI-M Mutiscua
2	CE-A-M Arboledas	8	AB-L-M La Esperanza	14	AL-CI-Z Mutiscua
3	CE-A-F Arboledas	9	AB-C-P La Esperanza	15	AL-Mo-TA Mutiscua
4	CE-L-M Convención	10	R-A-F La Playa	16	NC-A-M Ocaña
5	CE-A-M/F Convención	11	R-A-M La Playa	17	NC-A-F Ocaña
6	CE-C-P Convención	12	R-B-M La Playa	18	NC-C-P Ocaña

3.4.1.2 Desarrollo de los cultivos por parcela.

A partir de las mediciones de las variables morfométricas en los cultivos y parcelas de los modelos agroecológicos se realizaron comparaciones de estas variables entre los cultivos en las parcelas agroecológicas y parcela testigo por modelo en cada municipio.

Los análisis de varianzas realizados en los 18 modelos agroecológicos de los seis municipios entre los cultivos forestales, semiperennes y transitorios en los meses de febrero, marzo y abril pusieron en evidencia que en ningún caso había diferencias estadísticas entre la parcela testigo y la parcela agroecológica (Anexo 5).

Esto tiene su explicación en que en amabas parcelas de estableció un sistema agroforestal similar y que las diferencias en las dosis de fertilización de materia orgánica y empleo de las micorrizas no fueron suficientes para marcar una diferencia entre estas.

En general los cultivos forestales sufrieron en los sistemas agroforestales debido a que no fueron atendidos con prioridad con el riego y otras labores como los semiperennes en los cuales los agricultores vieron un potencial de ingreso a más corto plazo.

Los cultivos transitorios presentaron problemas con las variedades que no siempre se adaptaron en el primer ciclo. En general en el segundo ciclo las variedades demandadas

por los agricultores tuvieron una mejor respuesta, aunque algunos no sembraron predispuestos por los resultados del primer ciclo u otras situaciones como el abasto de agua.

En Arboledas, el frijol fue el cultivo menos adaptado y en ocasiones el maíz tuvo problemas independientemente de que se sembrara la variedad porva clima medio o la puyita, lo que motivó que el modelo Cedro -Aguacate -maíz fuera el más exitoso, resultado el aguacate un cultivo de muy buen desarrollo.

En Convención el modelo Cedro-Cacao-Plátano, se comportó muy bien, aunque el Cedro-Limón- Maíz fue exitoso sobre todo por el limón, los cultivos tuvieron en general buen desarrollo, pero el maíz y el plátano no siempre manifestaron buen nivel poblacional En el caso del maíz variedad singenta en el segundo ciclo resultó mejor que el maíz puyita del primero.

En La Esperanza el modelo Abarco-Cacao-Plátano se comportó muy bien y también se consideró exitoso el modelo Abarco- Limón- Maíz, con bastante buen desarrollo y aunque el maíz tuvo problemas en el primer ciclo, las variedades regionales mostraron mejor adaptabilidad en el segundo ciclo como el maíz variedad salasareño.

En la Playa los modelos se comportaron con bastante desarrollo y aunque el maíz tuvo dificultades en el primer ciclo en el segundo maíz zynko mostró más adaptabilidad, considerándose más exitosos los modelos Roble-Brevo-Maíz y Roble-Aguacate-Frijol.

En Mutiscua, el maíz cimijaca clima frío, no en todas las fincas del modelo 1 mostraron buena germinación y desarrollo por lo que, aunque el ciruelo demostró gran adaptabilidad (porcentajes de población muy altos y buen desarrollo) en esas condiciones agroclimáticas, los modelos más exitosos en general fueron los del Aliso-Ciruelo-Zanahoria y Aliso-Mora-Tomate de árbol,

En Ocaña lo cultivos transitorios presentaron problemas en el primer ciclo incluyendo el plátano dominico, pero mejoraron con la resiembra y con el empleo de variedades regionales de frijol (saragoza) y maíz (zynko) considerándose finalmente como más exitosos los modelos Nogal Cafetero-Cacao-Plátano y Nogal Cafetero-Aguacate-Frijol. El aguacate choquette fue una variedad de mucha adaptación bajo estas condiciones.

3.4.2 Incidencia y dinámica de las plagas y enfermedades, correlación con datos meteorológicos.

A continuación, se expone de forma resumida la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos de los modelos agroecológicos por municipio

Arboledas

Modelo Agroecológico Cedro-Limón-Maíz

En el modelo agroecológico Cedro-Limón-Maíz no se presentaron enfermedades, la presencia de plagas se evidenció en el cultivo de limón, mientras que en el maíz no hubo ninguna presencia, tanto para la parcela testigo como para la agroecológica. Solo dos agentes fitosanitarios que se identificaron el minador y la arañita tejedora (Tabla 112).

Tabla 138. Presencia de plagas y enfermedades en el modelo 1 por cultivo del municipio de Arboledas

Incidencia de agentes nocivos					
Cultivos / parcela testigo			Cultivos/Parcela agroecológica		
Cedro	Limón	Maíz	Cedro	Limón	Maíz
	Minador (*Phyllocnistis citrella*)			Arañita tejedora *(Tetranychus)*	
	Arañita tejedora *(Tetranychus* sp)				

Fuente: Elaboración propia.

El minador que atacó el cultivo de limón con un promedio de 5% de plantas afectadas tanto en la parcela testigo como en la agroecológica. Por su parte, la arañita tejedora presentó niveles muy bajos en el cultivo de limón.

Modelo Agroecológico Cedro-Aguacate-Maíz

A diferencia del primero modelo, en Cedro-Aguacate-Maíz, el cultivo de cedro tuvo presencia de varias plagas: lorito verde, arañita tejedora y pulgón en las dos parcelas, al igual que el cultivo de aguacate. En el maíz, como cultivo transitorio, se presentó cogollero en ambas parcelas. En este modelo no hubo presencia de enfermedades (Tabla 113).

Tabla 139. Presencia de plagas y enfermedades en el modelo 2 por cultivo del municipio de Arboledas

Incidencia de agentes nocivos					
Cultivos / parcela testigo			Cultivos/Parcela agroecológica		
Cedro	Aguacate	Maíz	Cedro	Aguacate	Maíz
Lorito Verde (*Empoasca spp*	Lorito Verde (*Empoasca spp*	Cogollero (Spodoptera frugiperda)	Lorito Verde (*Empoasca spp*	Lorito Verde (*Empoasca spp*	Cogollero (Spodoptera frugiperda)
Arañita tejedora *(Tetranychus* spp*)*	Arañita tejedora *(Tetranychus* spp*)*		Arañita tejedora *(Tetranychus* spp*)*	Arañita tejedora *(Tetranychus* spp*)*	
Pulgón (*Myzus persicae*)	Pulgón (*Myzus persicae*)		Pulgón (*Myzus persicae*)	Pulgón (*Myzus persicae*)	

Fuente: Elaboración propia.

El cogollero del maíz fue una plaga de importancia en el cultivo, pero no sobrepasó el 18 % de incidencia y en las primeras etapas de desarrollo no teniendo mayores consecuencias en el comportamiento del maíz.

El lorito verde, los pulgones y el minador tanto en el cedro como el limón no sobrepasaron el 5% de incidencia a pesar que el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA (2012), reporta al minador *Phyllocnistis citrella* como un insecto de importancia económica para los cítricos. El daño de lorito verde se manifiesta mayormente en épocas secas y cálidas y la situación se agrava cuando la humedad del suelo es insuficiente (CIAT, 1980). Aunque los pulgones estuvieron con muy baja incidencia hay que seguirlos observando y manejando ya que sus ninfas y adultos causan deformaciones de las hojas, clorosis, marchitamiento, debilidad y muerte de las plantas y transmiten algunas enfermedades virosas (ICA, 2012).

Modelos Agroecológico Cedro-Aguacate-Frijol

En el modelo 3 Cedro- Aguacate-Frijol no hubo informe de plagas y enfermedades, siendo muy favorable su situación en este aspecto.

Convención

Modelo Cedro-Limon Tahiti -Maiz Puyita (CE-L-M.

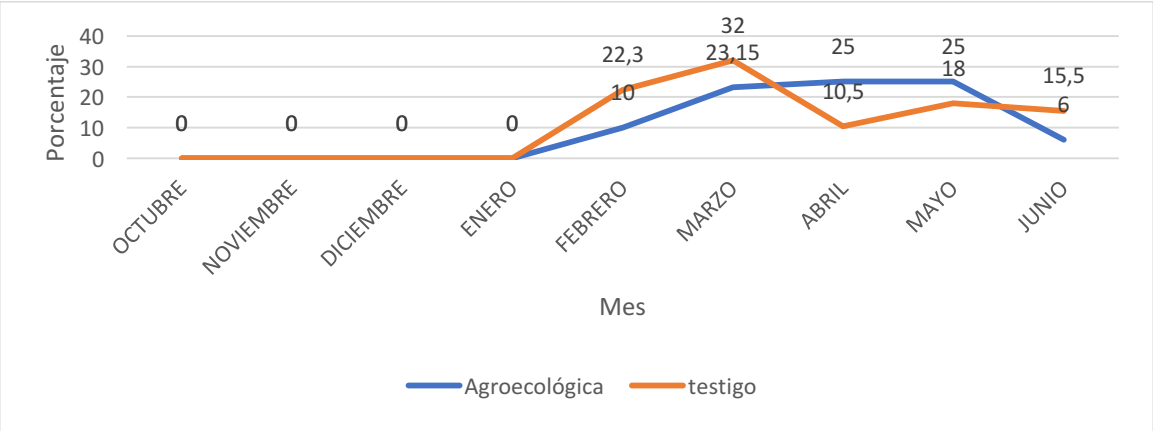
En el modelo Cedro-Limon Tahiti -Maiz Puyita (CE-L-M), el cedro no presentó plagas y enfermedades en la parcela agroecológica mientras que en la parcela testigo se reportó la presencia de hormiga arriera (*Atta* sp.). En el cultivo del limón Tahití también se detectó presencia de hormiga arriera (*Atta* sp.) y una escama sin identificar tanto en la parcela agroecológica y testigo. En el cultivo transitorio maíz puyita (M) se detectó presencia del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) tanto en la parcela agroecológica como en la testigo. En general se observó como la plaga más importante en general fue la hormiga arriera (Tabla 114).

Tabla 140. Presencia de plagas y enfermedades por cultivo en las fincas del modelo Cedro, Limón tahiti, Maiz puyita del municipio convención, Norte de Santander.

Cultivos/Parcela agroecológica			Cultivos/Parcela testigo		
Cedro	Limón Tahití	Maíz Puyita	Cedro	Limón Tahití	Maíz Puyita
	Hormiga arriera (*Atta* sp.)	Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)	Hormiga arriera (*Atta* sp.)	Hormiga arriera (*Atta* sp.)	Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)
	Escama			Escama	Ninguna

Fuente: Elaboración propia.

Los mayores niveles de incidencia, lo presentó la hormiga arriera (*Atta* sp.*)* como plaga en la parcela testigo de cedro con una incidencia del 17% y ente 25,47% y 32% en el limón (Figura 54). En resto de las plagas en cedro y limón no sobrepasaron el 8 % de incidencia.



Fuente: Elaboración propia.
Figura 65. Dinámica Poblacional de *Atta* spp. en el cultivo de Limón Taití del modelo Agroecológico Cedro- Limón- Maíz

El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* se presentó en el cultivo transitorio maíz puyita en la parcela agroecológica con una incidencia de 28% y en la parcela testigo de 22%.

Modelo agroecológico Cedro-Aguacate-Maiz/Frijol (CE-A-M/F)

En el modelo agroecológico Cedro-Aguacate-Maiz/Frijol (CE-A-M/F), se detectó en el cedro el Gusano taladrador (*Hypsipyla grandella*) en las parcelas agroecológica y testigo y la pudrición de raíz (*Fusarium* sp.) solo en la parcela testigo. En el Aguacate choquette se detectó a hormiga arriera (*Atta* sp.) y *Phytophthora* spp. tanto en la parcela testigo como agroecológica mientras que la pudrición de *raíz (Fusarium* sp.) solo se presentó en la parcela agroecológica. Para el cultivo transitorio Maíz puyita solo se informó se detectó el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).en las dos parcelas (Tabla115).

Tabla 141. Presencia de plagas y enfermedades por cultivo en las fincas del modelo Cedro, Aguacate choquette, Maíz puyita/Frijol rosado del municipio Convención, Norte de Santander.

Cultivos/parcela agroecológica			Cultivos/parcela testigo		
Cedro	Aguacate choquette	Maíz puyita/Frijol	Cedro	Aguacate choquette	Maíz puyita/Frijol
Gusano cogollero (*Hypsipyla grandella*)	*Phytophthora*	Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)	Gusano cogollero (*Hypsipyla grandella*)	*Phytophthora*	Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)
Pudrición de raíz (*Fusarium* sp.)	Pudrición de raíz (*Fusarium* sp.)			Hormiga Arriera (*Atta* sp.)	
	Hormiga Arriera (*Atta* sp.)				

Fuente: Elaboración propia.

En las parcelas del sistema forestal de cedro (CE) agroecológica y testigo se presentaron casos de Gusano cogollero (*Hypsipyla grandella*) con incidencia de 30%

El gusano cogollero se presentó en el sistema transitorio maíz/frijol con una incidencia de 64%, en la parcela testigo con una incidencia de 42%, siendo estos valores importantes, aunque la presencia de la plaga solo fue en los primeros 30 días del cultivo.

La Hormiga Arriera (*Atta sp*) de igual forma se presentó con una incidencia del 13% para la parcela agroecológica y 9,8% en la parcela testigo

Phytophthora spp., alcanzó una incidencia de 71 y 92 % en diciembre y mayo en la parcela agroecológica de aguacate y 15% de incidencia en abril en la parcela testigo. Para el manejo de esta enfermedad se realizaron tanto mediadas alternativas como ceniza y cal para subir el pH, la aplicación de pasta bordelesa y podas cuando se presentaban chancros en los tallos, así como aplicaciones de fungicidas sistémicos, lo que permitió disminuir la incidencia de la enfermedad a cero en el mes de junio (Figura 55).

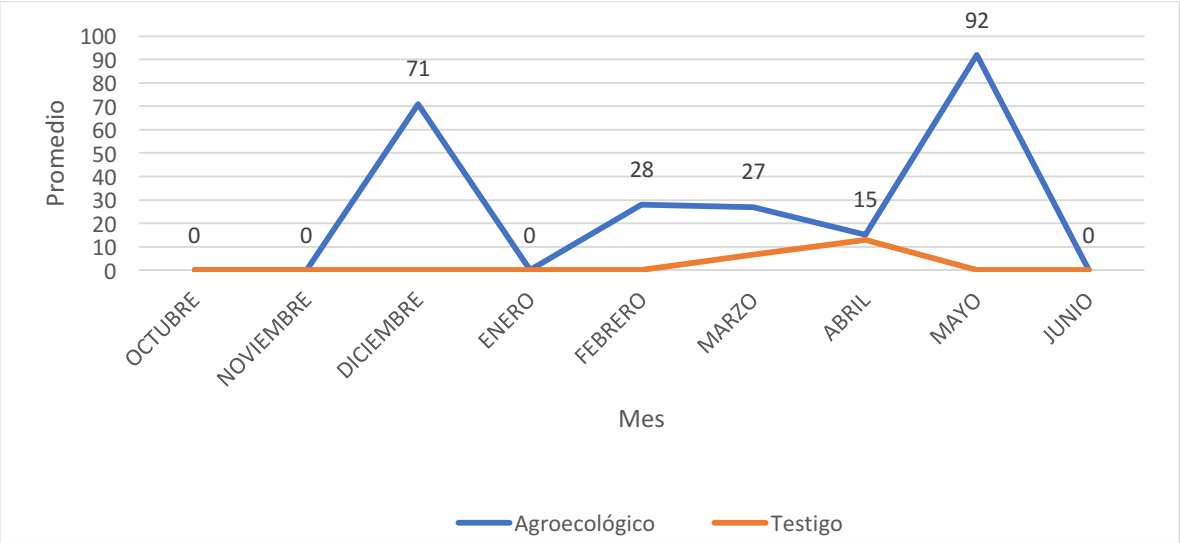


Figura 66. Dinámica Poblacional de *Phytophthora cinnamomi* var. en el cultivo de aguacate del modelo Agroecológico cedro-aguacate choquette-maiz puyita/frijol rosado
Fuente: Elaboración propia.

Por último, la pudrición de la raíz del aguacate (*Fusarium* sp.) se presentó solamente en el sistema de cedro en la parcela agroecológica con más baja incidencia de 50%.

Modelo agroecológico Cedro, Cacao, Plátano (CE-C-P)

En el modelo agroecológico Cedro-Cacao-Plátano hartón (CE-C-P). el cultivo forestal (CE) no presento ningún agente nocivo. El en cacao hicieron presencia en ambas parcelas la hormiga arriera y el gusano comedor de follaje, mientras que en la agroecológica se adicionó el falso medidor y en la testigo el gusano cogollero, el taladrador del tallo y *Phytophthora* spp. En el plátano estuvieron presentes las plagas la cochinilla blanca o

platanera *(Dismycoccus grassii),* la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) y la pudrición por *Erwinia* en ambas parcelas, sin embargo, en la parcela testigo además afectó *el picudo negro (Cosmopolites sordidus)* (Tabla 116).

Tabla 142. Presencia de plagas y enfermedades en el modelo agroecológico Cedro, Cacao, Plátano hartón. (CE-C-P).

Cultivos/parcela agroecológica			Cultivos/parcela testigo		
Cedro	Cacao	Plátano	Cedro	Cacao	Plátano
	Hormiga Arriera (*Atta* sp.*)*	*Sigatoka*		Hormiga Arriera (*Atta* sp.*)*	Sigatoka
	Gusano falso medidor (*Trichoplusia ni*)	*Erwinia* spp		Gusano Cogollero	Picudo negro
	Grillo comedor de follaje	Cochinilla blanca *(Dsmycoccus grassii)*		*Phytophthora*	Cochinilla blanca *(Dysmicoccus grassii)*
				Grillo comedor de follaje	Erwinia en tallo
				Gusano comedor del follaje	*Erwinia* spp.
				Taladrador del tronco	

Fuente: Elaboración propia.

El modelo agroecológico CE-C-P aunque presentó la incidencia de varias plagas, los niveles de ataque fueron nulos para el cedro y generalmente para el cacao, incluso la hormiga arriera que no se vio atacando el cedro y no sobrepasó en cacao el 11% de incidencia. La presencia de *Phytophthora* con un valor de incidencia del 10 % es una patología a tener en cuenta a futuro por las afectaciones que puede ocasionar a las mazorcas y para la cual hay que establecer medicas agronómicas de manejo de etapas tempranas del cultivo.

Con relación, al cultivo transitorio (plátano) se inforimaron para sigatoka negra, *Erwinia* spp. y cochinilla blanca valores máximos de incidencia de 53,2 %, 17,37 5 y 15 %, respectivamente en la parcela testigo y valores máximos de incidencia de 59 %, 14,12 % y 4 %, para la sigatoka, *Erwini*a spp y *Erwinia* en tallo, respectivamente en la parcela agroecológica, que no causaron problemas serios, comportándose el clon Hartón bastante adaptable a estas condiciones.

Con relación, al picudo negro en la parcela testigo se informó una incidencia baja solo del 17 %, este agente que es plaga común en todos los platanales y para la cual existe vasta experiencia para su manejo (ICA, 2003), incluso se incluyen varios medios biológicos que fueron manejados dentro del proyecto por los agricultores.

Esperanza

Modelo Agroecológico 1 (Abarco-Aguacate-Maíz)

El abarco presentó *Phytophthora* sp. en la parcela testigo y pudrición de la raíz por *Fusarium* sp en la parcela agroecológica. El aguacate presentó *Phytophthora* sp en ambas parcelas y pudrición raíz por *Fusarium* sp y en la parcela testigo. La hormiga arriera *Atta* sp., hizo presencia en los cultivos de maíz y aguacate mientras que el gusano cogollero estuvo presente en el maíz de ambas parcela del modelo agroecológico (Tabla 117).

Tabla 143. Presencia de plagas y enfermedades en el Modelo 1 abarco-aguacate-maíz, por cultivo en el municipio La Esperanza

Presencia de agentes nocivos					
Cultivos/Parcela testigo			Cultivos/Parcela agroecológica		
Abarco	Aguacate	Maíz	Abarco	Aguacate	Maíz
Phytophthora sp.	Hormiga arriera (*Atta* sp.)	Cogollero *Spodoptera frugiperda*	Pudrición raíz *Fusarium* sp	*Phytophthora* sp.	Hormiga arriera (*Atta* sp.)
	Phytophthora sp.		.		Cogollero *Spodoptera frugiperda*

Fuente: Elaboración propia.

Modelo Agroecológico 2 (Abarco-Limón -Maiz)

El abarco presentó pudrición de la raíz por *Fusarium* sp. tanto en la parcela testigo como en la parcela agroecológica, así como ataque de hormigas arriera en la parcela agroecológica y otra morfotipo de hormiga en la testigo. La hormiga arriera fue plaga común del limón y del maíz tanto en la parcela agroecológica como la testigo. El gusano cogollero curiosamente no se registró en los cultivos de maíz en este Modelo Agroecológico. Otros insectos que se presentaron en menor número en el cultivo de limón fueron los Trips *Selenotrips* sp., en ambas parcelas) y el minador hoja *Phyllocnistis citrella* en la parcela testigo (Tabla 118).

Tabla 144. Presencia de plagas y enfermedades en el Modelo 2 abarco-limón-maíz, por cultivo en el municipio La Esperanza

Presencia de agentes nocivos					
Cultivos/Parcela testigo			Cultivos/Parcela agroecológica		
Abarco	Limón	Maíz	Abarco	Limón	Maíz
Hormiga Formicidae	Hormiga arriera (*Atta* sp.)	Hormiga arriera (*Atta* sp.)	Hormiga arriera (*Atta* sp.)	Hormiga arriera (*Atta* sp.)	Hormiga arriera (*Atta* sp.)
Pudrición raíz *Fusarium* sp.	Trips *Selenotrips* sp.		Pudrición raíz *Fusarium* sp.	Trips *Selenotrips* sp	

	Minador hoja *Phyllocnistis citrella*			.	

Fuente: Elaboración propia.

Modelo Agroecológico 3 (Abarco-Cacao-Plátano)

El abarco presentó pudrición de la raíz por *Fusarium* sp. tanto en la parcela testigo como en la parcela agroecológica, mientras que el cacao presentó *Phytophthora* sp. y pudrición de la raíz por *Fusarium* sp en ambas parcelas. Se registraron los insectos, picudos del plátano *Cosmopilites sordidus* y *el* gusano tornillo *Castniomera humboldti,* en los cultivos de plátano en ambas parcelas. La cochinilla blanca *Pseudococcus* sp., se presentó solamente en el cultivo de plátano de la parcela testigo (Tabla 119).

Tabla 145. Presencia de plagas y enfermedades en el Modelo 3 abarco-cacao-plátano, por cultivo en el municipio La Esperanza.

Presencia de agentes nocivos					
Cultivos/Parcela testigo			Cultivos/Parcela agroecológica		
Abarco	Cacao	Plátano	Abarco	Cacao	Plátano
Pudrición raíz *Fusarium* sp	*Phytophthora* sp.	Picudo plátano *Cosmopilites sordidus*	Pudrición raíz *Fusarium* sp.	*Phytophthora* sp.	Picudo plátano *Cosmopilites sordidus*
	Pudrición raíz *Fusarium* sp.	Gusano tornillo *Castniomera humboldti*		Pudrición raíz *Fusarium* sp.	Gusano tornillo *Castniomera humboldti*
.		Cochinilla blanca *Pseudococcus* sp.			Pudrición raíz *Fusarium* sp
		Pudrición raíz *Fusarium* sp.			
		Erwinia sp.			

Fuente: Elaboración propia.

La hormiga arriera *Atta* sp., se presentó en los tres Modelos, pero su ataque fue más fuerte en el Modelo 2, en las parcelas testigo en los cultivos de limón y maíz, y en los cultivos abarco, limón y maíz de la parcela agroecológica, siendo sus ataques más severos en los cultivos de limón de la parcela testigo y en la parcela agroecológica, lo que concuerda con la literatura científica sobre la preferencia del insecto por esta planta. Un análisis de la dinámica de *Atta* sp., en el limón del modelo agroecológico A-L-M, muestra la permanencia de este insecto haciendo daños durante los meses de febrero a junio con diferentes niveles de incidencia a pesar de las medidas implementadas (Figura 56).

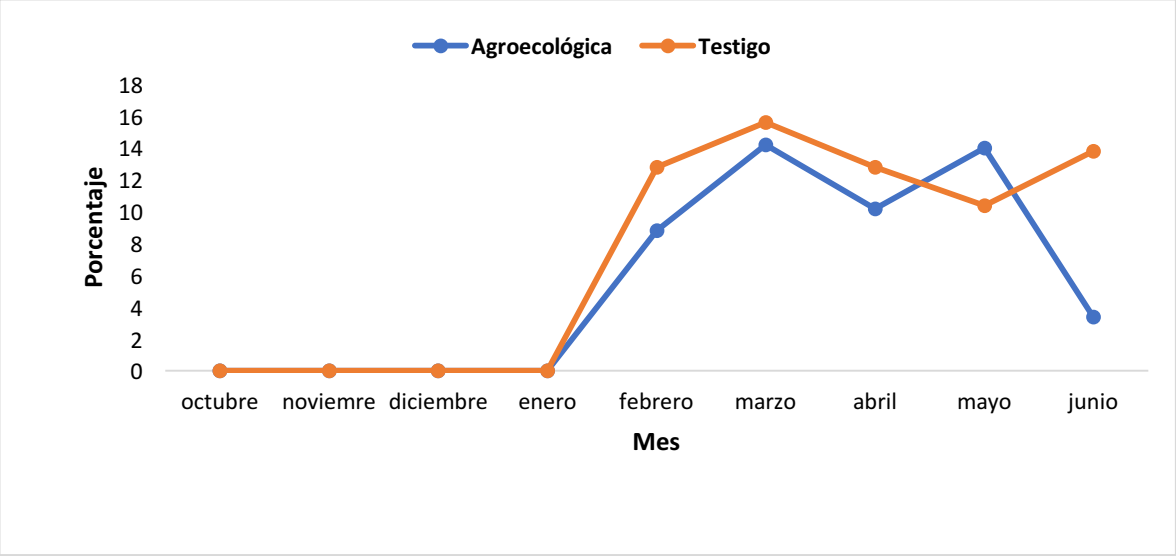


Figura 67. Incidencia de *Atta* sp., en el cultivo de limón del Modelo Agroecológico Abarco-Limón-Maíz.
Fuente: Elaboración propia.

Aunque el hongo fitopatógeno *Phytophthora cinnamomi* var. *cinnamomi,* se presentó en el Modelo Agroecologico 1 (Abarco-Aguacate-Maíz) en el cultivo de aguacate en ambas parcelas, la agroecológica y la testigo, manifestó bajos niveles de incidencia con una tendencia a las disminución como consecuencia de las medidas de manejo y control implementadas (Figura 57).

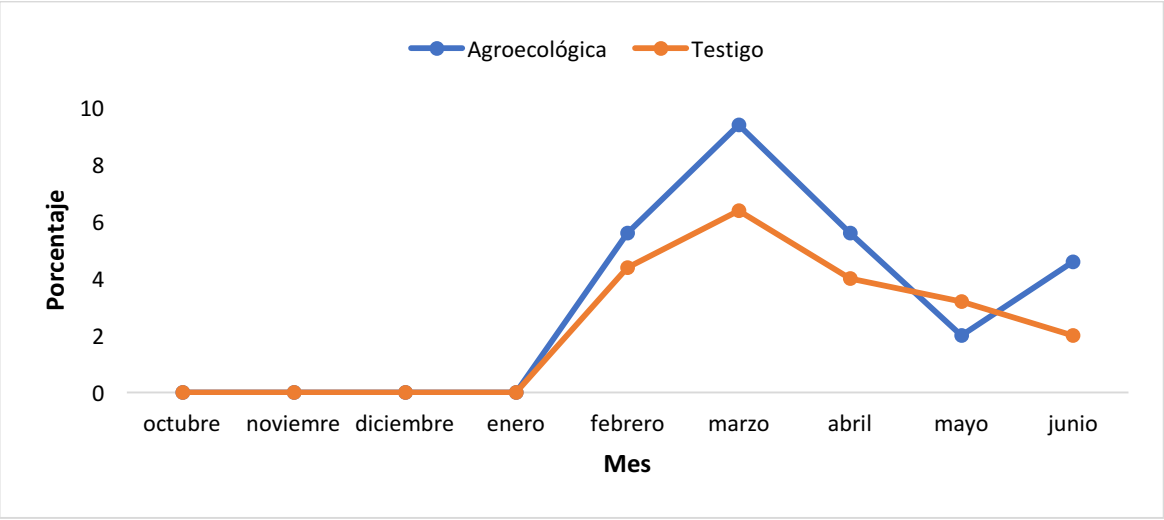


Figura 68. . Dinámica Poblacional de *Phytophthora cinnamomi* var. *cinnamomi*, en el cultivo de aguacate del Modelo Agroecológico 1 Abarco-Aguacate-Maíz.
Fuente: Elaboración propia.

El fitopatógeno *Fusarium* sp., se registró en el cultivo de plátano en ambas parcelas la testigo y la agroecológica, siendo mayor su incidencia en el plátano de la parcela

experimental, pero con una tendencia a la erradicarse en ambas parcelas en el mes de junio a partir de las medidas de manejo adoptadas (Figura 58).

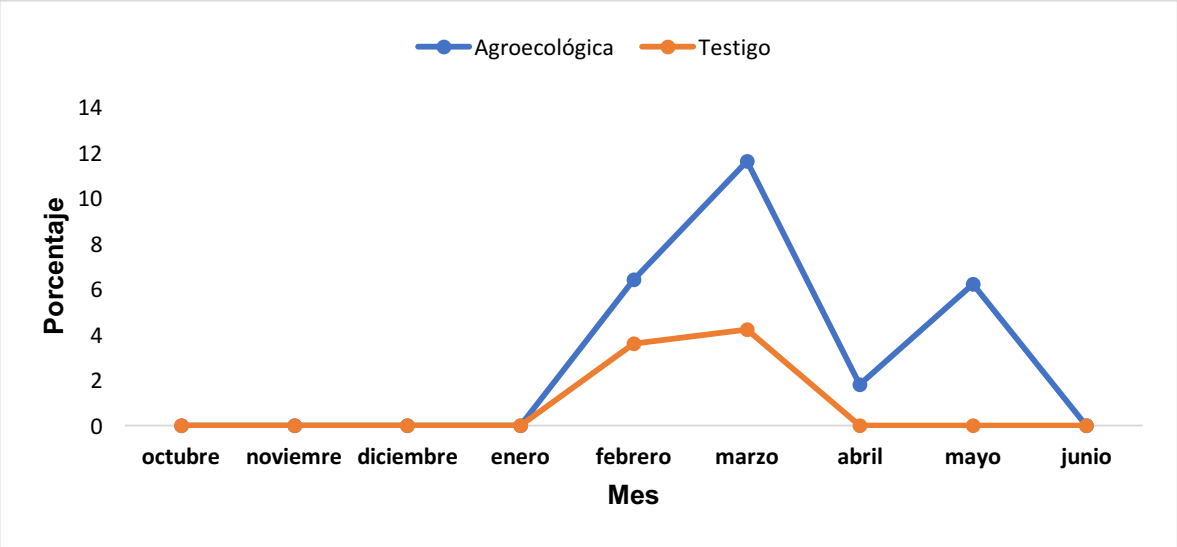


Figura 69. Dinámica Poblacional de *Fusarium* sp., en el cultivo del plátano del Modelo Agroecológico 3 Abarco-Cacao-Platáno.
Fuente: Elaboración propia.

La Playa

Modelo Agroecológico Roble- Aguacate- Frijol

La incidencia de plagas y enfermedades se evidenció en los cultivos de aguacate y fríjol, mientras que en el forestal no hubo ninguna presencia, tanto para la parcela testigo como para la agroecológica. Las principales plagas que se identificaron fueron la hormiga arriera *Atta* sp. para el caso del aguacate y la babosa para el caso del fríjol (Tabla 120).

Tabla 146. Presencia de plagas y enfermedades en el modelo roble aguacate frijol por cultivo del municipio La Playa

Incidencia de agentes nocivos (%)					
Cultivos / parcela testigo			Cultivos/Parcela agroecológica		
Roble	Aguacate	Fríjol	Roble	Aguacate	Fríjol
	Hormiga arriera (*Atta*)	Babosa (*Limaco*)		Hormiga arriera (*Atta*)	
Incidencia de biorreguladores (%)					
	Mariquita (*Coccinellidae*)			Mariquita (*Coccinellidae*)	

Fuente: Elaboración propia.

También se presentaron biocontroladores como las mariquitas (*Coleoptera:Coccinelidae*) que aunque no se informaron las especies pudieron estar haciendo su efecto benéfico en ácaros e insectos plagas del frijol, que no pudieron no ser observadas por los técnicos de campo por estar en bajas poblaciones.

En general los porcentajes de incidencia fueron bajas para todas las plagas y enfermedades con algo más de relevancia para la hormiga arriera que alcanzó en aguacate alrededor de un 25 % de incidencia en el mes de noviembre tanto en la parcela testigo como en la agroecológica y la babosa en frijol de la parcela agroecológica con 50 %de incidencia, pero con baja intensidad del daño.

Modelo Agroecológico Roble- Aguacate- Maiz

En el cultivo de aguacate en la parcela testigo se presentó el mildiu polvoso y en el maíz se presentó cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y la roya (*Puccinia graminis*), mientras que, en la parcela agroecológica, hubo presencia del mildiu polvoso y hormiga arriera en aguacate y el cogollero y el falso medidor en maíz. En el forestal no se informó presencia de plagas en ninguna de las dos parcelas, pero a diferencia del primer modelo, se presentó un biorregulador: mariquita, específicamente en la parcela testigo (Tabla 121).

Tabla 147. Presencia de plagas y enfermedades en el modelo roble – aguacate – maíz por cultivo del municipio La Playa

Incidencia de agentes nocivos					
Cultivos / parcela testigo			Cultivos/Parcela agroecológica		
Roble	aguacate	Maíz	Roble	Aguacate	Maíz
	Mildio polvoso (*Erysiphe polygoni*)	Cogollero (*Spodoptera frugiperda*)		Mildio polvoso (*Erysiphe polygoni*)	Cogollero (*Spodoptera frugiperda*))
		Roya (*Puccinia graminis*)		Hormiga arriera (*Atta*)	Falso medidor (*Trichoplusia ni*)
Incidencia de biorreguladores					
Mariquita (Coccinellidae)	Mariquita (*Coccinellidae*)			Mariquita (*Coccinellidae*)	

Fuente: Elaboración propia.

La presencia en el cultivo forestal y el aguacate la presencia de un biorregulador de la familia Coccinellidae, específicamente en la parcela testigo, así como en el aguacate de la parcela agroecológica es un aspecto muy favorable para este proyecto agroecológico. Estos biocontroladores pueden comer huevos de lepidópteros como los de *Spodoptera frugiperda ,* que aunque presentes en el maíz no sobrepasaron el 35 y 45 % de incidencia en la parcela testigo y agroecológica respectivamente.

Los niveles de incidencia de los otros agentes fitosanitarios en general fueron baja. El mildio polvoso en aguacate no sobrepasó el 12 % de incidencia y A*tta* sp. no sobrepasó el 24 %.

Modelo Agroecológico Roble- Brevo- Maíz

En el tercer modelo roble-brevo-maíz, hubo baja incidencia de plagas y enfermedades ya que solo se presentó en el brevo la roya (*Phakospora nishidiana*) y el cogollero en el maíz

Spodoptera frugiperda, esto en ambas parcelas, mientras que el roble no tuvo presencia de ningún agento nocivo tanto en la parcela testigo como en la agroecológica (Tabla 122).

Tabla 148. Presencia de plagas y enfermedades en el modelo roble – brevo – maíz por cultivo del municipio La Playa

Incidencia de agentes nocivos (%)					
Cultivos / parcela testigo			Cultivos/Parcela agroecológica		
Roble	Brevo	Maíz	Roble	Brevo	Maíz
	Roya (*Phakospora nishidiana Ito*)	Cogollero (*Spodoptera frugiperda*)		Roya (*Phakospora nishidiana Ito*)	Cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Fuente: Elaboración propia.

La roya en el brevo alcanzó incidencia máxima en las hojas de 44 % en la parcela testigo y 48% en la parcela agroecológica. El cogollero en maíz registro incidencias máximas de 21% en la parcela testigo y 30% en la parcela agroecológica lo que da una idea del bajo nivel de incidencia de las plagas en este modelo agroecológico..

Mutiscua

Modelo agroecológico Aliso-Ciruelo-Maíz

En el modelo agroecológico Aliso-Ciruelo-Maíz se registró la presencia de una plaga que predominó en los tres cultivos tanto en la parcela testigo como la agroecológica, el lorito verde *Empoasca kraemeri*), y aunque en el cultivo ciruelo se registró el mayor porcentaje de incidencia (Tabla 123)

Tabla 149. Presencia de plagas y enfermedades en los cultivos para la parcela testigo y experimental del municipio de Mutiscua.

Incidencia de agentes nocivos					
Cultivos/Parcela agroecológica			Cultivos / parcela testigo		
Aliso	Ciruela	Maíz	Aliso	Ciruela	Maíz
Lorito Verde (*Empoasca kraemeri*)	Lorito Verde (*Empoasca kraemeri*)	Lorito Verde (*Empoasca kraemei*)	Lorito Verde (*Empoasca kraemeri*)	Lorito Verde (*Empoasca kraemeri*)	Lorito Verde (*Empoasca kraemeri*)
	Babosa (Limacidae)	Babosa (Limacidae)		Babosa (Limacidae)	Babosa (Limacidae)

Fuente: Elaboración propia.

Modelo agroecológico Aliso-Ciruelo-Zanahoria

Para el modelo Aliso-Ciruelo-Zanahoria incidieron los pulgones en los cultivos aliso y ciruelo y las babosas en el cultivo zanahoria tanto para la parcela testigo como agroecológica. En general hubo poca diversidad de plagas y con incidencia baja (Tabla 124)

Tabla 150 Presencia de plagas y enfermedades en los cultivos para la parcela testigo y experimental del municipio de Mutiscua.

Aliso	Ciruela	Zanahoria	Aliso	Ciruela	Zanahoria
Pulgón (Aphididae)	Pulgón (Aphididae)	Babosa (Limacidae)	Pulgón (Aphididae)	Pulgón (Aphididae)	Babosa (Limacidae)

Fuente: Elaboración propia.

Modelo agroecológico Aliso-Ciruelo-Zanahoria

Por otra parte, el modelo Aliso-Mora-Tomate de Árbol la plaga con mayor presencia fue la babosa, a la cual atacó los tres cultivos tanto en la parcela testigo como la agroecológica. En el aliso también se presentaron los pulgones en ambas parcelas, pero no sobrepasaron el 10 % de incidencia (Tabla 125). En el tomate de árbol estuvieron presentes también dos enfermedades importantes del cultivo como la el mildio polvoso (*Oidiu*m sp.) y la antracnosis causada por *Colletrotichum gloesporioides*.

Tabla 151. Presencia de plagas y enfermedades en los cultivos para la parcela testigo y experimental del municipio de Mutiscua.

Aliso	Mora	Tomate de Arbol	Aliso	Mora	Tomate de Arbol
Babosa (Limacidae)	Babosa (Limacidae)	Babosa (Limacidae)	Babosa (Limacidae)	Babosa (Limacidae)	Babosa (Limacidae)
Pulgón (Aphididae)		Oídio	Pulgón (Aphididae)		Oídio
		Antracnosis			Antracnosis

Fuente: Equipo científico proyecto Plantar

Este modelo agroecológico tuvo una importante incidencia de babosas. Estas babosas constituyen un complejo de especies que abundan en los climas fríos y húmedos como el de Mutiscua y que, aunque tienen preferencia por algunos cultivos son cosmopolitas. El tomate de árbol fue el cultivo más afectado en su primera etapa, aunque con los tratamientos de Tierra de diatomeas, otros productos alternativos y el babosin se logró mantener las poblaciones a niveles bajos y evitar daños de importancia.

En tomate de árbol el mildio polvoso llegó a alcanzar hasta 50% de incidencia y la antracnosis hasta 25%, esto es un aviso con relación a la atención que hay que prestar a estas dos enfermedades bajo estas condiciones, la primera durante periodos secos y la segunda durante periodos húmedos o lluviosos sobre todo cuando el cultivo crezca y comience la cosecha.

Ocaña

Modelo Agroecológico Nogal Cafetero-Aguacate-Maíz (NC-A-M)

En el modelo agroecológico Nogal Cafetero-Aguacate-Maíz se observó la presencia de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el cultivo de maíz tanto en la parcela agroecológica como la testigo. Adicionalmente, se observó la presencia de la hormiga arriera (*Atta* sp.) en el cultivo de aguacate de la parcela testigo (Tabla 126).

Tabla 152. Presencia de plagas y enfermedades por cultivo en las fincas del modelo 1 Nogal Cafetero-Aguacate-Maíz del municipio Ocaña, Norte de Santander.

Cultivos/parcela agroecológica			Cultivos/parcela testigo		
Nogal cafetero	Aguacate	Maíz	Nogal cafetero	Aguacate	Maíz
na	Ninguna	Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith)	Ninguna	Hormiga arriera (*Atta* sp.) (Hymenoptera: Formicidae)	Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. SMITH)

El nivel de la incidencia máximo del gusano cogollero en la parcela agroecológica fue de 20%, mientras que en la parcela testigo se encontró una incidencia de la hormiga arriera de 24,4%. Mientras tanto, en el cultivo de maíz de la parcela testigo hubo una incidencia de 20%.del gusano cogollero

Modelo 2 Nogal Cafetero-Cacao-Plátano (NC-C-P)

En el modelo agroecológico Nogal Cafetero-Cacao-Plátano (NC-C-P) solamente se evidenció la presencia del picudo del plátano (*Cosmopolites sordidus*) tanto en la parcela agroecológica como la testigo (Tabla 127).

Tabla 153. Presencia de plagas y enfermedades por cultivo en las fincas del modelo 2 Nogal Cafetero-Cacao-Plátano (NC-C-P)

Cultivos/parcela agroecológica			Cultivos/parcela testigo		
Nogal cafetero	Cacao	Plátano	Nogal cafetero	Cacao	Plátano
Ninguna	Ninguna	Picudo del plátano (*Cosmopolites sordidus*)	Ninguna	Ninguna	Picudo del plátano (*Cosmopolites sordidus*)

Fuente: Elaboración propia.

El picudo del plátano es considerado una de las plagas más importantes del banano y plátano en muchos países tropicales y subtropicales. En el país se encuentran el picudo negro de plátano (*Cosmopolites sordidus*) y el picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) y el picudo amarillo (*Metamasius hebetatus*), que ocasionan daños en los cultivos,

generalmente a nivel del seudotallo. Puede generar hasta el 60% de pérdida en peso de racimo (ICA, 2003), aunque están bien establecidas las medidas de manejo.

Modelo 3 Nogal Cafetero-Aguacate-Frijol (NC-A-F)

En el modelo NC-A-F, no se encontró presencia de plagas y enfermedades en el sistema forestal (NC) tanto para la parcela testigo como para la agroecológica. Sin embargo, se reportó la presencia de hormiga arriera (*Atta* sp.; Homoptera: Aphididae) en el cultivo de aguacate (A) en ambos tratamientos. Adicionalmente, se observó incidencia de pulgones o áfidos (*Aphis spiraecola* Patch; Hymenoptera: Aphididae) en la parcela testigo. Por su parte, el cultivo de frijol mostró incidencia de Babosa (*Deroceras reticulatum* Müller) y Roya (*Uromyces phaseoli* var. typica Arth) en ambos tratamientos (Tabla 128).

Tabla 154. Presencia de plagas y enfermedades por cultivo en las fincas del modelo Nogal Cafetero-Aguacate-Frijol del municipio Ocaña, Norte de Santander.

Cultivos/parcela agroecológica			Cultivos/parcela testigo		
Nogal cafetero	Aguacate	Fríjol	Nogal cafetero	Aguacate	Fríjol
	Hormiga arriera (*Atta* sp.) (Hymenoptera: Formicidae)	Babosa (*Deroceras reticulatum* Müller)		Hormiga arriera (*Atta* sp.) (Hymenoptera: Formicidae)	Babosa (*Deroceras reticulatum* Müller)
		Roya *(Uromyces phaseoli* var. typica Arth)		Pulgones (Homoptera: Aphididae) *Aphis spiraecola* Patch *Myzus persicae* (Sulzer) *Myzus ornatus* Laing (Homoptera: Aphididae)	Roya *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger

Fuente: Equipo Investigador Plantar

La hormiga arriera constituyó la principal plaga en el cultivo del aguacate en ambos tratamientos, con una incidencia de 20% en la parcela agroecológico y 23,3% de incidencia en la parcela testigo. Adicionalmente, en la parcela testigo se observó una incidencia de babosas del 20% en el ataque de pulgones. El cultivo de frijol, por su parte, presentó una incidencia de babosas de 22% y en la parcela agroecológica mientras que en la testigo la incidencia fue de 21%. En cuanto al ataque de roya del frijol, en el tratamiento agroecológico se observó 20% de incidencia en el testigo de 26,6%. Todo esto refleja que en este modelo los niveles de plagas no fueron altos.

En los modelos NC-A-F y NC-A-M la mayoría de los ataques de plagas y enfermedades se observaron durante los meses de noviembre y diciembre, con excepción de los pulgones en el cultivo de aguacate cuya incidencia ocurrió en el mes de febrero para la parcela testigo. De igual forma, en esta parcela también se observó la presencia de hormiga arriera durante ese mes. En el modelo NC-C-P la incidencia del picudo se observó durante los meses de diciembre y febrero.

3.5 Validación social de la implementacion de los sistemas agroforestales con los agricultores

Se desarrollaron los seis talleres municipales de validación social y evaluación de impactos con los agricultores. Las FODAs obtenidas por municipios arrojaron siempre mayores fortalezas que debilidades y mayor o igual cantidad de oportunidades que amenazas. Eso permitió cruzar las matrices FODAs para conformar las estrategias municipales. En general se totalizaron 71 fortalezas, 41 oportunidades, 34 debilidades y 34 amenazas verificándose supremacía para las fortalezas y oportunidades dentro el proyecto (Tabla 129), lo cual da una medida de los criterios favorables que dieron los agricultores sobre el proyecto y los modelos agroecológicos.

Tabla 155. Cantidad de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas identificadas en los talleres municipales.

Municipios	Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Arboledas	11	4	4	4
Convención	12	8	8	7
La Esperanza	8	3	5	2
La Playa	14	9	5	6
Mutiscua	15	9	6	8
Ocaña	11	8	6	7
Total	71	41	34	34

Fuente: Elaboración propia

Como resultado se elaboraron participativamente las estrategias y el plan de acción en cada municipio que tuvieron como fundamental proyección la de trazar las pautas pasa garantizar la sostenibilidad de lo alcanzado, buscar nuevas fuentes de financiamiento y formas de asociatividad. Entre las preocupaciones generalizadas quedaron el acompañamiento técnico y la inserción en cadenas de mercado.

En más de un 80 % los beneficiarios de Plantar consideraron que se habían cumplido las expectativas del proyecto y se había logrado un fortalecimiento individual para diseminar los conocimientos aprendidos (Figura 58).

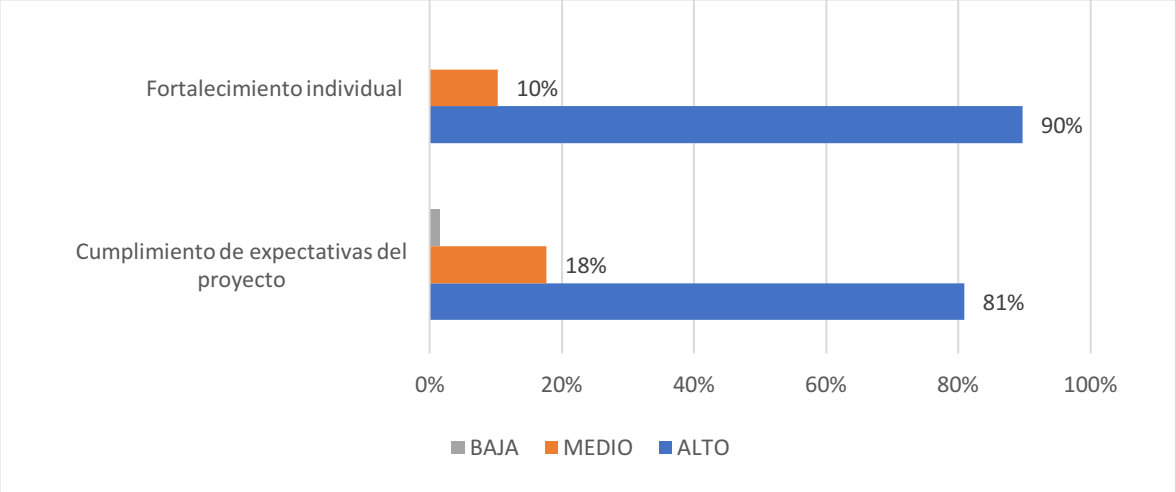


Figura 70. Valoraciones sobre el impacto individual
Fuente: Elaboración propia

El 72 % de los participantes en los talleres no habían tenido experiencias con proyectos similares y en más de un 92 % consideraron que se había mejorado la calidad de vida a nivel personal y familiar luego de la ejecución del proyecto que la comunidad había aumentado las capacidades a través de los procesos de transferencia de conocimiento y asistencia técnica de modo sostenible, que la comunidad había comprendido y compartido las lecciones aprendidas frente al proyecto y que estaban dispuestos a participar en un futuro en nuevos proyectos como plantar (Figura 60).

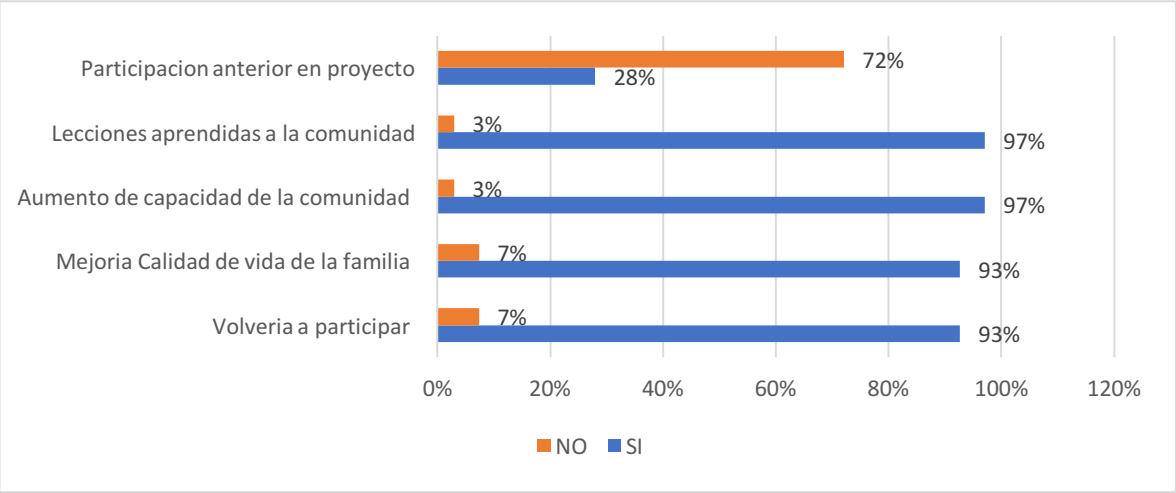


Figura 71. Valoraciones sobre el impacto colectivo
Fuente: Elaboración propia

Mas del 93 % de los beneficiarios calificaron entre bueno y excelente el nivel de organización del proyecto, la calidad de los insumos y el tiempo de ejecución del proyecto (Figuras 61).

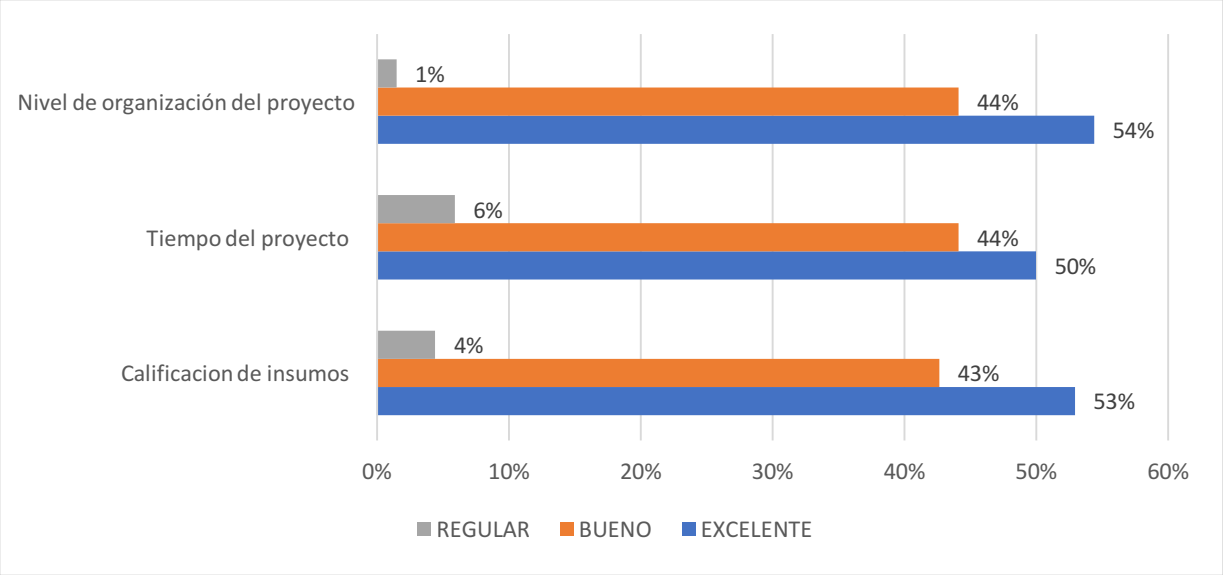


Figura 72. Valoraciones sobre el desarrollo del proyecto
Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la validación social corroboran la validación de los modelos agroecológicos desde el punto de vista agronómico y ambiental, y demuestran los impactos positivos de los sistemas agroforestales en las fincas a pesar de que no todos los modelos fueron totalmente exitosos dadas por el nivel de adaptación de especies y variedades en cada una de las condiciones edafoclimáticas.

La percepción tan favorable de los beneficiarios con respecto a las nuevas tecnologías agroecológicas evaluadas da una medida del impacto social del proyecto que tuvo como iniciativa de trabajar en un intercambio de saberes hacia el logro de una producción agrícola más sostenible de los cultivos promisorios del Norte de Santander con la utilización de las TICs y técnicas de avanzada de agricultura de la precisión como las imágenes multiespectrales para la toma de decisiones de los agricultores.

CONCLUSIONES

1. La mayoría de las familias incorporadas al proyecto Plantar poseen vocación agrícola, el líder es masculino y posen más de 5 años en la finca, habitan 2 personas en casa lote, construida de ladrillo y adobe, con tejas de barro y piso de baldosa y cemento, poseen moto, nevera, televisor, radio y celular y cocinan con leña y gas.

2. Los cinco cultivos principales de los beneficiarios del proyecto Plantar son frijol, caña café, pastos y arracacha, la mayoría no tienen ninguna condición de vulnerabilidad, el ingreso promedio mensual de las familias presenta un ingreso superior al salario mínimo, se destaca. Arboledas por presentar mayor número de agricultores con ingresos más altos mientras que La Esperanza muestra los agricultores con ingresos mensuales más bajos, aunque en general presentan un gasto mensual en el hogar que no supera el salario mínimo mensual, la mayoría afirman no presentar pérdidas en la producción; sin embargo, se observan diferencias estadísticas entre lo observado y lo esperado en las variables medio de transporte y los costos de producción.

3. El nivel del conocimiento sobre agroecología no era alto entre los agricultores del proyecto Plantar, ni similar entre los municipios, ni dentro de estos para los diferentes temas; los mayores problemas de conocimiento se concentraron en los aspectos del manejo integrado de plagas y los biofertilizantes y en particular era muy bajo con relación a la conservación de semilla en Mutiscua y Arboledas, pudiéndose agrupar los municipios con un conocimiento similar o diferenciado sobre determinados temas de la agroecología.

4. En términos generales, las aguas utilizadas para el riego de las fincas cumplen con los parámetros permitidos en la normativa nacional, sin embargo presentaban bastante variabilidad en los parámetros, que reflejaron altos contenidos de sodio en algunas de las fincas, así como en otros casos situaciones con la calidad en las variables relacionadas con los elementos químicos y la dureza que arrojaron diferencia estadística tanto dentro de los modelos de un mismo municipio como para las interacciones modelo x finca dentro de los municipios, como fueron la concentración de Mn, la dureza total, la CE y la RAS.

5. Los territorios abordados en el proyecto variaron en altura y clima y aunque en general el tipo de paisaje predominante era montañoso y de lomerío, se presentaba gran variación en los tipos de suelos, por lo que se trabajó sobre un mosaico de suelos donde la fertilidad y la textura eran variables entre municipios, entre modelos agroecológicos y en ocasiones entre las parcelas del mismo modelo.

6. Los suelos presentaron en general alta variabilidad en las propiedades agroquímicas tanto dentro de los municipios como dentro de los municipios, así como dentro de un mismo modelo agroecológico, en algunas zonas se verificó una fertilidad natural muy baja, y bajo contenido de P y de materia orgánica y pH bajos

mientras que en otras se encontraron valores muy altos de diferentes elementos, probablemente se deba a los residuos de fertilizaciones químicas y encalados realizados, sin tomar en cuenta las necesidades nutricionales de los cultivos ni su disponibilidad en el suelo y que en otros casos como el aluminio y el boro podían se algunos que podían ser tóxicos.

7. La abundancia de ejemplares de la macrofauna del suelo fue alta en general y muy variable entre los municipios, Arboledas sobresalió por sus valores relativos más altos de riqueza específica, diversidad y equidad, aunque La Esperanza y Mutiscua presentaron valores de equidad superior a 2 que es un indicador favorable, la abundancia de ejemplares de la mesofauna del suelo fue muy variable entre los municipios, aunque es favorable para el desarrollo y validación de los modelos agroecológicos del Proyecto Plantar, destacándose en este aspecto Arboledas, mientras que el análisis estadístico para la microfauna del suelo permitió la formación de dos grandes grupos, uno donde se separó el municipio de Arboledas con alta riqueza específica, alta diversidad de especies, y otro grupo con el resto de los municipios.

8. La mayoría de las especies forestales se encontraron creciendo en zonas de arbustivas o bosques secundarios, incluso aisladas en los potreros, variando la riqueza de especies en cada municipio, desde 50 en Convención a 88 en La Esperanza con una abundancia media/ finca que oscilo desde 24,9 individuos en Mutiscua a 40, 26 en Ocaña; el análisis estadístico que tuvo en cuenta los indicadores globales de biodiversidad dividió los municipios en dos grupos, La esperanza con los mejores resultados se separó del resto (alta riqueza específica, diversidad de especies y equidad ligeramente más alta), y dentro de estos, se distinguió a Ocaña por tener resultados superiores.

9. El establecimiento de los modelos agroecológicos impactaron de forma muy diferente sobre las propiedades fisicoquímicas del agua para el riego en las fuentes de abasto de las fincas, en algunos casos aumentaron los valores de las variables o su concentración y otras disminuyeron; entre las que con mayor frecuencia se modificaron significativamente estuvieron el pH, la CIC, la concentración de sulfatos, amonio, nitratos y cloruros, y la de los microelementos hierro, zinc manganeso y boro, en general favoreciendo la calidad de la misma.

10. Las variables agroquímicas no presentaron diferencias entre las parcelas agroecológicas y las testigos en ninguno de los modelos, en ningún municipio, sin embargo, los cultivos establecidos en los sistemas agroforestales impactaron de múltiples formas sobre las variables agroquímicas que inicialmente tenía el suelo, en algunos casos en beneficio de la calidad de este y en otros en deterioro del mismo, estando entre las variables que con más frecuencia variaron significativamente el pH , la CIC, así como los microelementos hierro, boro. manganeso y zinc, y de forma particular disminuyeron significativamente los contenidos de materia orgánica y de carbono orgánico en algunas parcelas dentro de los municipios de La Esperanza (AB-A-M agroecológica), La Playa (R-A-F,

agroecológica y testigo) y Mutiscua (A-C-Z testigo y A-M-TA testigo y agroecológica).

11. El establecimiento de los cultivos en los sistemas agroforestales tuvieron impactos negativos y positivos sobre la biología del suelo, al parecer debido a las heterogeneidad de la cobertura vegetal y del uso de suelo de las parcelas que aportaron los agricultores al proyecto, al analizar la abundancia de la macrofauna se verifica que esta disminuye en todos los municipios, la abundancia de la mesofauna aumenta en todos los municipios excepto en Arboledas y La Esperanza, mientras que la microfauna disminuye en todos los municipios excepto en la Playa y Ocaña, sin embargo, un análisis más detenido de otras variables como la riqueza y diversidad de especies, la equidad y la dominancia dentro de los modelos y grupos biológicos aportan resultados menos desfavorables que cuando se analiza solamente de la abundancia, o sea, que se observa menor impacto negativo.

12. Todos los modelos agroecológicos impactaron positivamente en las fincas por su propia concepción de sistema agroforestal, el acompañamiento de las TICs y las técnicas de agricultura de precisión; no obstante algunos modelos fueron más exitosos que otros bajo cada condición edafoclimática sobre todo desde el punto de vista de la población lograda, el desarrollo de las plantaciones y la producción de cosecha inminente, destacándose en Arboledas el modelo Cedro-Aguacate Maíz , en Convención el Cedro-Limón- Maíz, En la Esperanza Abarco- Limón- Maíz, en la Playa el Roble-Brevo-Maíz y Roble-Aguacate-Frijol, en Mutiscua Aliso-Ciruelo-Zanahoria y Aliso-Mora-Tomate de árbol, y en Ocaña Nogal Cafetero-Cacao-Plátano y Nogal Cafetero-Aguacate-Frijol.

13. En general se presentaron bajos niveles de incidencia de las plagas en los cultivos de los sistemas agroforestales siendo más importantes los agentes nocivos generalistas como la hormiga arriera y las babosas, y los cultivos con mayor incidencia, el maíz con el gusano cogollero, el tomate de árbol con las babosas, la antracnosis y la cenicilla y el plátano con la sigatoka y la pudrición por *Erwinia*.

14. El proyecto impactó positivamente desde el punto de vista social en las familias y en las fincas, por la capacitación y la transferencia de conocimientos sobre agroecología y el empleo de productos biológicos, que permitieron a los agricultores introducirse en tecnologías más limpias y sostenibles de producción agrícola con el apoyo de las TIC, aumentando la competitividad, produciéndose mejoras de la calidad de vida de los productores y sus familias, al quedar implementados los cultivos de los tres modelos agroecológicos por municipio, sirviendo de ejemplo para la comunidad municipal, departamental y hasta nacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Altieri, M. A (1998). Farmers, NGOs and Lighthouses: Learning from three years of training, networking and field activities. A monograph. A UNDP-Sponsored Programme- INT/93-201:10 P.

Altieri, M. A . (1999). Agroecología: Bases Científicas para una agricultura sostenible, Modulo I. Diplomado Agroecología y Agricultura Sostenible. CLADES – CEAS, La Habana, p. 5 – 8.

Altieri, M. A. (2004). Bases agroecológicas para una producción agrícolasustentable *: Agricultura Técnica* 54 (4): 371-386.

Altieri, M. A. (1992). Biodiversidad, Agroecología y Manejo de Plagas. Ediciones Cetal, Valparaíso, Chile: 162 pp.

Altieri, M. A. (1997). Agroecología. Bases científicas para una Agricultura Sustentable. CLADES- ACAO, La Habana, Cuba: 249 p.

Altieri, M. A. (1999). Agroecología: Bases Científicas para una agricultura sostenible, Modulo I. Diplomado Agroecología y Agricultura Sostenible. CLADES – CEAS, La Habana, p. 5-8.

Altieri, M. A., y Nicholson. C. (2008). "Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas". Agroecología 3, pp. 7- 28.

Altieri, M.A. (1995) *Agroecology: the science of sustainable agriculture.* Boulder: Westview Process.

Álvarez, A. (2007): El cambio climático y la actividad agraria cubana, situación del sector forestal. Conferencia magistral. IV Congreso Forestal de Cuba. La Habana, del 17 al 20 de abril.

Amett, R., & Thomas , M. (2000). American beetles Achostemata, Myxophaga, Adephaga, Polyphaga: Staphyliniformia. Nort America: CRC Press.

Ayers, R.S. & Westcot, D.W. (1985) Water Quality for Agriculture. FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev. 1., FAO, Rome 156 pp.

Baldenebro L. C. 2011. Uso de la asociación, rotación y los policultivos en la agricultura orgánica. Tesis de grado para obtener el título de Licenciado en Administración de Agronegocios. La Paz, Baja California Sur, México.

Barba, A., Espinosa, J., Suris, M. (2015). Adopción de prácticas para el manejo agroecológico de plagas en la sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) en Azuero, Panamá Rev. Protección Veg. 30 (2): 104-114.

Carvalho, J. (1972). Mirideos Neotropicales CXLVI: Genero Monalonion H-S., 1853 (Hemiptera). Museu Nacional, Rio de Janeiro GB.

Castañeda-Vildosola, A., Valdez-Carrasco, J., Equihua- Martinez, A., Gonzales-Hernandez, H., Romero-Napoles, J., Solis- Aguilar, J., & Ramirez-Alarcon, S. (2007). Systematics, Morhology an Physiology Genitalia de tres especies de Helipus German (Coleoptera: Curcilionidae) que dañan frutos de aguacate (*Persea americana* Mill) en Mexico y Costarica. Neotropical Entomology, 914-918.

Cerdá, E.O., Sarandón, S.J., Flores. C.C. (2014). El caso de "La Aurora": un ejemplo de aplicación del enfoque agroecológico en sistemas extensivos del sudeste de la provincia de Buenos Aires, Benito Juárez, Argentina. En: Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. Capítulo 16. Coordinado por Santiago Javier Sarandón y Claudia Cecilia Flores. - 1ra ed.: Universidad Nacional de La Plata. - La Plata, Argentina, p. 437-463.

Clavijo, N. L. (2004). Evaluación de conocimiento agroecológico en horticultores orgánicos y convencionales de la zona norte de Cartago, Costa Rica Cuadernos de Desarrollo Rural, 58: 37-48.

Conway,G. R y Vázquez, L. L. (1996). Agroecosistems analysis for research and development. Bankok Winrock International.180 pp.

Cruz, O., Marrero, P., Herrera, M., y García L. (2005). Selección de textos sobre ecología. Editorial Félix Varela, La Habana, P.29-30.

Diago, I. (2007): Patrimonio forestal de Cuba. Situación actual. Año 2006. Memorias IV Congreso Forestal de Cuba, La Habana, 17 al 20 de Abril. P 18-20.

Díaz A., M., González C., V., Palacios-Vargas, J., & Luciáñez S., M. (2004). Clave dicotómica para la determinación de los colémbolos de Cuba (Hexapoda: Collembola). Boln. S.E.A, 73-83.

Encuesta Nacional Agropecuaria ENA (2015). Suelos del Departamento de Norte de Santander para los Cultivos. Recuperado el 11 de octubre de 2016, https://www.dane.gov.co /files/investigaciones/agropecuario/enda/ENA/2014/boletín _ENA_ 2014. Pdf

FAO (2007). Manual Técnico de BPA en el establecimiento de frijol. Disponible en la web a través de: http://www.fao.org.co/manualfrijol.pdf; Consultado el 2 de junio del 2017.

Farrell, J. G & Altieri, M. A. (1999). "Sistemas agroforestales". In: Altieri, M. ed (1999). Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan/Comunidad. Montevideo.

Fertilab. (2019). Extraído de https://www,fertilab,com,mx/Sitio/Vista/Toxicidad-Por-Boro-Parte-2-Contenidos-En-Aguas-De-Riego-Y-Tolerancia-De-Los-Cultivos,php,

Gargoloff, N. A., Albaladejo, C., Sarandón, S.J. (2011). La entrevista paisajística: un método para situar las prácticas y saberes de los agricultores. *Cadernos de Agroecologia,* 6(2):1- 4.10916.

Gliessman, (2008). Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. Recuperado el 8 de octubre de 2016, www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/download/134/131+&cd=1 &hl=es&ct=clnk&gl=co

Gobernación de Norte de Santander (2016). Plan de Desarrollo para Norte de Santander 2016-2019. "Un Norte Productivo Para Todos", San José de Cúcuta, Norte de Santander. 177 pp.

Helmer, D. J., Cubides, A., López, M.C., Pinzón, E.,M., Filigrana, P., Cassiani, C. (2011). Muestreo por conglomerados en encuestas poblacionales. *Revista De Salúd Publica = Journal of Public Health, 13*(1), 141-151. https://search.proquest.com/docview/1677642138?accountid=47900

Hernández, C. A. & Faye, K. (2017). Papel de la gestión del conocimiento en el aprovechamiento de los recursos naturales, la generación de tecnologías que agregan valor a productos agropecuarios y la restauración del equilibrio ecológico en las cooperativas campesinas. DELOS, 3(7): 8 p.

Hernández, R. M. Morros, M. E. Bravo C. Al. Pérez, Z. L. Herrera P. Emilio; Ojeda, A., Morales, J. B. Fernández B. O. (2011). La integración del conocimiento local y científico en el manejo sostenible de suelos en agroecosistemas de sabanas. Interciencia, 36 (2):104-112.

Krantz, G. W. & Walter. D. E. (Eds.), 2009. A Manual of Acarology. 3dr Edition.Texas Tech University Press. 807p.

Lerch, G. (1977). La experimentación en las Ciencias biológicas y agrícolas. Editorial Científico Técnica. La Habana.

López, A., D., Ortega, H.M., Ramírez, C. (2016) *Caracterización físico-química del agua residual urbano-industrial y su importancia en la agricultura. Tecnología y Ciencias del Agua*, VII,:139-157

Lundgren. B. Y Raintree, J.B. 1983, *Sustained agroforestry En B. Nestel, ed. Agricultural research for development: potentials and challenges in Asia*. La Haya, ISNAR.

Marrero, P. (2002). Comportamiento de la Agricultura Industrial VS Agroecología, Universidad de Cienfuegos, 2002.

Medina, E. K., Mancilla, O. R., Larios, M. M., Guevara, R. D., Olguín, J. L. y Barreto, O. A. (2016). Calidad del agua para riego y suelos agrícolas en Tuxcacuesco, Jalisco. IDESIA Volumen 34*(6):*51-59.

Melo, O., Fernández-Méndez, F. & Villanueva, B. (2017). Hábitat lumínico, estructura, diversidad y dinámica de los bosques secos tropicales del Alto Magdalena. Colombia Forestal, 20(1),19-30.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO. Ed. GORFI. Zaragoza, 86 p

Mound, L. & Geoffrey, K. (1998). Thisanoptera an identification guide. CAB International, Wallingford, The Netherlands.

Naciones Unidas (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago.

Norma Chilena Oficial (1987). Calidad del agua para diferentes usos. Santiago de Chile. Chile.

Odum, E. P. (2005). Ecología Editorial Continental, Ciudad México, p. 6-7

Ortiz, Ó. (2001). La información y el conocimiento como insumos principales para la adopción del manejo integrado de plagas. Revista MIP; 61: 12-22.

Osorio, A.; ¿Cómo evaluar el nivel de sostenibilidad de un programa agroecológico? Un procedimiento metodológico para diseñar, monitorear y evaluar programas rurales con enfoque de desarrollo sostenible. Bogotá D.C. 2009.

Paleologos, M. F., Flores, C.C. (2014). Principios para el manejo ecológico de plagas, En: Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. Capítulo 10. Coordinado por Santiago Javier Sarandón y Claudia Cecilia Flores. - 1ra ed.: Universidad Nacional de La Plata. - La Plata, Argentina, p. 260-285.

PECTIA. (2016). Plan estratégico de Cuencia Tecnologia e Innovacion (2017-2027).

Rodríguez, T. (2001). Incremento y diversificación de los enemigos naturales mediante el uso de barreras de maíz en solanáceas. p. 137-138. En: Resúmenes IV Encuentro de Agricultura Orgánica. ACTAF. La Habana, Cuba, mayo 2001.

Rosenthal, E. (2008). Free Trade and Pesticides in Central America. *Global Pesticide Campaigner* 12 (3): 9 – 11

Sabourin, E., Patrouilleau M.M., Le Coq, J.F., Vasquez, L, Niederle, P. (2017). Políticas públicas a favor de la agroecología em América Latina y El Caribe – Porto Alegre: Evangraf / Criação Humana, Red PP-AL: FAO, 351-395.

Sánchez, J., Argumedo A., Jesús F. Álvarez J.F., Méndez J.A., Ortiz, B. (2015). Conocimiento tradicional en prácticas agrícolas en el sistema del cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla. Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 12 (2): 237-254.

Sarandón, S. J. (2009). Biodiversidad, agrobiodiversidad y agricultura sustentable: Análisis del Convenio sobre Diversidad Biológica. En: *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones* (Comp. Altieri M.). SOCLA. Medellín, Colombia. p. 95-116.

Sarandón, S. J., Flores. C.C. (2014). La Agroecología: el enfoque necesario para una agricultura sustentable. En: Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. Capítulo 2. Coordinado por Santiago Javier Sarandón y Claudia Cecilia Flores. - 1ra ed.: Universidad Nacional de La Plata. - La Plata, Argentina, p. 42-69.

Sistema Nacional del Cambio Climático (SISCLIMA), 2016. Politica Nacional del Cambio Climatico. Decreto 298.. a través de la web en: http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/55-decreto%20298%20feb%202016.pdf. Consultado el 12 de junio del 2017.

SOCLA, 2009. Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones. SOCLA. Medellín, Colombia. 364 p.

Tartabull, T., y Betancourt, C. (2016). La calidad del agua para el riego. Principales indicadores de medida y procesos que la impactan. *Revista Científica Agroecosistemas* [seriada en línea], 4*(1).* pp. 47-61. Recuperado de http://aes.ucf.edu.cu/index.php/ras

Toledo, V. M. (2004). "Modernidad y ecología: la nueva crisis planetaria", en ecología política, nro. 3; pp. 9-22

Triplehorn, C. A. & Johnson, N. F. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. Belmont, California, Brooks/Cole, ThomsonLearning. 864 pp.

Vandermeer, J. (2004). Coupled oscillations in food webs: Balancing competition and mutualism in simple ecological models. *The American Naturalist, 163*(6), 857-867. Retrieved from https://search.proque

Vitousek, P. M. & Matson, P. A. (1985). Disturbance, nitrogen availability and nitrogen losses in an intensively managed loblolly pine plantation. Ecology 66: 1360-1376.

Yimer, F., Ledin, S. & Abdelkadir, A. (2008). Concentrations of exchangeable bases and cation exchange capacity in soils of cropland, grazing and forest in the Bale Mountains, Ethiopia. Forest Ecology and Management 256: 1298-1302.

Zarco-Espinoza, V. M., Valdez-Hernández, J. I., Ángeles-Pérez, G. & Castillo-Acosta, O. (2010). "Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del Parque Estatal de Agua Blanca, Macuspana, Tabasco". Universidad y Ciencia, 21(1): 1-17.

Datos de los autores

Leónides Castellanos González

Graduado de ingeniero agrónomo en la Universidad. Central de Las Villas 1978. Master y Dr. en Ciencias Agrícolas 2002. Profesor/investigador Titular. Universidad de Cienfuegos. Posdoctorado en Metodología de la Investigación Científica, Cuba. Posdoctorado en Nutrición Mineral en Plantas, UNESP, Brasil. Director de Programas de Maestrías en Agroecología y Agricultura Sostenible. Profesor de la Universidad de Pamplona Colombia desde 2016. Investigador Senior de Colciencias desde 2017. Director de Programa de Maestría en Ciencias Agrarias. Autor de 16 libros y más de 180 artículos científicos. Experticia: Fitopatología, Control biológico, Sanidad Vegetal, MIP, Agroecología y Agricultura Sostenible

Oscar Eduardo Gualdrón Guerrero,

Recibió su grado de Ingeniero Electrónico de la Universidad de Pamplona, Colombia en el 2000, y realizo estudios Doctorales en Ingeniería Electrónica de la universidad Rovira i Virgili, Tarragona, España obteniendo el título de Doctorado en el 2006. Actualmente el Doctor Gualdrón es profesor de escalafón titular con dedicación tiempo completo en la Universidad de Pamplona, e investigador Senior de Colciencias perteneciente al grupo de investigación Sistemas Multisensoriales de la misma Universidad. Él ha participado en diferentes proyectos de investigación con recursos nacionales como de la comunidad europea. Sus investigaciones se centran en el uso de técnicas de inteligencia artificial, procesamiento de señales y tratamiento de imágenes, aplicadas a información proveniente de sistemas multisensoriales.

Alfonso Eugenio Capacho Mogollón.

Nació en Pamplona, el 22 de Enero de 1959; estudió su primaria en el Liceo Niño Jesús de Praga, terminó bachillerato en el Seminario Menor de Pamplona, posteriormente realizó estudios universitarios en el Instituto Superior de Educación Rural obteniendo los títulos de Especialista en Ciencias Agropecuarias y Tecnólogo Agropecuario, en la Universidad Francisco de Paula Santander de Ocaña estudió Zootecnia, en la Universidad de Pamplona adelantó estudios de posgrado obteniendo el título de Magíster en Gestión de la Calidad de la Educación Superior. Docente de planta de la Universidad de Pamplona adscrito a la Facultad de Ciencias Agrarias, categoría Asociado; Miembro del Grupo de Investigación GIAS. Ha participado en proyectos de Extensión e Investigación entre ellos proyecto Plantar, el cual se desempeñó como Gerente.

proyecto plantar

Implementación de 18 sistemas agroforestales en Norte de Santander, Colombia

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA COLOMBIA

Formando **líderes** para la construcción de un nuevo **país en paz**

ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE

¡Seguimos avanzando!

ISBN: 978-958-52243-9-1