

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE ESTUDIOS AMBIENTALES Y RURALES
CARRERA DE ECOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIA BASICAS
CARRERA DE BIOLOGÍA



Relación entre las dinámicas de adaptación a la variabilidad climática en un contexto de economía campesina y la conservación de *Dendropsophus molitor*

Paula Carolina González González

Director

Cesar Enrique Ortiz Guerrero. PhD

Codirector

José Nicolas Urbina Cardona PhD

Bogotá D.C.
Marzo del 2021

Agradecimientos

Primero le agradezco a la vida, a mi mamá y papá, por permitirme llegar donde estoy, por apoyarme económicamente y así haber estudiado en esta universidad y haberme enamorado de ambas carreras. A toda mi familia y amigos por siempre estar ahí pendientes a lo largo de estos años, incluso más aun durante este último proceso, que no fue nada fácil con la pandemia encima.

A mi mamá, un especial agradecimiento, porque me ayudo una y mil veces cuando creí que todo estaba perdido, cuando el tiempo me apretaba, pero también festejo conmigo cada pequeño paso que daba.

Quiero darle las gracias a mi director Cesar y Codirector Nicolas, por ayudarme, guiarme y ser pacientes conmigo en este trabajo. Así como por haberme inspirado en diferentes materias a lo largo de la carrera; sucesos importantes que me marcaron y llevaron a querer hacer la tesis que hoy presento. Mis infinitas gracias y admiración.

Claramente, le doy las gracias a todos los campesinos y campesinas que me ayudaron, sacaron de su tiempo diario para contestar mis dudas, quienes me contaron y enseñaron mucho sobre la realidad del campo y de sus vidas. Por los tinticos, las agüitas y los juguitos que siempre nos brindaron. Espero algún día poderles retribuir. Son personas increíblemente admirables.

Agradezco ínfimamente a mi amiga Paola Jara y a toda su familia, por acogerme en su hogar durante mi estadía en Choachí, por hacerme sentir parte de la familia y por ayudarme a tomar mejores decisiones sin ustedes esta tesis no hubiese sido posible.

A Liliana Saboya, por haberme guiado en el proceso de la construcción de los modelos de agar, el uso de los dataloggers, llevarme hasta Choachí en mis primeras salidas pre campo y siempre ser una mujer incondicional.

Al profeso Ricardo Vera del departamento de Química quien me ayudo en momentos críticos, cuando el acceso a la universidad era limitado y el préstamo de laboratorios era complicado. Gracias por la confianza, por darme una mano cuando las circunstancias fueron difíciles.

A los profesores Dimitri, Julio Mario y Angela, quienes me ayudaron a gestionar el préstamo del ejemplar de la colección del Museo Javeriano de Historia Natural.

Gracias a la pandemia, por ponerme un gran desafío el cual me costó mucho afrontar, pero me demostró que es posible con fuerza y el apoyo de las personas indicadas.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y JUSTIFICACIÓN	5
2. OBJETIVOS	8
3. MARCO CONCEPTUAL	9
3.1 EFECTO MATRIZ	9
3.2 ADAPTACIÓN A LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA	13
3.3 ECOLOGÍA TÉRMICA Y ANUROS	15
4. ÁREA DE ESTUDIO	17
5. MATERIALES Y MÉTODOS	19
5.1 DISEÑO DE ESTUDIO	19
5.1.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	20
5.2 MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	20
5.2.1 INFORMACIÓN PRIMARIA	20
5.2.2 INFORMACIÓN SECUNDARIA	23
5.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	23
5.3.1 INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS PARA EL DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 1. DESCRIBIR EL SISTEMA AGRÍCOLA DE ESTUDIO DESDE LA PERSPECTIVA DE LOS SSE.	23
5.3.2 INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS PARA EL DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 2. ANALIZAR CÓMO FLUCTÚA LA TEMPERATURA OPERATIVA DE <i>DENDROPSOPHUS MOLITOR</i> EN RELACIÓN CON DIFERENTES CULTIVOS.	23
5.3.3 INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS PARA EL DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 3. ESTABLECER CUÁLES SON LOS CAMBIOS EN LA MATRIZ GENERADOS POR LA NECESIDAD DE ADAPTACIÓN DE LOS CAMPESINOS PARA ENFRENTAR LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA.	24
5.3.4 INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS PARA EL DESARROLLO DEL OBJETIVO ESPECÍFICO 4. ANALIZAR COMO LAS MEDIDAS ADAPTATIVAS Y PRÁCTICAS DE MANEJO CAMPESINAS INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LA MATRIZ PARA ANUROS.	25
6. RESULTADOS	26
6.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SOCIOECOLÓGICO	26
6.2 TEMPERATURA OPERATIVA DE <i>DENDROPSOPHUS MOLITOR</i> EN DIFERENTES CULTIVOS Y MICROHÁBITATS.	40
6.3 MEDIDAS ADAPTATIVAS Y VARIABILIDAD CLIMÁTICA	36

6.4 LAS ADAPTACIONES DE LOS CAMPESINOS ANTE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y SU POTENCIAL EFECTO SOBRE ANUROS.	41
7. ANALISIS DE RESULTADOS	43
7.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA SOCIOECOLÓGICO	43
7.2 TEMPERATUEA OPERATIVA DE <i>DENDROPSOPHUS MOLITOR</i> EN DIFERENTES CULTIVOS Y MICROHÁBITATS.	45
7.3 LAS ADAPTACIONES DE LOS CAMPESINOS ANTE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y SU POTENCIAL EFECTO SOBRE ANUROS.	46
8. CONCLUSIONES	49
9. BILBIOGRAFÍA	49
10. ANEXOS	60

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema de investigación y justificación

Actualmente, el mundo afronta una crisis de disminución de biodiversidad debido en gran parte a la pérdida y fragmentación del hábitat (Etter et al., 2020; Haddad et al., 2015), generadas por diversas actividades antrópicas (Kruess & Tscharntke, 1994). La transformación histórica del paisaje genera un mosaico compuesto por relictos (parches) de ecosistemas nativos inmersos en matrices antropogénicas, como ciudades, cultivos, carreteras, entre otros (Saunders et al., 1999).

Históricamente, la biología de la conservación ha considerado a la matriz antropogénica como inhóspita, es decir que no constituye hábitat para la biodiversidad nativa (Laurance, 2010). Sin embargo, se ha demostrado que los sistemas productivos (p.e. agropecuarios) en ecosistemas terrestres pueden ser más heterogéneos y dinámicos de lo que antes se pensaba (Driscoll et al., 2013; Laurance, 2010), ya que varían espacial y temporalmente según características biofísicas y por el contexto social en el cual están inmersos los agricultores, administradores de tierras y tomadores de decisiones (Bennett et al., 2006). En este sentido, factores culturales (p.e creencias y valores), factores sociales (p.e asociatividad), factores económicos (p.e cambios en los precios del mercado) y factores políticos (p.e. leyes; Cocks, 2006; González-Jácome, 1955; Laurance, 2010; Phillips et al., 2018; Xu et al., 2009), influyen en la forma como las personas se relacionan con los recursos y en la transformación del paisaje (Bennett et al., 2006; Cocks, 2006; Xu et al., 2009).

Lo anterior, resulta en matrices antrópicas compuesta por coberturas con estructuras de vegetación, características microclimáticas y disponibilidad de recursos diferentes, de tal forma que pueden representar hábitats más o menos adecuados. En este sentido, los paisajes son percibidos por las especies nativas como un mosaico, compuestos por múltiples coberturas con distintos grados de permeabilidad. Afectando la distribución y abundancia de la flora y fauna, dependiendo de sus requerimientos y tolerancias ecofisiológicas (Bennett et al., 2006; Laurance, 2010; Phillips et al., 2018; Watling et al., 2011).

En paisajes altamente fragmentados, la matriz es el elemento que influencia en mayor medida la conectividad entre los parches de bosque nativo remanente (Laurance, 2010; Perfecto & Vandermeer, 2010; Phillips et al., 2018; Watling et al., 2011) y el nivel de degradación de dichos parches a partir de los efectos de borde (Laurance, 2010; Phillips et al., 2018). Las matrices agrícolas pueden tener un efecto positivo o negativo sobre la biodiversidad, según la intensidad de uso de agroquímicos, tipo de cultivo y grado de rotación en espacio y tiempo (Haddad et al., 2015; Kehoe et al., 2015; Perfecto & Vandermeer, 2008, 2010). Es por esto que recientemente se ha reconocido la importancia del manejo adecuado de las matrices antropogénicas como instrumento para la implementación de planes de conservación de biodiversidad y conectividad en el paisaje (Driscoll et al., 2013).

Así, matrices con mayor influencia de actividades productivas como monocultivos, en los cuales se utilizan una alta cantidad de agroquímicos o se realizan quemadas controladas, pueden constituir un filtro para la dispersión de las especies (Haddad et al., 2015; Kehoe et al., 2015; Laurance et al., 2014; Perfecto & Vandermeer, 2010). Estos efectos, pueden incluso influenciar la calidad del hábitat para anfibios al interior de los parches de bosque remanentes adyacentes (Santos-Barrera & Urbina-Cardona, 2011). Por otro lado, matrices más permeables a la dispersión de las especies nativas como cultivos orgánicos, agroecológicos y sistemas de bajos insumos, pueden reducir el grado de fragmentación del paisaje, mediando el mantenimiento de metapoblaciones (Kehoe et al., 2015; Perfecto & Vandermeer, 2008, 2010).

Estas matrices agrícolas pueden ser consideradas como sistemas socio-ecológicos (SSEs), en los cuales es evidente la reciprocidad y retroalimentación entre los procesos de sistemas ecológicos y sociales (Binder et al., 2013). Los sistemas sociales constantemente ejercen presión sobre los recursos naturales, incluso cambian directamente los ecosistemas, para abastecer las necesidades de la población humana (Cumming et al., 2006). Esto puede ocurrir mediante el incremento de tecnología que posibilita subsidios para aumentar la productividad del sistema (Cumming et al., 2006). Asimismo, las estructuras sociales y políticas humanas, pueden cambiar la forma en la que los individuos y la sociedad se relacionan y usan los recursos; ya que algunos individuos poseen más poder de decisión y acción, al ser representantes de gremios, asociaciones o gobiernos, y mediante el surgimiento de normas, leyes y políticas que regulan el acceso, uso y gestión de la tierra y los recursos naturales (Cumming et al., 2006). Por su parte, los ecosistemas a través de la producción de bienes y servicios ecosistémicos influyen sobre las comunidades. Ya que dichos recursos no son estáticos, varían espacial y temporalmente, lo cual limita las actividades, la economía y el bienestar humano (Adger, 2000; Cumming et al., 2006).

Adicionalmente, los SEE son dinámicos al estar expuestos a cambios ambientales, sociales, políticos y económicos (Adger, 2000; The Resilience Alliance, 2010), de tal forma que se pueden desencadenar situaciones estresantes, problemas o crisis (Bardsley, 2014). Sin embargo, no todos los SEEs poseen la misma capacidad de respuesta, esto depende de la resiliencia, vulnerabilidad y capacidad de adaptación de los mismos (Adger, 2000; Bardsley, 2014; Cumming et al., 2006). En este sentido, en los SEEs donde las comunidades dependen directamente de un ecosistema o se caracterizan por poseer pocos medios de vida para subsistir y generar ingresos, son más inestables y más susceptibles ante los cambios y la crisis (Adger, 2000; Altieri, 2013).

La variabilidad climática, es uno de estos disturbios (Smit et al., 1996), el cual afecta a los sistemas agrícolas a través de la variación estacional de lluvias y sequías. Ya que se generan cambios en los patrones de temperatura y precipitación, incidiendo sobre procesos de producción agrícola (Bennett et al., 2006). A su vez, desencadena cambios en la intensidad enfermedades, erosión del suelo y descomposición de la materia orgánica, que en última instancia influye en el

rendimiento del cultivo y puede resultar en una situación estresante para los agricultores (Adger, 2000; WBG, 2014).

Esta investigación se llevó a cabo en el municipio de Choachí, Cundinamarca, en los Andes Colombianos. En esta región, se ha proyectado que dentro de los próximos 80 años habrá un aumento en la humedad y niveles de precipitación promedio (alrededor de 8,21% en Cundinamarca) y a su vez un aumento en la temperatura media anual (2,5°C en Cundinamarca; SDP, 2019). Esto provocará un aumento en la variabilidad climática, estaciones más extremas de lluvias y sequía, con una periodicidad menos regular (SDP, 2019); degradación y pérdida de fertilidad del suelo y aumento de plagas (Ramirez-Villegas et al., 2012; SDP, 2019). Afectando directamente los medios de subsistencia de comunidades rurales (Ramirez-Villegas et al., 2012).

Ante el surgimiento de estos nuevos desafíos y limitaciones climáticas los agricultores deberán enfrentarse y adaptarse, ajustando el comportamiento y características del sistema para hacer frente a condiciones cambiantes, riesgos, estrés u oportunidades (Altieri & Nicholls, 2011; Smit & Wandel, 2006). Las capacidades adaptativas están influenciadas por factores determinantes como climas extremos, acceso a información financiera, políticas públicas, tecnología, mercado, entre otros; estos factores determinantes varían entre un país a otro, una comunidad a otra, entre grupos sociales y en el tiempo (Smit & Wandel, 2006).

Las adaptaciones pueden ser la implementación de nuevas prácticas agrícolas, nuevos cultivos, cambios en el tiempo de cosecha y sembrado, aprendizaje y surgimiento de nuevos conocimientos, surgimiento de redes que permitan el intercambio de conocimiento, cambios en políticas, leyes y reglas e incluso adaptaciones totalmente sustanciales como abandono de la agricultura o cambio de la actividad agropecuaria por otra como turismo (Bardsley, 2014; Janssen & Ostrom, 2006; Smit & Wandel, 2006).

Las adaptaciones configuran y recomponen la matriz, de tal forma que inciden directamente sobre la disponibilidad de los recursos y el hábitat para las especies nativas (Altieri, 2013; Bennett et al., 2006). En este sentido, es necesario comprender cuáles estrategias de manejo sobre los cultivos implementan los campesinos en zonas rurales andinas para adaptarse a la variabilidad climática y cómo dichas estrategias pueden afectar la biodiversidad. Sin embargo, no todas las especies nativas tienen los mismos requerimientos ecológicos y fisiológicos y por lo tanto no todas utilizan de la misma forma la matriz, ni están limitadas por los mismos aspectos (Driscoll et al., 2013). Es por esto que es necesario elegir un grupo particular y trabajar según las características clave de dicho grupo, en este caso es eligió el grupo de los anuros.

Se escogió el grupo de los anuros debido a su susceptibilidad ante el cambio climático y el cambio en el uso del suelo a nivel mundial (Nori et al. 2015), así como ser uno de los grupos de animales más amenazados (IUCN, 2020). Puntualmente en los andes colombianos cerca del 60% de las especies de anfibios son

endémicos, son más vulnerables al cambio climático que otras especies que habitan en otros ecosistemas, por lo tanto, pueden extinguirse con mayor facilidad (Urbina-Cardona, 2011; Agudelo-Hz et al., 2019). Los anuros poseen características de historia de vida particulares, con una gran diversidad de modos reproductivos, respiración pulmocutánea y condición de ectotermia, lo cual influye en la selección de hábitat, según gradientes de variables abióticas como la temperatura y humedad relativa. Estas variables cambian según la cobertura y la estructura de la vegetación, incluidos hábitats intervenidos por actividades antrópicas (Nowakowski et al., 2017).

En efecto, hay evidencia que algunas especies de anuros utilizan las matrices agrícolas (Mendenhall et al., 2019), aunque la diversidad, riqueza, densidad y composición de los ensamblajes dependerá del tipo de matriz, del manejo y la complejidad en la estructura vegetal (Mendenhall et al., 2019; Roach et al., 2020; Santos-Barrera & Urbina-Cardona, 2011). A su vez son altamente susceptibles al uso de pesticidas y agroquímicos (Brühl et al., 2013; Hyne et al., 2009), así como a los cambios microclimáticos (Mendenhall et al., 2019; Roach et al., 2020); es por esto que matrices con elementos forestales y/o fuentes hídricas artificiales, benefician la dispersión y reproducción de los anuros (Mendenhall et al., 2019; Roach et al., 2020).

Adicionalmente, cada especie tiene rangos de tolerancia térmica e hídrica diferentes (Bovo et al., 2018; Nowakowski et al., 2017). El tamaño corporal y los modos reproductivos de las especies de anuros influyen su tolerancia a los efectos de borde y matriz (Pfeifer et al., 2017; Schneider-Maunoury et al., 2016): anfibios grandes y con reproducción en aguas someras tienen mayor capacidad de utilizar matrices agrícolas, ya que resisten mejor la desecación (Mendenhall et al., 2019). Por otra parte, especies pequeñas, de desarrollo directo y reproducción en aguas abundantes, necesitan hojarasca, elementos forestales, y de una adecuada cobertura vegetal sobre fuentes hídricas, esto con la finalidad de proteger a las especies de la desecación en cualquier estadio de vida (Mendenhall et al., 2019; Ribeiro et al., 2018).

Debido a la alta variabilidad de requerimientos ecofisiológicos entre especies y por ser precisamente la ecología térmica una variable clave en la distribución y uso del hábitat para anuros, se eligió una especie modelo: la rana sabanera (*Dendropsophus molitor*) endémica de Colombia. Así mismo, es una especie adaptable que no solo habita los páramos, sino también en coberturas intervenidas como estanques artificiales, pastos, potreros, bordes de carreteras, jardines y centros poblados (Guarnizo et al., 2014; IUCN, 2019). Además, se encuentra distribuida en un amplio rango altitudinal entre los 1.600 y 3.600 msnm.

2. OBJETIVOS

General

Analizar las medidas adaptativas de los campesinos ante la variabilidad climática en un sistema agrícola en Choachí, e interpretar cuales pueden afectar la permeabilidad de la matriz para *Dendropsophus molitor* en términos de temperatura. Con el fin de entender si las acciones tomadas por las comunidades rurales de Choachí, influyen positiva o negativamente el uso de cultivos como posible hábitat para esta especie.

Específicos

1. Describir el sistema agrícola de estudio desde la perspectiva de los SSEs.
2. Analizar cómo fluctúa la temperatura operativa de *Dendropsophus molitor* en relación a diferentes cultivos y microhábitats.
3. Establecer cuáles son las adaptaciones de los campesinos para enfrentar la variabilidad climática.
4. Analizar como las medidas adaptativas y prácticas de manejo campesinas influyen en la calidad de la matriz para anuros y para *Dendropsophus molitor*.

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1 Efecto Matriz

El mundo se encuentra en constante demanda de recursos naturales para suplir las necesidades de alimento, fibra, agua, energía y refugio de más de siete millones de personas (Foley et al., 2005; Perfecto & Vandermeer, 2010) . Esto ha conllevado a transformar ecosistemas nativos en tierras de cultivo, pastos, plantaciones, áreas urbanas, etc (Foley et al., 2005). Se prevé que durante este siglo (XXI) aumente la extensión de la agricultura a nivel mundial a 1.000 millones de hectáreas para 2050, así como el uso de fertilizantes y pesticidas (Tilman et al., 2001). Estas actividades ejercen presión sobre ecosistemas, y en particular aquellos ubicados en el trópico, especialmente en Suramérica y África subsahariana, donde se encuentran grandes extensiones de tierra con potencial agrícola aún no explotado (Laurance et al., 2014). Sumado a esto, los escenarios futuros traen consigo una gran incertidumbre debido al cambio climático, que posiblemente afecte la estacionalidad regional (Cochrane & Barber, 2009) e influya en los patrones de ocupación de la tierra relacionado con, su uso e intensidad (Laurance et al., 2014).

Particularmente en Colombia, en las últimas décadas la transformación de los ecosistemas nativos se atribuye entre otros aspectos a cultivos ilegales, ganadería, agricultura, minería y desarrollo de infraestructura (Etter et al., 2006). Actualmente hay más de 38 millones de hectáreas de ecosistemas transformados dentro de la frontera agrícola, alrededor del 34% del país (Etter et al., 2020).

Las actividades agropecuarias entre otras de causa antrópica, generalmente resultan en la fragmentación y pérdida de áreas naturales (Foley et al., 2005; Laurance et al., 2014; Saunders et al., 1999), lo cual da como resultado paisajes con parche de vegetación nativa, inmersos en una matriz antrópica. La pérdida y

fragmentación del hábitat afecta las densidades poblaciones de las especies y aumenta su tasa de extinción (Fahrig, 1997). A su vez, se crean bordes entre los parches y la matriz, en donde el microclima es diferente, ya que cambian los flujos de radiación, viento y agua y por lo tanto la disponibilidad de recursos (p.e. luz o humedad). Esto provoca cambios biológicos directos en la composición, y estructura de las comunidades que se relacionan directamente con estos recursos alterados y cambios indirectos a través de sus dinámicas entre especies (p.e. interacciones tróficas). Estos fenómenos ecológicos, de gradiente abióticos y cambios biológicos son estudiados bajo el concepto de efecto borde (Pfeifer et al., 2017; Schneider-Maunoury et al., 2016).

La pérdida de biodiversidad ha sido analizada principalmente desde de la teoría de biogeografía de islas (TBI), en la cual se entiende la dinámica de las especies a través del tamaño y el aislamiento de los parches, debido a que estas variables afectan los procesos de colonización y extinción (Laurance, 2010). Así mismo TBI ignora completamente la influencia de la matriz sobre la biodiversidad, al considerarla como un mar inhóspito desprovisto de hábitat para la biodiversidad nativa (Driscoll et al., 2013; Laurance, 2010). Desde esta perspectiva se han instaurado planes de conservación, entorno a la creación de reservas donde el tamaño y la conectividad es importante para el mantenimiento de la biodiversidad, pero ignorando la influencia que tienen las coberturas antropogénicas adyacentes sobre las coberturas naturales remanentes (Laurance, 2010).

En este sentido, TBI solo captura ciertos elementos y al ser aplicada sobre ecosistemas terrestres fragmentados, dichas variables no son suficientes para modelar adecuadamente la complejidad de los paisajes continentales fragmentados, ya que no involucran procesos ecológicos importantes, ni procesos sociales, los cuales en última instancia dirigen los cambios en el uso de la tierra (Laurance, 2010). De hecho, se ha descubierto que la cantidad de hábitat en un paisaje tiene mayor efecto sobre la riqueza de especies que los efectos individuales o combinados del tamaño y aislamiento de los parches (Watling et al., 2020). Recientemente se han incluido más factores que influyen la dinámica de la biodiversidad, como estudios del efecto borde y la matriz circundante (Pfeifer et al., 2017; Schneider-Maunoury et al., 2016)..

De los tres elementos (parches, corredores, matriz) que componen la estructura del paisaje, la matriz es la cobertura más extensa y más conectada (Lowrance & Crow, 2002) ya que dentro de esta, se encuentran inmersos los parches y corredores conformados por diferentes coberturas (Coulson & Tchakerian, 2010; Driscoll et al., 2013). Se ha reconocido que la matriz es dinámica y heterogénea por lo tanto, varía en sus características bióticas y abióticas, principalmente influenciada por el uso humano (p.e. agrícola, urbano o minero; Franklin & Lindenmayer, 2009), incluso dentro de una misma actividad como la agricultura, la matriz puede variar dada la estructura y cobertura de la vegetación, la intensidad de la agricultura, temporada de riego, tiempo de cosecha, frecuencia, rotación de cultivos, entre otros (Cocks, 2006; Cosentino et al., 2011; Xu et al., 2009).

Las matrices agrícolas pueden ser abordadas desde distintas perspectivas, como un elemento fundamental para entender la dispersión y conservación de las especies en los paisajes terrestres (Driscoll et al., 2013; Perfecto & Vandermeer, 2010), pero a su vez estos sistemas de producción pueden ser definidos como sistemas socioecológicos, en los cuales existe una relación entre propiedades biofísicas (p.e. suelo, clima, topografía), socioeconómicas (p.e. instituciones, integración de mercado, población), ambientales (p.e. biodiversidad, servicios ecosistémicos) y política (p.e. políticas públicas, internacionales; Erb et al., 2013; Oteros-Rozas et al., 2019). En ese sentido se requiere de una visión transdisciplinar, que permita englobar como la calidad de la matriz es ahora un elemento fundamental para la conservación y como los sistemas socioecológicos agrícolas son parte de los impulsores de cambio en los paisajes y parte activas de soluciones sostenibles.

Debido al surgimiento de nuevas investigaciones relacionadas con los efectos de la matriz Driscoll et al. (2013) desarrollaron un marco conceptual que abarcó de forma ordenada la influencia positiva/negativa de la matriz sobre la abundancia de las especies, la supervivencia de las poblaciones, la composición de la comunidad y los procesos ecológicos en sistemas fragmentados. En ese marco la biodiversidad se ve afectada a través de tres efectos centrales asociados con: **(i) movimiento y dispersión**, **(ii) disponibilidad de recursos** y **(iii) el ambiente abiótico** (Driscoll et al., 2013). Además, las *interacciones interespecíficas* son transversales a los tres efectos centrales (Driscoll et al., 2013).

(i) Movimiento y dispersión: La calidad de la matriz influye el movimiento y dispersión de las especies, ya que dependiendo de la similitud entre la estructura vegetal con los parches remanentes, se facilitará la migración de especies entre parches. Por el contrario, si la matriz y los parches son totalmente diferentes los efectos de borde forzarán a los individuos a agruparse en los parches. El cruzar la matriz representa riesgos, que pueden promover el cruce rápido a través de esta, mejorando la conectividad de parches o aumentando la mortalidad en la matriz, reduciendo el tamaño y aumentando el riesgo de extinción.

(ii) Disponibilidad de recursos: La matriz proporciona recursos para especies especialistas de áreas antropogénicas y algunas especies de parches remanentes. Ya que pueden proveer alimentos, disminuyendo la presión sobre otras especies en los parches y disminuyendo el riesgo de extinción. Por otra parte, pueden proveer sitios de reproducción para las especies de matriz, aumentando la colonización de estas dentro de los parches.

(iii) El ambiente abiótico: La matriz influye en los regímenes de microclima y perturbación de los parches. Debido a la diferencia estructural entre matriz y parche, se generan cambios en la penetración de luz y viento, lo que cambia los microclimas dentro de los parches por lo que las especies tienen que internarse más hacia su núcleo. Además, en la matriz se puede promover la generación de disturbios como el fuego que puede afectar los parches y provocar extinciones locales.

Estos tres efectos centrales están influenciados por cinco dimensiones: (i) *la variación espacial en la calidad de la matriz*: muchos paisajes tienen patrones espaciales de una mezcla heterogénea de usos del suelo y tipos de hábitat, es decir se encuentran estructurados como mosaicos (Driscoll et al., 2013; Laurance et al., 2014); (ii) *la escala espacial*: la extensión geográfica de la matriz y la distancia entre parches; (iii) *la variación temporal en la calidad de la matriz*: causada por cambios anuales en cultivos, ciclos climáticos, procesos de sucesión, etc; (iv) *la longevidad y las tasas demográficas de las especies en relación con la escala temporal de los cambios en la matriz*; y (v) *las respuestas adaptativas (plásticas o evolutivas) de las especies* (Driscoll et al., 2013).

Dentro de las cinco dimensiones que Driscoll y colaboradores (2013) proponen como modificadores de los efectos centrales, dos de ellas: (i) *la variación espacial en la calidad de la matriz* y (iii) *la variación temporal en la calidad de la matriz*, se encuentran estrechamente relacionadas con procesos sociales. Los paisajes pueden estructurarse como mosaicos de fragmentos de bosque, agrosilvicultura, monocultivos, asentamientos, entre otros (Grass et al., 2020). Esta disposición espacial del uso del suelo y su variación a lo largo del tiempo está sujeta a múltiples factores como políticas, desde las cuales se pueden influenciar los usos del suelo para una determinada área (p.e. plan de ordenamiento territorial), incentivos, subsidios o impuestos que dirijan directa o indirectamente los medios de vida (p.e. políticas gubernamentales que impulsaron y subsidiaron el cambios de sistemas tradicionales de agroforestería itinerante a monocultivos en comunidades Hani, China; Xu et al., 2009). Igualmente, factores tecnológicos, de capital y mercado, pueden promover el aumento/disminución del uso de fertilizantes, pesticidas, mecanización, cambios en la frecuencia de cultivo entorno a la productividad y beneficio económico (Erb et al., 2013). Así mismo estructuras sociales, en las cuales algunos individuos poseen más poder de decisión y acción, al ser representantes de gremios, asociaciones o gobiernos (Cumming et al., 2006).

En términos generales, las prácticas agrícolas campesinas y familiares a pequeña escala, con enfoques agroecológicos, multifuncional, o sostenible, promueven una mayor permeabilidad de la matriz y benefician la biodiversidad, en comparación con la agricultura industrial, químicamente intensiva y de alta demanda de energía más relacionadas con economías de escala (Foley et al., 2005; Oteros-Rozas et al., 2019; Perfecto & Vandermeer, 2010). Particularmente, el grupo de los anuros se benefician de matrices con elementos forestales, fuentes hídricas (naturales y artificiales; Mendenhall et al., 2019) y un menor uso de agroquímicos Brühl et al., 2013; Hyne et al., 2009).

Si bien el futuro de los ecosistemas tropicales parece desfavorable debido al incremento de la demanda de alimentos y de tierras para cultivo, las nuevas investigaciones relacionadas con la calidad de la matriz, así como el entendimiento del funcionamiento de los sistemas socioecológicos en paisajes agrícolas, son fundamentales y complementarios para plantear planes de conservación, entorno al diseño del paisaje, gestión y manejo de prácticas campesinas, para fortalecer la

conexión del paisaje y mantener niveles altos de biodiversidad (Driscoll et al., 2013; Erb et al., 2013; Franklin & Lindenmayer, 2009).

3.2 Adaptación a la variabilidad climática.

La adaptación es un atributo de los sistemas socioecológicos (SEEs). Hace referencia al proceso mediante el cual los actores sociales (individuos o comunidades) ajustan su comportamiento y las características del sistema para hacer frente a condiciones cambiantes, riesgos, estrés u oportunidades (Smit & Wandel, 2006; Walker et al., 2004). Es decir, la adaptabilidad es la capacidad de las de los seres humanos para manejar intencionalmente la resiliencia de un sistema, a través de acciones individuales o colectivas (Altieri, 2013; Walker et al., 2004).

Los SEEs no son lineales, por el contrario, son cambiantes y oscilan alrededor de varios posibles estados de equilibrio (Starzomski, 2004). A través de la resiliencia, los SEEs tiene la capacidad de absorber perturbaciones o fenómenos (p.e. sequías, inundaciones, cambio de políticas y de mercado) y adaptarse o reorganizarse, sin perder esencialmente su función, estructura e identidad, ni sacrificar la provisión de servicios ecosistémicos (Walker et al., 2004). Sin embargo, no todas las perturbaciones afectan de igual forma a todos los SSEs, en parte porque la capacidad de adaptación de los actores sociales varía entre SSEs, ya que cada contexto está influenciado por fuerzas sociales, culturales, políticas y económicas distintas y por lo tanto no todas las comunidades son igual de vulnerables ante las mismas perturbaciones (Altieri, 2013).

La vulnerabilidad es la susceptibilidad del sistema a ser dañado por amenazas, que ponen en riesgo el sistema. En general, un sistema que esté más expuesto a un estímulo, condición o peligro será más vulnerable, y por lo tanto mayor será la intensidad de los daños (Altieri, 2013). Sin embargo, la vulnerabilidad puede ser reducida mediante las capacidades adaptativas de las comunidades (Altieri, 2013). Por ejemplo, comunidades ligadas a los recursos naturales para su subsistencia y desarrollo económico y con pocos medios de vida, son mucho más vulnerables ante disturbios (Altieri & Nicholls, 2011). Por el contrario, comunidades con mayor diversidad de estrategias de medios de vida, que implementan practicas agroecológicas, como la diversificación de cultivos, reducen su vulnerabilidad y mejoran su capacidad para lidiar y adaptarse (Cadger et al., 2016). Así mismo, los vínculos sociales dentro y fuera de la comunidad juegan un papel fundamental dentro de la capacidad adaptativa y la efectividad con la cual las prácticas agrícolas nuevas y/o exitosas pueden ser transmitidas en poco tiempo (Cadger et al., 2016; Wood et al., 2014).

Actualmente uno de los fenómenos que mayor riesgo representa para los SSEs es el cambio climático y el cambio de la variabilidad climática que este acarrea. Antes de abordar las consecuencias generales y específicas sobre la agricultura y en Colombia, es conveniente diferenciar ambos términos. El panel intergubernamental para el cambio climático (IPCC), hace referencia al cambio climático como la variación del estado del clima, que persiste durante largos periodos de tiempo,

generalmente decenios o incluso periodos más largos (2013). Este puede deberse a procesos internos naturales o externos como ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes, que alteran la composición de la atmosfera y el uso del suelo (IPCC, 2013). Por otra parte, la variabilidad climática se define como fenómenos temporales y transitorios de las fluctuaciones observadas en el clima durante períodos de tiempo relativamente cortos (Montealegre, 2009).

Puntualmente, en el caso de América Latina y el Caribe, se producirán olas de calor, cambios en los patrones de precipitación, deshiele de glaciales, aumento del nivel del mar y acidificación de los océanos, pérdida de biodiversidad y riesgos en la seguridad alimentaria (Jarvis, 2014). A pesar, que existen diferentes modelos, y, que según el modelo utilizado la intensidad de los impactos causados por el cambio climático cambia (WBG, 2014), el consenso apunta a que las olas de calor y condiciones extremas ya están afectando comunidades, cultivos y zonas costeras, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria, hídrica y energética (WBG, 2014).

Para el caso de la agricultura, las alteraciones en los patrones de precipitación y temperatura, puede limitar el crecimiento y rendimientos de los cultivos, debido al aumento de enfermedades patógenas, plagas, erosión del suelo, aumentos en la descomposición de la materia orgánica y cambios fenológicos (p.e. época de floración o crecimiento; Altieri & Nicholls, 2011; WBG, 2014). Esto no solo amenazará a las grandes industrias de producción de alimentos, sino a su vez agricultura familiar y de subsistencia (Altieri & Nicholls, 2011; WBG, 2014). Se estima que, debido al aumento de la temperatura, regiones de altas altitudes puedan aumentar el rendimiento de cultivos, en los cuales las bajas temperaturas son un factor limitante del crecimiento.

Colombia se caracteriza por tener un clima con alta variabilidad temporal y espacial, lo que dificulta evaluar alternativas de adaptación a nivel nacional. Para el departamento de Cundinamarca, se proyecta que dentro de los próximos 80 años aumente la precipitación alrededor de 8,21% y a su vez aumento de la temperatura media anual de 2,5°C (SDP, 2019). Esto puede desplazar cultivos de clima frio como la papa y el frijol ya que perderán aptitud climática en las zonas donde actualmente cultivan y por ende las comunidades deban buscar zonas más altas, donde generalmente se encuentran áreas protegidas (Jarvis, 2014). Adicionalmente, el aumento de la variabilidad climática, estaciones más extremas de lluvias y sequias con periodicidad menos regular generará degradación y perdida de suelo y aumento de plagas y enfermedades (Ramirez-Villegas et al., 2012; SDP, 2019). Afectando directamente los medios de subsistencia de comunidades rurales (Ramirez-Villegas et al., 2012).

A pesar de los impactos de la variabilidad climática sobre la agricultura y un alto de grado de vulnerabilidad en algunas poblaciones, resultados de investigaciones recientes demuestran que muchas poblaciones y agricultores se adaptan activamente frente a las condiciones climáticas cambiantes, minimizando las pérdidas en productividad (Altieri & Nicholls, 2011). Esto resulta en medidas adaptativas, como una mayor utilización de variedades locales tolerantes a la

sequía, cosecha de agua, policultivos, agroforestería, desyerbe oportuno, recolección de plantas silvestres y entre otras prácticas (Altieri & Nicholls, 2011).

3.3 Ecología térmica y anuros.

Así como las comunidades humanas tiene la capacidad de adaptarse ante el cambio global (Smit et al., 1996), las especies nativas también deben adaptarse, no solo a la variabilidad ambiental estocástica, sino también a las acciones de manejo sobre los cultivos que realizan los campesinos como medidas de adaptación y que en última instancia afecta la matriz como elemento clave para la conservación de la biodiversidad (Driscoll et al., 2013; Nowakowski et al., 2018).

Los anfibios son considerados los vertebrados más amenazados del mundo, con alrededor del 30% de las especies bajo alguna de las categorías de riesgo de extinción (IUCN, 2020). Las poblaciones de anuros se encuentran amenazadas por múltiples factores incluidos: la pérdida y fragmentación del hábitat, el cambio climático, la contaminación, la presencia de especies exóticas y las enfermedades emergentes (Navas & Otani, 2007). Además, poseen características de historia de vida particulares, con una gran diversidad de modos reproductivos, ciclos de vida complejos, algunos bifásicos (en los cuales, sufren importantes transiciones de hábitat y cambios en la sensibilidad a factores ambientales; Bovo et al., 2018), respiración pulmocutánea y condición de ectotermia (Nowakowski et al., 2017).

Los animales ectotermos son aquellos que su temperatura corporal (TC) depende principalmente de fuentes de calor externo como el sol, por lo tanto la temperatura ambiental es un factor fundamental ya que influye sobre el comportamiento, reproducción y fisiología, afectando la selección de hábitat, movimiento y distribución de las especies (Nowakowski et al., 2017). Por lo tanto el estudio de la ecología térmica es fundamental en el área de la conservación de anuros, ya que permite evaluar y entender la relación entre el ambiente térmico y las temperaturas corporales, así como las implicaciones de selección de microhábitat y los efectos de la alteración del hábitat sobre la ecología térmica de los animales (Navas & Araujo, 2000).

Cada especie tiene una amplitud de temperatura corporal que le permite desempeñarse adecuadamente, así como límites de tolerancia hacia una temperatura crítica máxima (TC_{max}) y mínima (TC_{min}) (Cereja, 2020; Riquelme et al., 2016), que una vez superadas conllevan a efectos negativos en el rendimiento del individuo e incluso la muerte (Cereja, 2020). Es decir, cada especie tolera diferentes gradientes térmicos, lo cual puede determinar qué especies persisten o disminuyen en diferentes hábitats, incluidos los hábitats alterados por actividades antrópicas (Nowakowski et al., 2018).

El cambio de la cobertura del suelo modifica la cantidad y distribución de hábitat térmicamente adecuado para cada especie, usualmente al reducir la cobertura del dosel y aumentar las temperaturas locales, lo que resulta en algunas coberturas menos habitables para algunas especies (Nowakowski et al., 2018). Así mismo no

todas las especies responden igual, ya que pueden ser más o menos sensibles a la modificación del hábitat (Nowakowski et al., 2018). Las especies más tolerantes al calor (es decir con mayores valores de temperatura crítica máxima, TCmax) son menos sensibles a la modificación de hábitat (Nowakowski et al., 2018), y puede mantener poblaciones más abundantes que aquellas con TCmax menores. Ya que al superar los límites térmicos críticos (CTmax y TCmin) se generan respuestas de estrés en los anuros, lo que disminuye la supervivencia y reproducción de los individuos (Navas et al., 2013; Nowakowski et al., 2017). Los anteriores rasgos no son mutuamente excluyentes y pueden operar en conjunto para limitar la abundancia de especies con bajas tolerancias al calor en hábitats alterados (Nowakowski et al., 2018).

Además, cuando la temperatura ambiental máxima diaria se acerca a TCmax de las especies, afecta tanto a especies diurnas como nocturnas. Para el caso de las especies diurnas, causa una menor eficiencia en actividades como forrajeo, escape de depredadores y reproducción. Por su parte, las especies nocturnas si bien están conductualmente inactivas en los picos máximos de temperatura ambiental diurna, su tasa metabólica aumenta, de tal forma que durante la noche (periodo de actividad) requieran mayor tiempo de alimentación y disminuyen el tiempo de reproducción (Nowakowski et al., 2018).

Si bien los anuros pueden reducir su Tc a través de termorregulación conductual y enfriamiento por evaporación, esto requiere costes hídricos para el animal (Nowakowski et al., 2017, 2018). Es de hecho, el balance hídrico otro factor igual de importante, que determina la distribución, uso del paisaje y supervivencia de los anuros (Roznik et al., 2018; Watling & Braga, 2015); debido a la alta permeabilidad de su piel, haciéndolos susceptibles a la deshidratación y a los cambios en el ambiente (Watling & Braga, 2015). Aun así, la susceptibilidad de las especies varía, según los mecanismos ecológicos y fisiológicos que presenten (Cruz-Piedrahita et al., 2018).

Algunos anuros han desarrollado características fisiológicas y anatómicas para disminuir la pérdida de agua por evaporación, como la secreción de lípidos por glándulas especializadas (Cruz-Piedrahita et al., 2018; Roznik et al., 2018). Así mismo, la historia de vida predice en gran medida la variación en las tasas de pérdida de agua, especies con hábitos arbóreos generalmente tienen tasas más bajas de pérdida de agua en comparación con las especies terrestres y semiacuáticas (Cruz-Piedrahita et al., 2018). Por otra parte, la tasa de absorción de agua (desde fuentes estancadas o a través de superficies húmedas) es mayor en especies terrestres (Cruz-Piedrahita et al., 2018). Además, se han identificado adaptaciones comportamentales, como la capacidad de detectar agua, posiblemente especies arbóreas pueden ser más eficientes en la búsqueda de agua, invirtiendo menos energía a pesar de requerir más tiempo, en comparación con especies terrestres (Cruz-Piedrahita et al., 2018).

Finalmente, el tamaño corporal de la especie influye en la velocidad y pérdida relativa de agua, de tal forma que especies pequeñas pierden agua más rápido y

relativamente mayor cantidad debido a su relación superficie volumen en comparación con especies grandes (Navas et al., 2002; Roznik et al., 2018). Aunque el efecto del hábitat es secundario a las consideraciones de la historia de vida, especies costeras o de sabana tiene una tasa de pérdida de agua menor, pues suelen perder agua más lentamente y absorber agua más rápidamente que congéneres en bosque húmedo (Cruz-Piedrahita et al., 2018; Roznik et al., 2018).

Estas características intrínsecas de las especies, en especial la resistencia a la desecación es relevante para entender las limitaciones de dispersión y determinar el grado en que los anfibios existen como metapoblaciones (Watling & Braga, 2015): ya que determinan las respuestas de los anfibios a una variedad de factores, cambio global, la pérdida y fragmentación del hábitat, las especies invasoras y el cambio climático (Watling & Braga, 2015).

4. ÁREA DE ESTUDIO

Esta investigación se llevó a cabo en el municipio de Choachí el cual hace parte de la provincia oriental del departamento de Cundinamarca. En sus cercanías se encuentran los municipios de la Calera, Fómeque, Ubaque, la ciudad de Bogotá, el páramo cruz verde y el Parque Nacional Natural (PNN) Chingaza (Figura 1). (Municipio de Choachí, 2016, 2020a). El municipio se encuentra en una amplia zona altitudinal desde 1.600 m.s.n.m hasta 3.800 m.s.n.m., correspondiente a ecosistemas de bosque andino, bosque alto andino, subpáramo, paramo y humedales (Municipio de Choachí, 2020a); los dos últimos son catalogados como ecosistemas estratégicos por el municipio de Choachi (2020a). Presenta temperaturas entre los 20°C a los 8°C y una estacionalidad bimodal marcada, la época de sequía corresponde a los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, la época de lluvia corresponde al resto de los meses con un máximo durante junio y julio (Municipio de Choachí, 2016; Villamil et al., 2017).

Adicionalmente, el municipio se encuentra dividido por el río Blanco en dos vertientes; la vertiente oriental, dominada por montañas con altitudes hasta de 3.600 m.s.n.m. y relieve fuertemente quebrado a muy escarpado, con presencia de algunas mesetas de suelos muy fértiles y un régimen húmedo con 1.300 a 1.500 mm de precipitación anual. Por otra parte, la vertiente occidental se caracteriza por una topografía cambiante, ligeramente plana a fuertemente ondulada y zonas muy escarpadas, y un régimen húmedo con precipitaciones anuales de 1.000 a 1.200 mm (Municipio de Choachí, 2020a).

Choachí se encuentra dividido políticamente en 34 veredas y el casco urbano, tiene una extensión de 21.467 hectáreas, de las cuales el 97% son rurales. Parte del territorio de las veredas de Cartagena, San Francisco, Agua Dulce, La Victoria y Bobadillas hacen parte del páramo Cruz Verde. Así mismo, parte del territorio de las veredas El Rosario, Chatasuga, Maza y Fonte se encuentran dentro de la delimitación del PNN Chingaza (Figura 1), por lo tanto el municipio de Choachí es

la zona de amortiguación del complejo de páramos Cruz Verde-Sumapaz y Chingaza (Van der Hammen et al., 2015). Adicionalmente, la mayoría de la población Chiguana (aproximadamente el 70%) vive en el sector rural ejerciendo mayor presión sobre los ecosistemas (Municipio de Choachí, 2016).

Mapa de ubicación del municipio de Choachí.

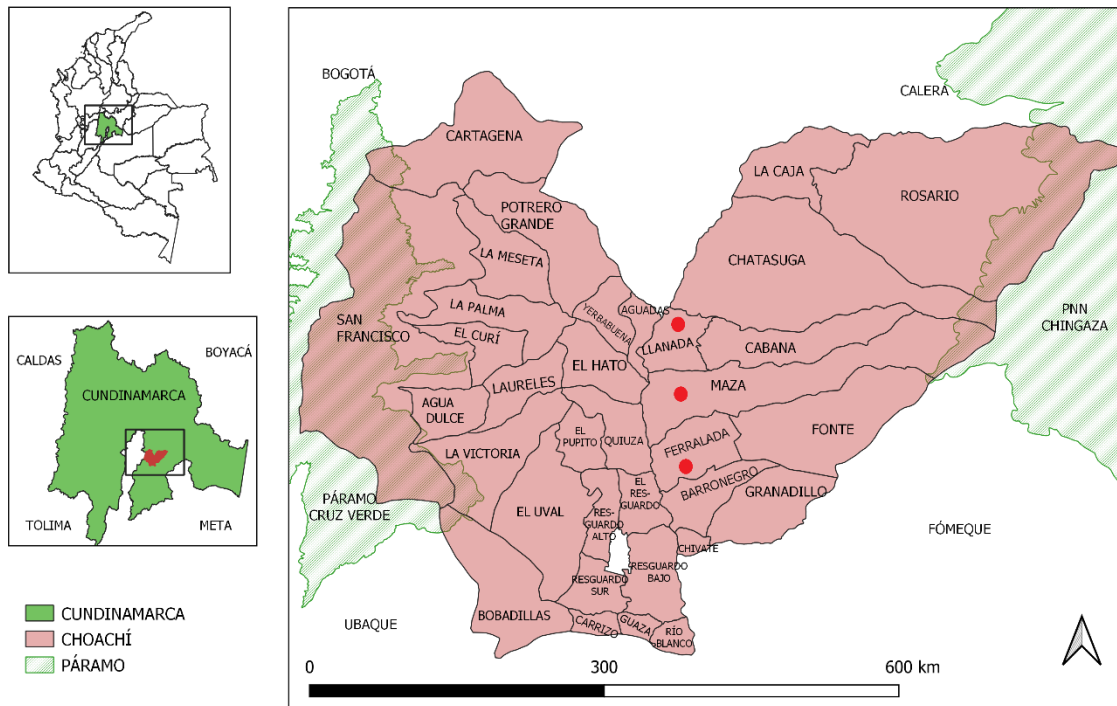


Figura 1. Mapa de ubicación del municipio de Choachí, sus veredas y páramos. Elaboración propia. Las veredas en las cuales se realizó el presente estudio, están identificadas con un punto rojo.

El municipio de Choachí es privilegiado a nivel hídrico, ya que posee extensas áreas de páramo y diferentes fuentes hídricas que abastecen 22 acueductos verdales, el acueducto municipal, 4 distritos de riego e incluso parte del acueducto de Bogotá (Municipio de Choachí, 2016). Sin embargo, se han reportado limitaciones en el municipio por este recurso, causadas por el deterioro de las zonas de páramo y subpáramo. Lo que a su vez ha ocasionado que durante el invierno se presenten grandes crecientes y avalanchas y durante la temporada seca, ocurra una alta disminución y/o pérdida de fuentes hídricas, afectando la actividad agropecuaria y por lo tanto el trabajo e ingresos de las familias rurales (Municipio de Choachí, 2016).

Las actividades económicas que se realizan en el municipio principalmente son, pecuarias, agrícolas y turismo de naturaleza, en menor proporción la gastronomía, las artesanías y el comercio. La agricultura corresponde en su gran mayoría a

agricultura familiar con tecnología tradicional para la producción. Predominan los minifundios (extensión menor a 3 hectáreas) y múltiples cultivos ubicados desde los 1.500 m.s.n.m hasta los 3.600 m.s.n.m. con características de pluviosidad, humedad, luminosidad y evaporación diferentes (Municipio de Choachí, 2020b). De tal forma que el paisaje está estructurado como mosaico.

Actualmente, el sector agrícola cuenta con alrededor de 700 Ha de producción distribuidas en diferentes cultivos, transitorios como: cebolla bulo, papa, papa criolla, tomate, frijol, habichuela, pepino común, maíz tradicional y ahuyama, y cultivos permanentes como: durazno, tomate de árbol, café, mora, aguacate y flores ornamentales como el girasol y gladiolo (Administración municipal Choachí, 2016; Municipio de Choachí, 2016, 2020b). Para el 2015 y 2018 se reportó que los cultivos con mayores hectáreas cultivadas fueron girasol, cebolla bulbo y papa criolla (Municipio de Choachí, 2016, 2020b). A pesar de la múltiple diversidad agrícola, estas actividades se han visto reducidas en el municipio tanto en área, como en número de familias dedicadas a la actividad. Los altos costos de insumos, el mal uso de los mismo, una gran cantidad de intermediarios y poca asociatividad han generado sobrecostos y dificultad en el acceso a tecnología, planificación de la producción, agregación de valor y acceso a mercados (Municipio de Choachí, 2016).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Diseño de estudio

La presente investigación se desarrolló durante tres fases (Figura 2). Durante la primera fase, se realizó una investigación bibliográfica de temas ecológicos, climáticos, sociales y económicos del área de estudio el municipio de Choachí. En la segunda fase se realizaron 11 entrevistas semiestructuradas a campesinos y una a un funcionario de la UMATA, 9 visitas a predios y 8 mapas de red social, según la metodología de Schiffer (2007). Así mismo, se instalaron los modelos de agar, que representan al anuro *Dendropsophus molitor*, en algunos de los sistemas productivos de los predios visitado y sus respectivos controles adyacente (pastos o áreas abiertas), para obtener la temperatura operativa a la que estaría expuesta una rana de esta especie. Se comparó entre sistemas productivos y controles, si había diferencias significativas y si los patrones de temperatura operativa se encuentran relacionados con la cobertura y el microhábitat. Finalmente, se identificaron cuales adaptaciones generan cambios en la matriz y se trianguló la información para identificar si los cambios en la matriz pueden beneficiar o desfavorecer el uso de los cultivos por *D. molitor* (Figura 2).

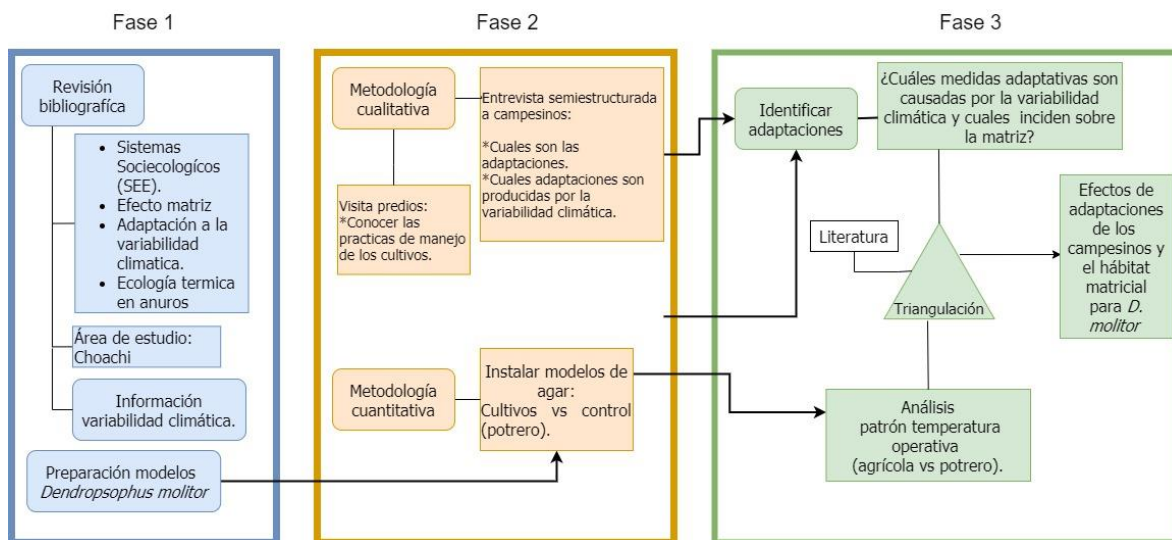


Figura 2. Diagrama metodológico por fases de la investigación.

5.1.1. Criterios de Selección de la zona de Estudio

El área de estudio fue seleccionada debido a su importancia en los siguientes aspectos: a) La vocación agrícola y alta variabilidad de cultivos del municipio (Municipio de Choachí, 2020b); b) la importancia de la zona de amortiguación del PNN Chingaza para la conservación (Municipio de Choachí, 2020b); c) el municipio y las veredas seleccionadas se encuentran en la distribución geográfica (departamento de Cundinamarca) y altitudinal (entre 1.600 m.s.n.m y 3.600 m.s.n.m.) de la especie modelo de anuro *D. molitor*; d) la zona de mayor vocación agrícola, en este caso es la vertiente oriental al caracterizarse por una topografía menos escarpada y mayor pluviosidad, resultando en una mayor heterogeneidad de cultivos (Municipio de Choachí, 2020a; Villamil et al., 2017). Se realizaron visitas exploratorias de campo por las veredas de la vertiente oriental (Maza, Ferralarada y Llanada; Figura 1), para la observación de los tipos de cultivos, sus extensiones y las dinámicas de manejo que les dan los campesinos de la zona. Así mismo, debido a la contingencia por la pandemia de Covid-19 se trabajó bajo todas medidas de bioseguridad (Anexo 1) y solo con aquellas personas de la comunidad que lo permitieran.

5.2 Métodos de Recolección de datos

5.2.1 Información primaria

- *Entrevista semiestructurada*

Son instrumentos de carácter cualitativo, planteados en forma de conversación, para obtener información completa, precisa y profunda involucrando diversos miembros de la comunidad, así como su visión respecto a los problemas y el tema en cuestión de la investigación (Díaz-Bravo et al., 2013; Frans Geilfus, 2002). Las

entrevistas semiestructuradas son relativamente flexibles, parten de preguntas planeadas, que pueden ajustarse a los entrevistados (Díaz-Bravo et al., 2013).

En el presente trabajo se entrevistó a 11 campesinos del municipio de Choachí en las Veredas de Maza, Ferralarada y Llanada (Figura 1). La entrevista fue guiada por preguntas relacionadas con la percepción sobre los cambios del clima y las adaptaciones que están realizando los campesinos para hacerle frente a dichas situaciones tanto a nivel de finca como de comunidad (Anexo 2).

- *Especie de estudio: Dendropsophus molitor*

La rana sabanera o rana andina (*Dendropsophus molitor*, Schmidt, 1857. Sinónimo: *Dendropsophus labialis*, Petters 1863) es una especie endémica de Colombia, distribuida en la Cordillera Oriental en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, entre los 1.600 m.s.n.m. y 3.600 m.s.n.m. (Guarnizo et al., 2014; IUCN, 2019). Su estado de conservación es preocupación menor (LC), sin embargo, sus principales amenazas son la fragmentación del hábitat, la introducción de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*) y reportes de infecciones por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Guarnizo et al., 2014; IUCN, 2019). A pesar de esto, es la única especie de la familia Hylidae que habita los páramos del PNN Chingaza y alrededores (Duarte-Ballesteros et al., 2021). Así mismo, es una especie adaptable que no solo habita los páramos, sino también en coberturas intervenidas como estanques artificiales, pastos, potreros, bordes de carreteras, jardines y centros poblados (Guarnizo et al., 2014; IUCN, 2019). Adicionalmente, su presencia está condicionada por la existencia de cuerpos de agua (naturales o artificiales), ya que son utilizados por adultos y renacuajos (Guarnizo et al., 2014). Esta especie presenta una variabilidad cromática alta y los adultos pueden medir entre 29 mm y 55 mm (longitud rostro-cloacal, LRC), las poblaciones de mayores elevaciones pueden medir hasta tres veces más que poblaciones de bajas elevaciones (Guarnizo et al., 2014).



Fotografía de *Dendropsophus molitor*, tomada por Laura Pirateque.

- *Modelo agar*

En el presente estudio se utilizó modelos de agar, los cuales simulan las propiedades térmicas y de absorción de agua de los anfibios que normalmente tienen cuerpos saturados de agua y baja resistencia a la deshidratación (Navas & Araujo, 2000). Al interior del modelo de agar se estima la temperatura corporal del anfibio (con permeabilidad cutánea “típica”) a través de la temperatura operativa (TO; Navas & Araujo, 2000). Los modelos de agar presentan un patrón de temperatura muy similar al de las ranas *in vivo* bajo las mismas condiciones tanto experimentales en laboratorio, como en campo (Navas & Araujo, 2000).

El uso de modelos de agar confiere ventajas sobre otras medidas directas sobre el cuerpo de los anfibios en campo. Un ejemplo de esto es la dificultad que se ha registrado para medir temperatura corporal (TC) en especies de porte pequeño, ya sea porque el sensor con el que se registra la temperatura es más grande que la cloaca del animal, el animal se escapa o la temperatura corporal se ve afectada por la manipulación durante el procedimiento (se han registrado aumentos de hasta 1°C en 30 segundos de manipulación; Navas & Araujo, 2000).

Para obtener los modelos de agar de *D. molitor* (Anexo 3) primero se procedió a solicitar ejemplares de la colección del Museo Javeriano de Historia Natural. Se preparó el alginato en una vasija de caucho y se sumergió el ejemplar por unos minutos para crear moldes en alginato. Después del endurecimiento, los moldes de alginato se llenaron con agar líquido (20g /L; Navas & Araujo, 2000).

- *Criterios de selección para ubicar los modelos de agar:*

Teniendo en cuenta los requerimientos hídricos de la especie (Guarnizo et al., 2014) y el valor promedio de la distancia a los que se evidencian los efectos de la matriz antropogénica sobre los anfibios (Schneider-Maunoury et al., 2016), se tomaron en cuenta dos criterios para la selección de los cultivos de estudio: a) la presencia de alguna fuente hídrica natural o artificial en las cercanías al cultivo; y b) que cada cultivo tuviera una extensión de aproximadamente 137m².

Cada tratamiento consistió en una cobertura de sistema productivo vs un control en áreas abiertas (ej. potreros) que estuviera a la misma altitud y fuera adyacente al sistema productivo. Se ubicaron 14 modelos de agar de *Dendropsophus molitor* de manera alterna durante 12 días (entre el 27 de noviembre de 2020 al 8 de diciembre de 2020), dispuestos en 3 coberturas vegetales (tomate, habichuela y girasol) con sus respectivos controles; dentro de cada sistema productivo se ubicaron entre 3 y 4 modelos de agar en diferentes microhábitats para representar la heterogeneidad del cultivo y 1 modelo por control. Los modelos registraron temperatura cada 30 minutos, entre 71 a 90 horas.

5.2.2 Información secundaria

Los instrumentos de planificación del territorio revisados fueron el EOT de Choachí, los últimos Planes de Desarrollo Municipal de Choachí. El documento e información climatológica que fue utilizado, fueron los resultados de la tesis de maestría de Villamil y colaboradores (2016), quienes trabajaron en la Vereda El Rosario, analizaron la variabilidad climática en Choachí, a través de las variables de temperatura y la precipitación promedio mensual y anual de la zona.

5.3 Métodos de Análisis de datos

5.3.1 Instrumentos metodológicos para el desarrollo del Objetivo específico 1. *Describir el sistema agrícola de estudio desde la perspectiva de los SSEs.*

A través de la información obtenida en las entrevistas semiestructuradas, las visitas a predios y la información secundaria recabada, se describieron los actores y los problemas priorizados. Adicionalmente, a través de las egoredes (ver metodología 5.33) se construyó una matriz de la red del sistema, la cual fue procesada en el software Ucinet (Borgatti et al., 2002), para visualizar la representación gráfica de la red social del SEE y calcular indicadores como: centralidad, señala aquellos actores con mayor cantidad de vínculos con otros actos, como los más centrales, poderosos o influyentes; densidad, nos da un relación rápida del grado de conexión en una población; y el grado de centralidad y poder de *Bonacich*, en el cual se evalúan la centralidad de cada uno de los actores en función de cuantas conexiones tiene y cuantas conexiones tiene los actores del vecindario (Hanneman & Riddle, 2005).

5.3.2 Instrumentos metodológicos para el desarrollo del Objetivo específico 2. *Analizar cómo fluctúa la temperatura operativa de *Dendropsophus molitor* en relación con diferentes cultivos.*

Una vez obtenidos los datos de temperatura operativa (TO) en diferentes coberturas se calcularon estadísticas descriptivas, de tendencia central (mediana) y su variabilidad (desviación estándar), de los datos de los modelos por cultivo para visualizar en diagramas de cajas y bigotes, y, el patrón de la temperatura operativa durante 24 horas en cada una de las coberturas respecto al control en áreas abiertas (Tabla 1).

Complementariamente, se realizó un análisis de varianza multivariado basado en permutaciones (PERMANOVA), el cual permite probar la respuesta simultánea de una o más variables a uno o más factores sin importar el tamaño de la muestra o el balance en el diseño experimental (Anderson et al., 2008). En ese sentido, los PERMANOVA no están sujetos a supuestos relacionadas con la distribución normal de las variables y obtienen el valor de la p a partir de 9999 permutaciones (Anderson et al., 2008). En este caso se realizaron los PERMANOVAs para comprobar si la variabilidad en la TO (variable de respuesta) está relacionada con el efecto del tipo de cobertura vegetal, el microhábitat o la interacción entre ambos factores. A partir de las distancias euclidianas de los microhábitats en los diferentes cultivos, se realizó un análisis de dendograma y se validó el agrupamiento a partir de la rutina de similitud con 9999 permutaciones (SIMPROF; Clarke et al., 2008). Todos los análisis fueron realizados en el programa PRIMER v7.0 & PERMANOVA (Clarke & Gorley, 2015).

5.3.3 Instrumentos metodológicos para el desarrollo del Objetivo específico 3. *Establecer cuáles son las adaptaciones de los campesinos para enfrentar la variabilidad climática.*

A través de las entrevistas semiestructuradas realizadas a los campesinos en los predios de estudio se identificaron cuáles son las adaptaciones que realizan, cuales corresponden efectivamente a la variabilidad climática y cuales, a otros factores sociales, políticos y/o económicos (Tabla 1).

Así mismo se utilizó la herramienta de mapeo de red social basada en entrevista Net-Map, con el fin de determinar los vínculos y niveles de influencia entre varias personas, grupos y organizaciones, que interactúan entorno a una situación o problema común (Schiffer, 2007). Esta herramienta se utilizó para entender sobre qué aspectos los campesinos de Choachí, comparten conocimientos, cómo están interactuando para adaptarse y cuales adaptaciones están implementando. Para aplicar esta metodología se eligió un problema o situación alrededor del cual se realizaron las preguntas, que en este caso fue la transferencia de adaptaciones para enfrentar la variabilidad climática. Se realizaron preguntas entorno a quienes participan en esta situación, como se relacionan entre ellos (tipos de vínculos) y la influencia de cada uno (Schiffer, 2007; Anexo 4). Los talleres de Net-map, se construyeron de manera individual e independiente, de tal modo que se obtuvieron 8 egoredes, estas parten de un ego o punto focal y se interroga por todas las relaciones existentes (Hanneman & Riddle, 2005).

5.3.4 Instrumentos metodológicos para el desarrollo del Objetivo específico 4. *Analizar como las medidas adaptativas y prácticas de manejo campesinas influyen en la calidad de la matriz para anuros.*

Finalmente, se contrasto la información obtenida en los objetivos anteriores con información secundaria, de tal forma que se identificó cuales adaptaciones posiblemente afecten la calidad de la matriz para anuros y los anuros propiamente dichos (Tabla 1). Particularmente se utilizó, la base de datos “Conservation Evidence” la cual reseña acciones de conservación para la biodiversidad (<https://www.conservationevidence.com/data>). Estas acciones se filtraron por categoría anfibios, hábitat (artificiales, bosques y cuerpos de agua lóticos) y por amenaza (agricultura/acuacultura, contaminación, cambio climático, modificación de sistemas naturales y especies invasoras).

Tabla 1. Resumen de la metodología propuesta y resultados.

Objetivo general	Instrumento metodológico	Resultados esperados para cada instrumento
Objetivo específico 1. <i>Describir el sistema agrícola de estudio desde la perspectiva de los SSEs.</i>	Entrevista semiestructurada Visitas a predios y observación participante	Descripción del SSE y una representación de la red de cooperación de los campesinos
	Red social: Net-map y Ucinet.	
Objetivo específico 2. <i>Analizar cómo fluctúa la temperatura operativa de <i>Dendropsophus molitor</i> en relación a diferentes cultivos y microhábitats.</i>	Modelos de agar	Graficas comparativas entre la variación de la temperatura operativa entre diferentes tratamientos (cultivos vs potreros).

Objetivo general	Instrumento metodológico	Resultados esperados para cada instrumento
<p>Objetivo específico 3.</p> <p><i>Establecer cuáles son las adaptaciones de los campesinos para enfrentar la variabilidad climática.</i></p>	<p>Entrevista semiestructurada.</p> <p>Visitas a predios y observación participante</p> <p>Red social: Net-map</p>	<p>Identificar cuales adaptaciones están realizando los campesinos.</p> <p>Identificar cuales adaptaciones son causadas por la variabilidad climática.</p> <p>Red social, entorno a la transferencia adaptaciones.</p>
<p>Objetivo específico 4.</p> <p><i>Analizar como las medidas adaptativas y prácticas de manejo campesinas influyen en la calidad de la matriz para anuros.</i></p>	<p>Triangulación: Información primaria cuantitativa (Modelos de agar), cualitativa (adaptaciones) e información secundaria.</p>	<p>Relación entre las adaptaciones de los campesinos y anuros.</p>

6. RESULTADOS

6.1 Descripción del sistema socioecológico.

Las veredas de Maza, Ferralarada y Llanada (Figura 1) se han caracterizado por ser veredas agrícolas, donde sus medios de vida provienen de cultivos como hortalizas, frutales y flores. Sin embargo, este sistema socioecológico está bajo presiones biológicas, económicas, políticas y sociales, presentando una tendencia de disminución de las actividades agrícolas, acompañado con migración juvenil (usualmente desde de las veredas de Choachí, hacia el pueblo, o hacia a la ciudad de Bogotá), por lo que se considera un sistema en cambio de estado. A continuación, se describen brevemente las posibles razones de la disminución de la agricultura en el SSE.

Partiendo de lo anterior, los factores biológicos que pueden estar impulsando la decadencia de la agricultura están relacionados con el acceso al recurso hídrico, el aumento de plagas y la degradación del suelo. El acceso al recurso hídrico es una

limitante que afecta negativamente a la agricultura y a los medios de vida de los campesinos de la zona de estudio, principalmente durante los meses de verano (diciembre, enero, febrero y marzo). Esta problemática se verá exacerbada con las condiciones futuras de variabilidad climática; para la zona de los andes colombianos se espera un aumento tanto en la temperatura como en la precipitación, lo que generará estaciones de sequía y lluvias más extremas y menos periódicas (SDP, 2019).

A su vez, el conflicto por el agua, que actualmente existe entre las veredas de Maza y Ferralarada, puede ser aún peor si no se toman acciones tempranas. Esto ocurre precisamente porque ambas veredas utilizan la Quebrada Blanca como fuente hídrica (Figura 3, actor 177). Sin embargo, los habitantes de Ferralarada cuentan con el servicio del distrito de riego, garantizando el acceso al agua; por el contrario, los habitantes de Maza han tenido que lidiar con la falta del recurso durante la época de sequía, limitando sus medios de vida. Y por lo tanto pueden ser más vulnerables ante los cambios de variabilidad climática en las próximas décadas

Por otra parte, los campesinos actualmente emplean una gran cantidad de agroquímicos para lidiar con las plagas y enfermedades. Incluso, se han presentado insectos plagas lo suficientemente resistentes que han cambiado el curso de un cultivo en esta zona, tal como pasó con la plaga “piojito blanco” (posiblemente *Pseudaulacaspis pentagona*, hacen falta estudios para su correcta identificación), el cual generó grandes pérdidas económicas y forzó al abandono casi total del cultivo de durazno en la zona. Los pocos campesinos que han podido lidiar con esta plaga han recurrido al lavado a presión con máquinas estacionarias, debido a que los químicos que conocen o les han recomendado agrónomos, no han funcionado adecuadamente. Igualmente, esta situación empeorará en las próximas décadas en consecuencia de la variabilidad climática (Ramirez-Villegas et al., 2012). Por tanto, es urgente emplear acciones que conlleven al control integrado de plagas, buscando soluciones en alternativas como el control biológico (FAO, 2019).

La necesidad de utilizar productos químicos, bien sea para combatir plagas o fertilizar sus cultivos, ha llevado a los campesinos a endeudarse ya que los productos son cada vez más costosos. De tal forma que el dinero que ganan al vender la cosecha, va dirigido al pago de dichas deudas y en ocasiones las ganancias no son suficientes.

“Es que los insecticidas son muy caros y uno trabajar solo para los almacenes químicos, da tristeza. Es que mire yo le voy a contar un ejemplo, solo dos millones en solo drogas, sin abono, solo drogas. Si yo no recojo con cuidado y me hago el pendejo me toca sacar plata de otro lado pa pagar la curación, ¿Entonces que toca hacer? Ponerle mucho curada a esos cultivos para que den la producción y quede alquito”. Campesino, productor de frutales de 70 años

Desde el ámbito político, los entrevistados perciben que las políticas públicas no generan suficiente apoyo para el pequeño campesino. Ni tampoco las entidades locales como la Alcaldía o la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria

(UMATA), realizan acciones que respondan ante las necesidades de los agricultores de cada vereda. Sin embargo, esta última entidad se encuentra en proceso de transición siguiendo la normatividad de la Ley 1876 de 2017. Con esta ley el servicio de Asistencia Técnica gratuito para pequeños productores desaparece y es reemplazado por el Servicio de Extensión Agropecuaria (Ortiz-Guerrero et al., 2019). Este nuevo servicio, se enfoca en apoyar los procesos de innovación y transferencia de tecnología que se requieran para mejorar la productividad, competitividad y sostenibilidad de la agroindustria colombiana, apostándole al fortalecimiento de las cadenas productivas especializadas. Y, en consecuencia, la agricultura familiar queda casi desligada de este proceso (Ortiz-Guerrero et al., 2019).

Adicionalmente, la UMATA ha encontrado dificultades en el proceso de certificación debido a que no cuenta con la cantidad suficiente de profesionales, como extensionistas técnicos, y, además, tiene un presupuesto muy limitado. Por tal motivo, las acciones actuales (2020) de dicha entidad están enfocadas en “velar por la seguridad alimentaria de los campesinos”, a través de la entrega de semillas, plántulas, tierra, abono y capacitaciones para huertas orgánicas caseras. Sin embargo, ninguno de los entrevistados quiso participar en esta iniciativa; para el caso de la vereda de Ferralarada, fue aprovechada por habitantes que no se encuentran relacionados con actividades agrícolas. Una de las posibles razones por las que los campesinos rechazan dichas propuestas, es el tiempo que deben invertir en la manutención de la huerta; el cual puede ser invertido en sus propios cultivos comerciales y en jornales que, consecuentemente, se reflejará en el aumento de su capital. Esto a su vez, demuestra la baja capacidad de respuesta que la UMATA posee frente a las necesidades de los campesinos.

Igualmente, es importante mencionar el marcado individualismo que los campesinos perciben entre ellos, y sus implicaciones sobre la actual decadencia de la agricultura. Esto puede deberse a la pérdida de confianza, a raíz del surgimiento de corrupción en diferentes proyectos comunitarios que se han intentado realizar, dirigidos tanto por actores internos como externos a la comunidad. Usualmente, dichos proyectos terminan en fracaso y tiempo desperdiciado, los entrevistados perciben que eso ocurre porque el líder del proyecto (usualmente financiados por alguna entidad pública) se queda con gran parte del dinero y consigue insumos por precios bajos y de mala calidad. La confianza y la reciprocidad son elementos clave en la resiliencia de los SSE.

Finalmente, se obtuvo una representación de la red social del sistema (Figura 3) entorno al flujo de adaptaciones (Anexo 6), estas son un elemento sustancial para entender la resiliencia de SSE, ya que pueden influenciar el cambio en la trayectoria del sistema (Walker et al., 2004). Se encontró que las adaptaciones, se encuentran encaminadas a impulsar la productividad agrícola para generar aumentos en las ganancias económica; el tipo de vínculos que predominan es la transferencia de información (color azul), seguido por dinero (color verde) e insumos (color naranja; Figura 3).

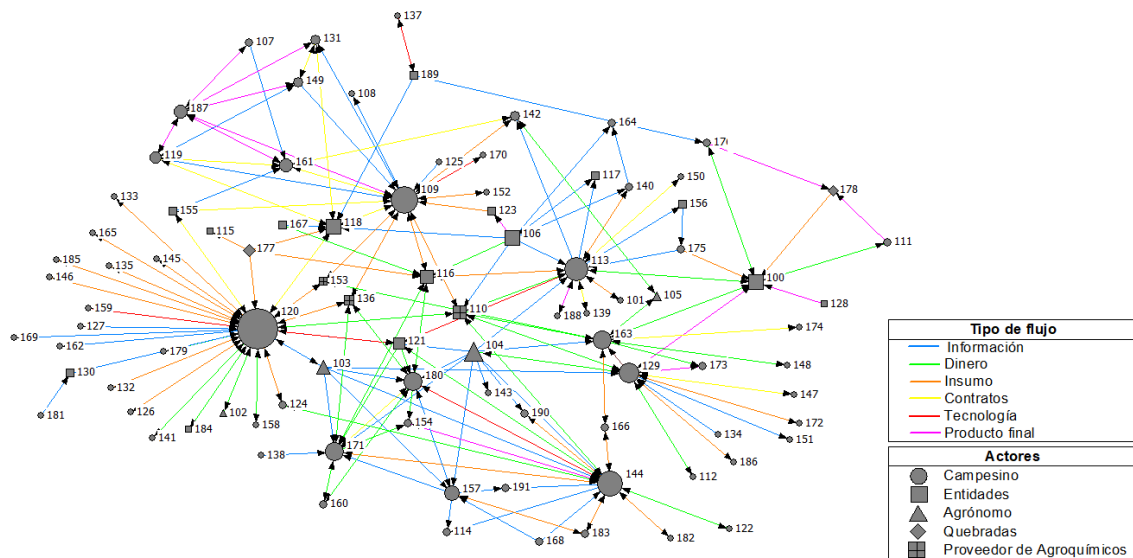


Figura 3. Red social construida a partir de datos obtenidos de las egoredes con la herramienta net-map en el programa UCINET (Borgatti et al., 2002). Los nodos de los entrevistados corresponden a 109, 113, 120, 129, 144, 163, 171. Los colores de los vínculos representan el tipo de flujo que los actores comparten. La forma del nodo varía según el tipo de actor y el tamaño del nodo representa el grado de centralidad de cada actor, entre mayor sea el tamaño mayor es su grado de centralidad.

Esta red se caracteriza por ser direccionada, es decir que se diferencia la entrada y salida de flujo de cada nodo. Los nodos que reciben muchos vínculos se denominan “actores con prestigio”, son aquellos que son consultados por otros actores y con quienes los demás actores buscan vincularse. En este caso los actores con prestigio que poseen un mayor grado de centralidad y poder de *Bonacich*, son 109,161,119,131,118,149,120,107,155 y 144 (Anexo 5) es decir son los que mayor cantidad de vínculos poseen y a su vez su vecindad también se caracteriza por poseer una alta cantidad de vínculos. Otros indicadores calculados en la red fueron el grado de centralidad de la red = 0.275 y la densidad de la red = 0.031, ambos son valores bajos lo que implica que hay pocos vínculos y por ende las adaptaciones no se transmiten tan rápidamente, ni perduran en el tiempo.

Adicional, es evidente la presencia de agujeros estructurales en la red, es decir aquellos nodos que no se encuentran vinculados directamente. Existen vacíos entre los nodos con mayor grado de centralidad, (por ejemplo, entre los actores 120 y 129, Figura 3) esto nos indica una oportunidad para el fortalecimiento de estos vínculos y así aumentar el flujo de información horizontal. En este mismo sentido, existen vacíos verticales, es decir entre diferentes instituciones públicas, encaminadas en diferentes líneas de trabajo relacionado con el uso del suelo, como la conservación, vivienda y actividades agrícolas (ej: 128 (Coporinoquia), 106 (Alcaldía) y 189 (UMATA)).

6.2 Temperatura operativa de *Dendropsophus molitor* en diferentes cultivos y microhábitats.

Las coberturas evaluadas fueron tomate, habichuela y girasol, todas se caracterizaron (y en general todos los predios visitados) por poseer elementos como rocas, árboles y troncos secos dentro de los cultivos y sus límites, es importante destacar que estos elementos permanecen por las practicas agrícola establecidas por los campesinos. Estos elementos fueron seleccionados como los microhábitats, para ubicar algunos de las dataloggers dentro cada cobertura. En cada uno de los microhábitats se registraron 367 horas en promedio para un total de 734 registros de temperatura operativa por cada cobertura.

La temperatura operativa registrada en las tres coberturas presentó un mismo patrón durante el día, desde las 9:00 am hasta las 5:00 pm; los cultivos presentan una temperatura menor que cada control respectivamente (Figuras 4-6). La cobertura de tomate, registrara una temperatura menor durante la madrugada y una muy similar durante la noche respecto al control (Figura 6). Por otra parte, las coberturas de habichuela y girasol registraron temperaturas levemente más altas que el pasto durante las horas de la noche, la madrugada y en la mañana hasta antes de las 7:00 am (Figura 4 y 5). Los pastos y el área abierta registraron las temperaturas máximas operativas de todos los microhábitats muestreados (Pastos junto a tomate: 31,3°C, área abierta junto a habichuela: 38,8°C y pasto junto a girasol: 38,6°C; Tabla 2, Figura 7); así mismo presentan la mayor variabilidad (Tabla 2, Figura 7).

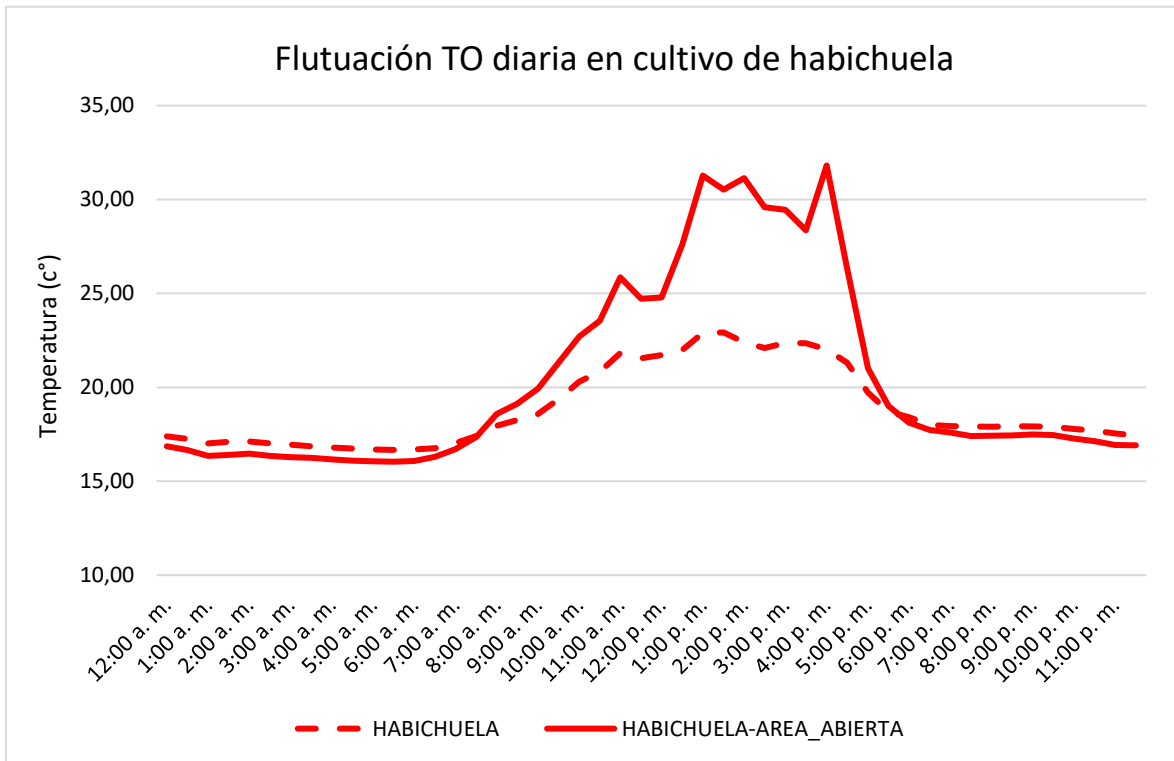


Figura 4. Patrón diario de temperatura operativa de *D. molitor* en el cultivo de habichuela (línea punteada) y el área abierta adyacente (línea continua). Las líneas corresponden al promedio de los datos por hora entre los días 30 de noviembre y 03 de diciembre de 2020.

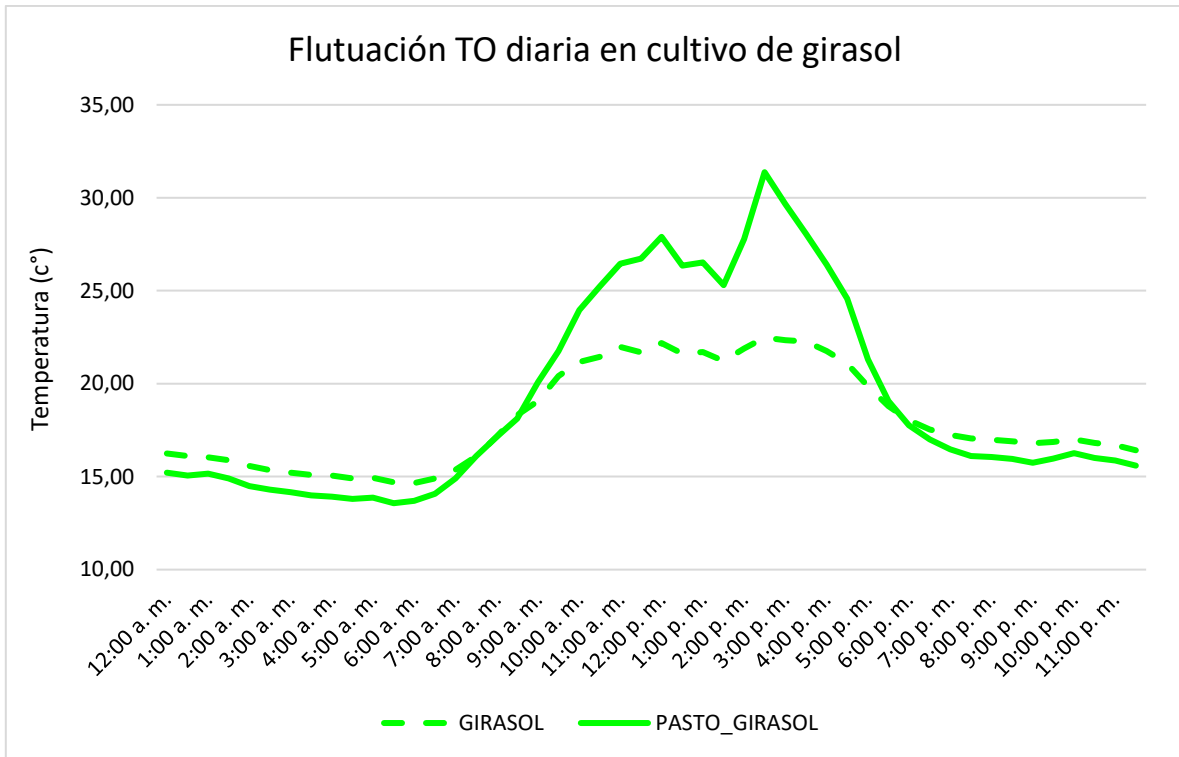


Figura 5. Patrón diario de temperatura operativa de *D. molitor* en el cultivo de girasol (línea punteada) vs pasto adyacente (línea sólida). Las líneas corresponden al promedio de los datos por hora entre los días 04 y 08 de diciembre del 2020.

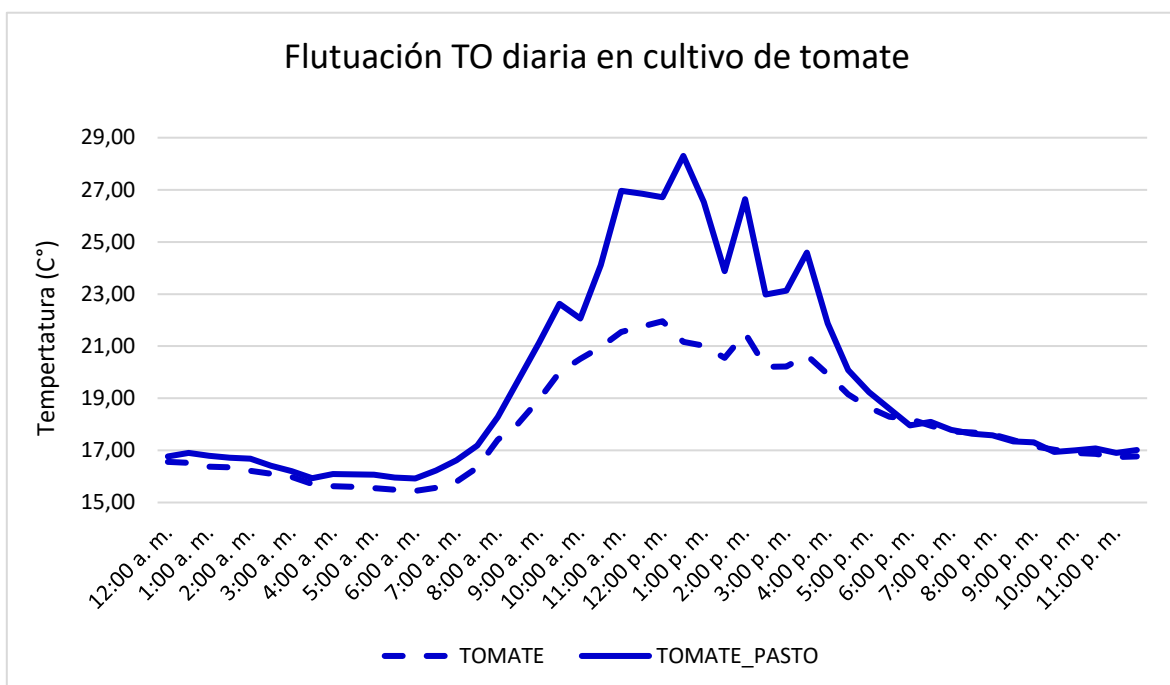


Figura 6. Patrón diario de temperatura operativa de *D. molitor* en el cultivo de tomate (línea punteada) vs pasto adyacente (línea sólida). Las líneas corresponden al promedio de los datos por hora entre los días 27 y 30 de noviembre de 2020.

Tabla 2. Estadística descriptiva de la temperatura operativa de *D. molitor* en los microhábitats evaluados para cada cultivo y su control adyacente de área abierta.

COBERTURA - MICROHABITAT	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación estándar
TOMATE-PASTO	15,39	31,306	19,558	3,791
TOMATE-BAJO_PLANTA	15,008	25,453	18,676	2,973
TOMATE-BAJO_PIEDRAS	15,461	24,605	18,553	2,253
TOMATE-BAJO_PIEDRAS	14,553	19,246	16,836	1,310
HABICHUELA-AREA_ABIERTA	15,605	38,812	20,418	5,950
HABICHUELA-BAJO_PLANTA	16,177	30,444	19,164	3,273
HABICHUELA-TRONCO_SECO	15,39	23,689	17,791	2,231
HABICHUELA-BAJO_ROCAS	17,225	24,388	19,768	1,963
HABICHUELA-BAJO_ROCAS	16,153	22,657	18,792	1,740
GIRASOL-PASTO	11,443	38,644	18,623	5,320
GIRASOL-BAJO_PLANTA	12,775	26,353	18,335	3,318
GIRASOL-BAJO_ROCAS	11,662	22,657	16,963	2,674
GIRASOL-BAJO_PLANTA	13,281	23,617	18,003	2,488
GIRASOL-BAJO_HOJARASCA	13,93	24,798	18,154	2,457

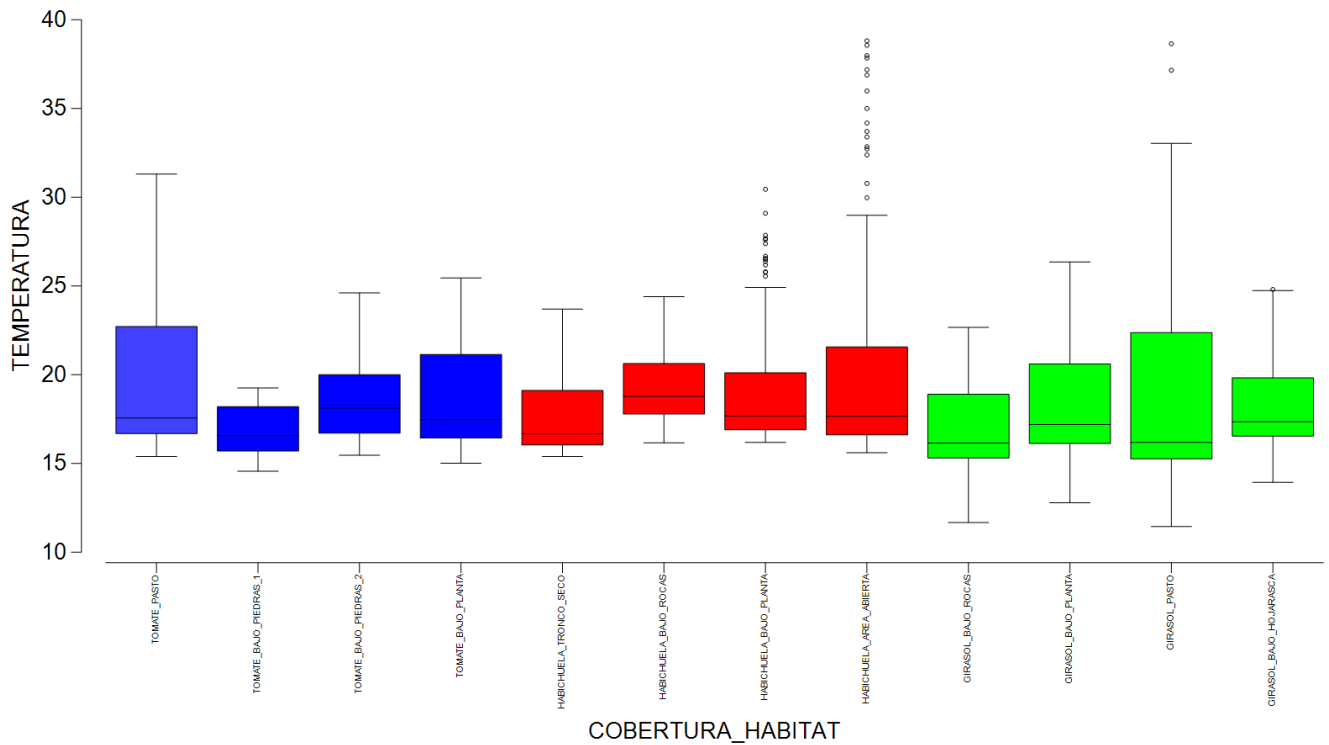


Figura 7. Diagrama de cajas y bigotes de la temperatura operativa de *D. molitor*. Cada caja representa un microhábitat y el color representa un tipo de cultivo. Las cajas azules corresponden a la cobertura de tomate, las rojas a la cobertura de habichuelas y las verdes a la cobertura de girasol.

Se presentaron diferencias significativas en la temperatura operativa de *D. molitor* entre coberturas (Pseudo-F=9,6488, P-permutada= 0,0036), los microhábitats (Pseudo-F=4,5314, P-permutada=0,0123) y la interacción entre ambos factores (Pseudo-F=5,2611, P-permutada=0,0223; Tabla 3). El mayor componente explicado de variación se presentó en el factor de cobertura vegetal seguido por el factor microhábitat y por la interacción entre ambos factores (Tabla 3).

Tabla 3. Resultado de las pruebas de PERMANOVA. Factor indica los factores a evaluar, gl los grados de libertad, SS es la suma de cuadrados, MS cuadrados medios.

Factor	gl	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	Estimaciones de componentes de variación		
							Estimate	Sq.root	%
Cobertura (co)	2	4206,6	2103,3	9,6488	0,0036	9957	795,05	28,197	35,185
Microhabitat (ha)	6	5926,7	987,79	4,5314	0,0123	9952	484,89	22,02	21,459
coxha**	2	2293,7	1146,9	5,2611	0,0223	9942	761,67	27,598	33,708
Residuales	3	653,96	217,99				217,99	14,764	9,647
Total	13	12747							

PERMANOVA

Permutational MANOVA

Semejanza : D1 Distancia euclidiana

Tipo de suma de cuadrados: Tipo III (parcial)

Los efectos fijos suman cero para términos mixtos

Metodo de permutación: Permutación de residuos bajo un modelo reducido.

Numero de permutaciones: 9999

Al comparar los patrones de temperatura operativa de *D. molitor* por microhábitats y cultivos, los pastos y áreas abiertas presentan valores muy diferentes al resto de coberturas vegetales por lo que cada uno de ellos queda separado del resto (Figura 8). Por el contrario, todos los microhábitats de girasol se agrupan en un mismo nodo, pero existen diferencias entre los microhábitats bajo planta y bajo rocas. Los microhábitats de las coberturas de habichuela se agrupan casi en su totalidad en un mismo nodo, presentado un patrón homogéneo ambos modelos colocados en el microhábitat bajo rocas. Los microhábitats de tronco seco (correspondiente a la cobertura de habichuela) y bajo piedras (correspondiente a la cobertura de tomate) poseen patrones de temperatura homogéneos a pesar de estar ubicados en diferentes coberturas (Figura 8).

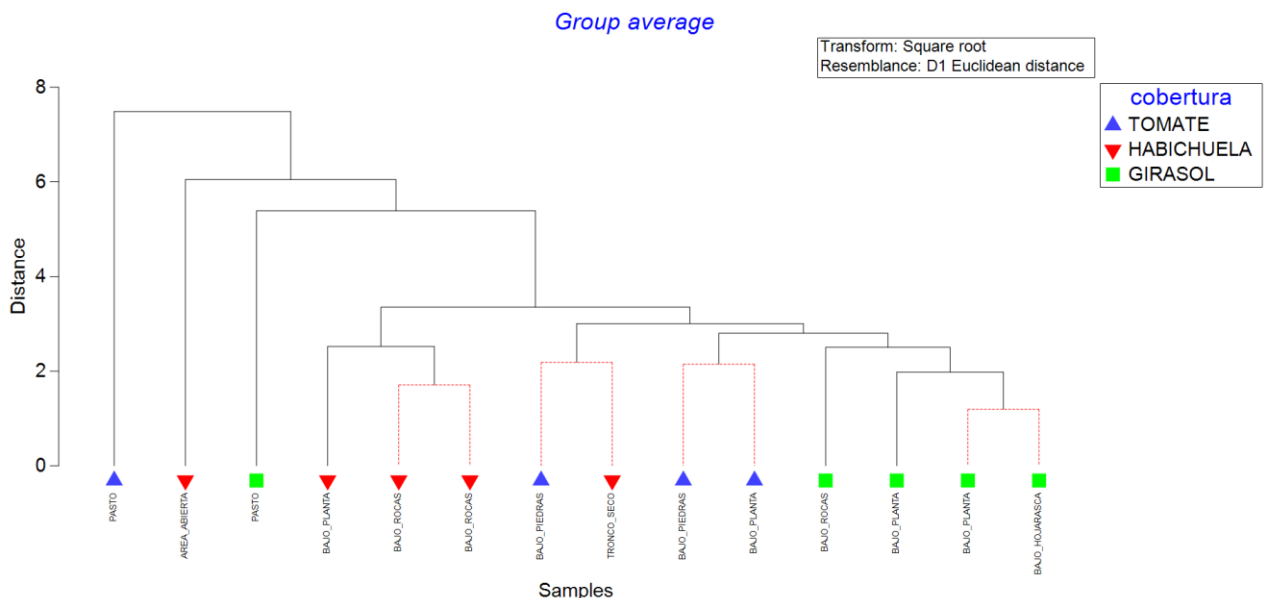


Figura 8. Dendograma de clasificación de los microhábitats dentro de los diferentes cultivos (triángulo: tomate, triángulo invertido: habichuela y Cuadrado: girasol) con base en las distancias euclidianas de los valores de temperatura operativa de *D. molitor*. Al lado izquierdo se encuentran los controles de pastos y áreas abiertas con mayores distancias respecto a los demás. A lo largo del agrupamiento, las líneas de color rojo indican que los microhábitats no son estadísticamente diferentes y la temperatura se comporta de manera homogénea entre ellos (validado estadísticamente a partir de la rutina SIMPROF; Clarke et al. 2008). Por otro lado, las líneas y nodos en color negro indican que si hay una diferencia significativa entre las temperaturas operativas de *D. molitor* registradas entre los microhábitats.

6.3 Medidas adaptativas y variabilidad climática

En relación con la variabilidad climática, todos los entrevistados reconocieron que durante el año existen cambios en la precipitación, donde los meses de diciembre, enero, febrero e inicios de marzo corresponden a los meses de sequía y los demás meses del año corresponden a época de lluvias, información que contrasta adecuadamente con los patrones temporales anuales registrados por Villamil y colaboradores (2017).

Adicionalmente el MAVDT (2010), ha reportado que en las zonas de bosque alto andino desde la década de los 70's se ha incrementado la temperatura entre 0,3 a 0,6°C por década e igualmente las precipitaciones han aumentado. En este sentido, las próximas décadas la variabilidad climática en la región andina, se caracterizará por un aumento en la humedad y niveles de precipitación promedio, a su vez un aumento en la temperatura media anual. De tal forma que aumenten las plagas, aumente la degradación y la pérdida del suelo, las estaciones de lluvias y sequía serán más extremas y estaciones con una periodicidad menos regular (Ramirez-Villegas et al., 2012; SDP, 2019).

A continuación, se describirá como la variabilidad climática afecta los diferentes tipos de cultivos: flores, hortalizas y frutales; posteriormente se describirán las principales adaptaciones que surgen en respuesta a la variabilidad climática (Anexo 6, para ver en detalle cada cultivo y sus correspondientes adaptaciones).

Girasol: Los girasoles son plantas resistentes, no se ven muy afectados por la disminución de agua, excepto en la etapa de germinación (deben regarse mínimo 2 veces al día, por 15 días). Los meses de lluvia, aumenta la cantidad de agroquímicos (fertilizante, herbicidas y fungicidas) utilizados.

Frutales: El predio visitado poseía cultivos de aguacate, durazno y tomatillo (tomate de árbol). En general la época de sequía no ha generado grandes afectaciones, a excepción por el durazno, el cual era fuertemente atacado por la plaga del "piojito blanco" (posiblemente *Pseudaulacaspis pentagona*). Por otra parte, la época de lluvias no incide negativamente sobre los frutales; si bien pueden surgir enfermedades el entrevistado reporta que es capaz de controlarlas con agroquímicos.

Hortalizas: Las hortalizas son el tipo de cultivo más predominante en las veredas. De los 11 entrevistados, 8 cultivaron algún producto perteneciente a esta categoría como tomate, habichuela, pimentón, cebolla cabezona y calabacín. Debido a su alta diversidad, la época de lluvia y sequía les afectan de diferente forma (Figura 9). Aun así, en términos generales, durante la época de lluvias, aumentan las plagas y enfermedades, por lo cual utilizan mayor cantidad de agroquímicos.

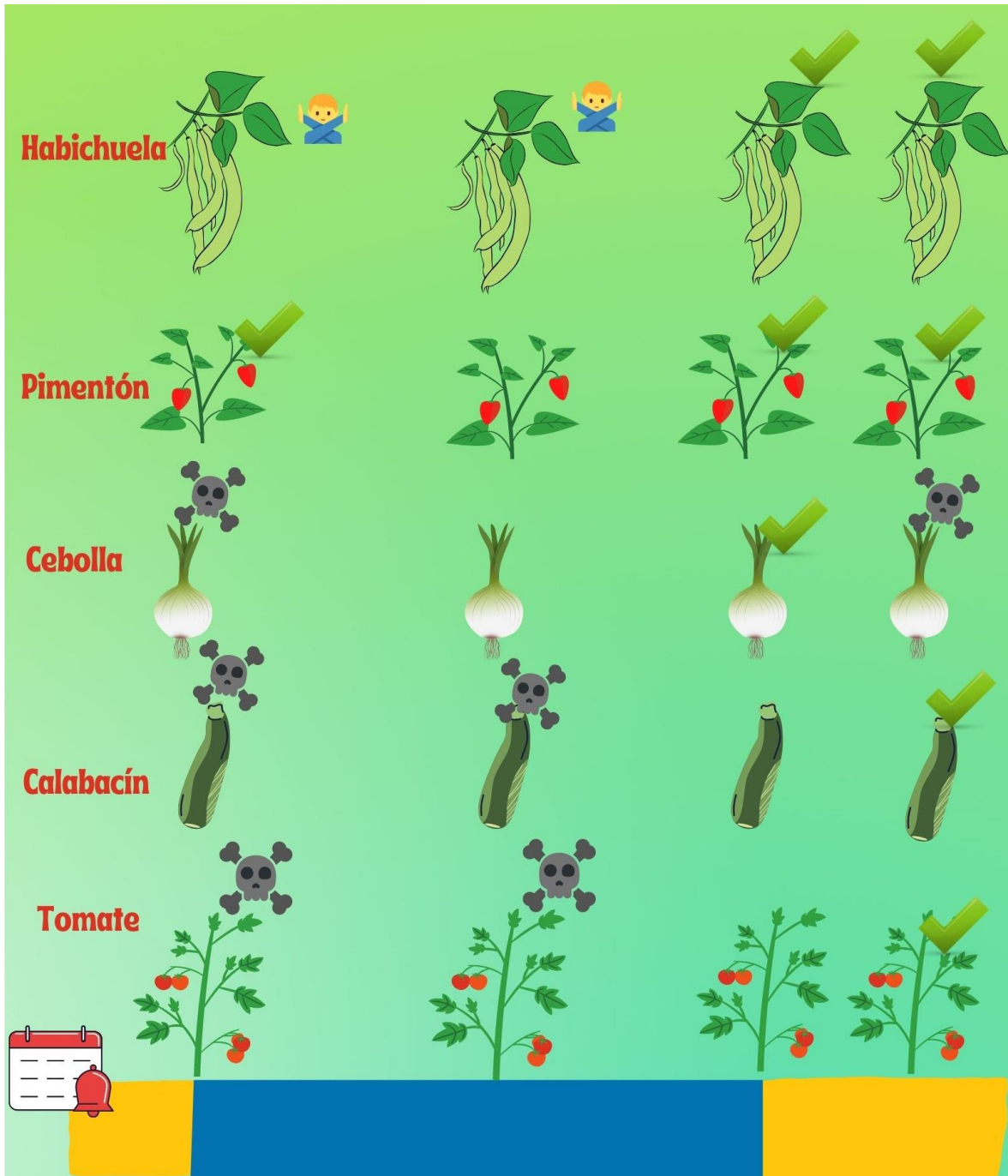


Figura 9. Representación gráfica de la relación entre las hortalizas: habichuela, pimentón, cebolla, calabacín y tomate con las estaciones de sequía (Amarillo) y

lluvias (azul), representadas por las barras en la parte inferior. La calavera (☠️) representan la muerte de la planta por condiciones climática (se incluye factores secundarios como el aumento plagas y enfermedades por la época ó estrés hídrico), la persona (👤) significa que durante esa época la cosecha se pierde debido a factores climáticos y el visto bueno (✅) momentos climáticos idóneos para cultivar la planta (se tienen en cuenta el tiempo de cosecha).

En seguida, se describirán las principales adaptaciones y posteriormente en la Tabla 4 se describirá en qué tipo de cultivo están presentes y en qué vereda.

Distrito de riego

Los campesinos entrevistados consideran la afiliación a un distrito de riego como una adaptación importante y necesaria. Estos son construidos con la finalidad de dotar de agua, drenar y/o proteger contra inundaciones, para así aumentar la productividad agropecuaria en un área determinada (Secretaría de agricultura de Cundinamarca, 2017). Dicha adaptación debe venir sujeta a la conservación de la fuente hídrica que lo abastece (en este caso Quebrada Blanca), para que sea efectiva y se garantice la continuidad del agua durante los meses más fuertes de la época de sequía. Puntualmente, la vereda de Ferralarada es la única que cuenta con distrito de riego (Asofonté) y solo uno de los entrevistados, que posee cultivos en esta vereda, no está inscrito al distrito y obtiene agua de la Quebrada El Cerezo.

Por otra parte, en la vereda de Maza desde hace aproximadamente cinco años (2015) surgió Asorenacer, una asociación que gira en torno a la creación de un distrito de riego. Aun así, no se ha podido gestionar la creación del distrito y no sienten apoyo por parte de la alcaldía o la UMATA. Algunos de los entrevistados de esta vereda poseen otras adaptaciones entorno a la gestión del recurso hídrico, sin embargo, no son totalmente eficientes y durante la época de sequía deben captar agua de Quebrada Blanca.

Reservorio de agua

Partiendo de la situación anterior, la UMATA ha generado programas para dotar e instalar reservorios de agua de 50.000 litros, esto se ha llevado a cabo en la vereda de Maza. No obstante, a esta adaptación pocos campesinos han podido acceder. Se espera que este sistema de captación de agua lluvia, mitigue los impactos de la sequía de los agricultores beneficiados (FAO, 2013, 2019).

Bocatoma

Otra adaptación que ha surgido entorno a la gestión del recurso hídrico, es la creación de una bocatoma, la cual funciona como punto de captación de agua del cauce de un cuerpo hídrico (FAO, 2013, 2019). En este caso, la bocatoma abastece entre 20 a 25 familias campesinas de la vereda de Maza y capta agua de Quebrada Blanca. Sin embargo, en los meses de febrero y marzo, la quebrada se seca y el

acceso del agua se ve reducido. De tal forma que, para poder captar agua, deben estar atentos y colocar sus mangueras en cuanto el caudal de la quebrada aumente.

Conservación de las fuentes hídricas.

Como se mencionó anteriormente, la conservación de las fuentes hídricas es vital para garantizar la disponibilidad de agua y evitar situaciones de riesgo como avalanchas. Los entrevistados reconocieron que existen acciones como: la siembra de árboles en las zonas adyacentes al nacimiento y a lo largo de la fuente hídrica (Quebrada Blanca y Quebrada el Cerezo, que abastecen el distrito de riego y el acueducto doméstico), cercamiento de la zona adyacente al recurso hídrico para evitar el paso de ganado, y por lo tanto el deterioro de la cuenca, y la compra de algunos predios situados en estas zonas estratégicas. En efecto, al aumentar la cobertura forestal se reduce el cauce durante época de lluvias y se eleva en época seca (Guo et al., 2008). Estas acciones han sido impulsadas por decisión propia de algunos campesinos, por Asofonté y mediante decretos de la alcaldía.

Cultivos por clima

Se elige el tipo de hortaliza a sembrar teniendo en cuenta las condiciones de variabilidad climática, como la época de lluvia o sequía. Ya que cada hortaliza posee requisitos hídricos y tiempo de cosecha diferentes (Figura 9).

Arar con yunta

La forma de arar la tierra se considera también una adaptación, ya que puede incidir sobre la degradación del suelo, la infiltración del agua y el crecimiento radicular de las plantas y, por ende, incide en la producción agrícola (Baker et al., n.d.). En ese sentido, labrar con yunta implica menores cambios en la estructura, perfil del suelo y en los procesos bióticos (Suárez & Ríos, 2005), en comparación con prácticas convencionales donde su finalidad es aflojar y remover el suelo, que ocasiona la pérdida y compactación del mismo (Caicedo-G. et al., 2004). Solo dos de los entrevistados aran la tierra utilizando yunta con bueyes, las principales razones para realizar esta práctica están orientadas a factores físicos del terreno (lo que impide el uso del tractor), al costo (es menos costoso arar con yunta) y a la compactación del suelo que el uso del tractor causa.

“Sin retobar, pero con yunta, para que el agua entre y las plantas enraícen mejor. Quedan terrones gruesos de tierra, pero no se compacta el suelo, no se forma un tipo de piso. Eso ayuda a que el agua se infiltre mejor.” – Mujer campesina de 45 años

Programas de financiación e incentivos agrícolas

Cerca del 73% de los entrevistados afirmó haber solicitado y obtenido préstamos al Banco Agrario de Colombia. Los programas de subsidios, préstamos e incentivos

gubernamentales pueden influir en las prácticas de producción agrícola y la gestión financiera (Smit & Skinner, 2002). En este caso, los préstamos e incentivos otorgados fueron para la compra de insumos (agroquímicos), tecnología como máquinas (fumigadora, estacionarias, etc.) e invernaderos; en algunas ocasiones les proporcionaron incentivos económicos tales como la disminución en la tasa de interés. Esta adaptación puede subsidiar y apoyar a la continuidad o innovación en la actividad agrícola.




Invernadero






En relación a la adaptación anterior, el uso de invernaderos le posibilita al agricultor sembrar cultivos sin importar la época del año, ya que permiten controlar las condiciones ambientales de humedad y temperatura, así como aislar los cultivos de agentes climatológicos como vientos o lluvias (Escobar & Lee, 2009).













Es importante resaltar que los invernaderos requieren una suma de dinero considerable, adicionalmente, se puede tecnificar más o menos dependiendo del capital que se tenga. De tal forma que hay invernaderos que cuentan con reservorios de agua, con sistemas de riego en goteo y mallas especiales antitrips que le confiere mayores ventajas respecto a otros invernaderos, que no posean esto, o a cultivos en la intemperie. Los entrevistados que poseían esta adaptación, cultivaban hortalizas, especialmente tomate (debido a su alta susceptibilidad a las lluvias, Figura 9).

Tecnología e innovación: Diversidad de semillas

El uso de semillas provenientes de diferentes regiones de Colombia, que conlleva al aumento de la diversidad genética, puede promover mejor adaptación ante los cambios ambientales (Altieri, 2013). Esta adaptación sucede puntualmente para el caso de la cebolla cabeza, ya que existe una gran variedad de semillas adaptadas a diferentes condiciones ambientales. Estas son comercializadas en La Central de Abastos en Bogotá.

Tabla 4. Principales adaptaciones campesinas ante la variabilidad climática. Los símbolos indican el tipo de cultivo ( girasol,  frutales y  hortalizas) en el cual se reportó la adaptación. El color hace referencia al tipo de presión que están sometidas las adaptaciones: presiones endógenas es decir a escala micro en color rojo y presiones exógenas a escala meso y macro en color azul.





Adaptación	Veredas	Cultivos			Endógena/ Exógena
Distrito de riego	F				Macro
Reservorio de agua	M				Macro
Bocatoma	M				Macro










Adaptación	Veredas	Cultivos			Endógena/ Exógena
					
Conservación de la fuente hídrica	F, M, LL				Micro
Cultivos por clima	F, M, LL				Maro
Ara con Yunta	F				Micro
Programas de financiación e incentivos agrícolas	F, M, LL				Meso
Invernadero	F, M				Macro
Tecnología e innovación: Diversidad de semillas	M				Meso

6.4 Las adaptaciones de los campesinos ante la variabilidad climática y su potencial efecto sobre anuros.

El Plan de Acción para la Conservación de los Anfibios (Wren et al., 2015) a nivel global propone una serie de acciones de conservación, las cuales se han puesto a prueba a partir de diferentes estudios de caso que evalúan su efectividad real en conservación. En la actualidad, la iniciativa de “Conservation Evidence” reseña 2584 acciones de conservación para biodiversidad, de las cuales 129 son específicas para anfibios y 50 acciones cumplen con los criterios de búsqueda propuestos en la metodología; de las cuales 7 son contrastables con las adaptaciones y prácticas de manejo locales (Tabla 5, Anexo 7).

Tabla 5. *Aplicando la evidencia de conservación a escala local.* Comparación de medidas de conservación de anfibios a nivel global y su aplicación local a partir de las adaptaciones y las prácticas de manejo, caracterizadas en el presente estudio. El efecto sobre los anuros, es reportado según la categoría que Conservation Evidence le asignó a cada acción de conservación.

Medida de conservación	Efecto	Veredas	Cultivos			Adaptación o practica de manejo
Crear estanques para ranas	Beneficioso	M				Cuerpos de agua artificiales
Crear refugios	Probablemente sea beneficioso	F, M, LI				Piedras, troncos y arboles dentro y cerca de los cultivos

Medida de conservación	Efecto	Veredas	Cultivos			Adaptación o practica de manejo
Translocar rana	Compensación entre beneficios y daños	M				Mover ranas de un cuerpo de agua artificial, a una quebrada, en lugar de sacrificarlas
Uso de herbicidas para controla la vegetación	Dañino	F, M, LI				Aumento en el uso de herbicidas y otros agroquímicos en la época de lluvias
Elimine mecánicamente la vegetación del suelo o del piso medio.	Efectividad desconocida (evidencia limitada)	F, M, LI				Cortar malezas en lugar de aplicar herbicidas.
Reducir los pesticidas o fertilizantes	Efectividad desconocida (evidencia limitada)	F				Medidas alternativas para eliminar plaga del durazno.
Plantar franjas de amortiguación ribereñas	Efectividad desconocida (evidencia limitada)	F, M				Conservación de fuentes hídricas: siembra de árboles.

A continuación, se describen otras adaptaciones y prácticas de manejo que posiblemente beneficien o desfavorezcan el uso de la matriz por parte de anuros, pero que no han sido reportadas por Smith y colaboradores (2014) o estudiadas. La creación del distrito de riego en Ferralarada, el uso de reservorio de agua y la creación de bocatomas, aumentan el acceso al agua para actividades agrícolas, de tal que forma que el distrito de riego, el reservorio de agua y la bocatoma facilita la agricultura (cobertura vegetal) y podría aumentar la humedad relativa en estas coberturas agrícolas durante meses de sequía (FAO, 2005) en comparación con otras coberturas de la matriz, como los pastos. En coberturas con microclimas con baja humedad, aumenta la probabilidad de deshidratación de los anuros cuando termorregulan (Nowakowski et al., 2027), por el contrario, en ambientes más húmedos la pérdida de agua por enfriamiento evaporativo puede ser compensada más fácilmente. El uso de yunta para arar la tierra en lugar de utilizar tractor y

retobo, genera menos impactos sobre la pérdida y degradación del suelo y a su vez puede aumentar la infiltración del agua y por lo tanto aumentar la humedad relativa (FAO, 2005).

Por otra parte, adaptaciones como el uso de cultivos según el clima, puede generar efectos positivos o negativos según el tipo de cultivo. Tendrían que ser evaluadas las diferentes coberturas de cultivos a lo largo de diferentes estaciones. Finalmente, los préstamos e incentivos económicos por parte del banco agrario podrían tener un efecto negativo sobre la calidad de la matriz al promover prácticas orientadas a la revolución verde, aumentar la productividad del sistema pero excluyendo los límites ecológicos del ecosistema.

7. ANALISIS DE RESULTADOS

7.1 Descripción del sistema socioecológico.

Como se mencionó anteriormente, este SSE se ha caracterizado por su vocación agrícola (Municipio de Choachí, 2020a), durante mucho tiempo los medios de vida de los habitantes han girado en torno a esta actividad. De tal forma que la identidad y el “dominio estable” del SSE en las últimas décadas se han relacionado y construido en base a la agricultura. Sin embargo, los SSEs pueden cambiar de estado (más o menos deseable), debido a impulsores (biológicos, sociales, políticos y económicos) y gestión adaptativa por parte de los actores (Gunderson, 2000; Walker et al., 2004). En este caso, el SSE presenta una tendencia a la disminución de la agricultura (Municipio de Choachí, 2016) y un aumento en la migración juvenil. De tal forma, el estado del SSE puede cambiar a uno diferente, por ejemplo, a uno menos deseable para la conservación de la biodiversidad de anuros, como lo es la ganadería y la homogenización del paisaje.

El cambio del estado del SSE puede verse exacerbado por los cambios en la variabilidad climática de las próximas décadas, para el caso de la zona de estudio se espera un incremento en la humedad y niveles de precipitación promedio (alrededor de 8,21% en Cundinamarca) y a su vez un aumento en la temperatura media anual (2,5°C en Cundinamarca; SDP, 2019), estaciones más extremas de lluvias y sequía, con una periodicidad menos regular (SDP, 2019). Además, aumento de enfermedades patógenas y plagas (Ramirez-Villegas et al., 2012), mayor erosión del suelo y cambios fenológicos en los cultivos (Altieri & Nicholls, 2011; WBG, 2014); afectando el crecimiento y rendimientos de los cultivos.

Actualmente, las prácticas agrícolas que predominan en este SSE son la labranza mediante el uso de tractor y retobo y el uso intensivo de insumos químicos para fertilizar y combatir plagas y enfermedades. Esto refleja una alta dependencia del sistema agrícola por el uso de insumos químicos, para solventar las dificultades del crecimiento y productividad de los cultivos, dificultades que se aumentarían por la variabilidad climática futura. Sin embargo, dichas soluciones solo son factibles a corto plazo, ya que estas provocan la erosión del suelo (Caicedo-G. et al., 2004), cambios en el ciclaje de nutrientes (Altieri & Nicholls, 2007), contaminan en los

cuerpos hídricos, pérdida de biodiversidad (puntualmente para el caso de anuros, el uso intensivo de agroquímicos afecta el desarrollo de la larva y aumenta la mortalidad en adultos (Brühl et al., 2013; Hyne et al., 2009), y pérdida de servicios ecosistémicos (Erb et al., 2013). De tal forma que los ecosistemas y por lo tanto los medios de vida los campesinos de las veredas de Ferralarada, Maza y Llanada se perjudiquen a largo plazo, de tal forma que esto provoque el cambio de estado en el SSE.

A su vez, las políticas públicas refuerzan la tendencia del SSE, a través de la eliminación y sustitución de la Asistencia Técnica gratuita para pequeños productores por el Servicio de Extensión Agropecuaria, dirigido al aumento de la productividad y competitividad de la agroindustria e ignorando prácticas basadas en agricultura ecológica (Ortiz-Guerrero et al., 2019). Por tal motivo, los pequeños agricultores enfrentan más dificultades al intentar acceder a asesorías permanentes, que les brinden herramientas y formación para racionalizar el uso de la tecnología y avanzar en la conservación de los recursos naturales de los cuales dependen, e incluso encontrar alternativas amigables con los ecosistemas y con la diversidad de anuros de la zona.

El estado del SSE, no solo se modifica por impulsores, si no a su vez por las acciones adaptativas de los actores (Gunderson, 2000; Walker et al., 2004), las cuales en este sistema se encuentra representada a través de la red social (Figura 3). Esta se caracteriza por índices bajos de densidad (0.031) y centralidad (0.275), lo que implica que hay pocos vínculos y por ende las adaptaciones no se transmiten tan rápidamente, ni perduran en el tiempo. Sin embargo, esto puede ser visto como una oportunidad, en la cual se pueden generar múltiples trayectorias, que luego establecen el camino de explotación a lo largo del cual se desarrolla el sistema, de tal forma que este pueda reorganizarse (Gunderson, 2000).

Por lo tanto, se puede trabajar en el fortalecimiento de estas redes, siguiendo las rutas de flujo de información encontradas y trabajando con los principales “actores con prestigio” encontrados (Grado de centralidad y poder de Bonacich, anexo 5). Ya que dichos actores poseen roles de líderes dentro de la red y son un medio para promover cambios y organizar diferentes dinámicas entorno a prácticas agroecológicas, que posibiliten la autosuficiencia del sistema y la conservación de anuros, y por lo tanto la sostenibilidad a largo plazo del SSE (Altieri & Nicholls, 2007; Perfecto & Vandermeer, 2008).

Finalmente, es evidente la presencia de agujeros estructurales en la red, es decir aquellos nodos que no se encuentran vinculados directamente, pero si a través de intermediarios. Existen vacíos entre los nodos con mayor centralidad (Figura 3), como el 120 y el 129 esto nos indica una oportunidad para el fortalecimiento de estos vínculos y así aumentar el flujo de información horizontal. En este mismo sentido, existen vacíos verticales, es decir entre diferentes instituciones públicas, encaminadas a regular el uso del suelo desde diferentes líneas de trabajo, como la conservación, vivienda y actividades agrícolas (ej: 128 (Coporinoquia), 106 (Alcaldía) y 189 (UMATA)), vacíos que pueden ser disminuidos mediante encuentros entre las entidades en espacios rurales.

7.2 Temperatura operativa de *Dendropsophus molitor* en diferentes cultivos y microhábitats.

La matriz es la cobertura más extensa y más conectada en paisajes fragmentados (Lowrance & Crow, 2002), particularmente la zona de estudio se caracteriza por poseer una matriz agrícola. Este tipo de matriz varía según la estructura y cobertura de la vegetación según el tipo cultivo, el tiempo de cosecha, la intensidad de la agricultura entre otros (Cocks, 2006; Cosentino et al., 2011; Xu et al., 2009), lo cual genera diferentes condiciones abióticas y bióticas que afectan el paso y uso de la misma por la biodiversidad (Driscoll et al., 2013).

Para el caso de los anuros la temperatura es una variable de gran importancia (Nowakowski et al., 2017), ya que esta puede ser una limitante para la persistencia de anuros en los paisajes (Nowakowski et al., 2017). De hecho, según el tipo de cobertura del suelo la idoneidad del hábitat (en términos termicos) variará espacialmente y temporalmente (Nowakowski et al., 2017); así mismo, las temperaturas de microhábitat también están influenciadas por la vegetación circundante de un tipo de cobertura del suelo (Robinson et al., 2021). En el presente estudio, se encontró que la varianza de la temperatura operativa de *Dendropsophus molitor* está relacionada principalmente con el tipo de cobertura (35,2%), el microhábitat (21,5%) y la interacción entre ambas (33,7%).

Las coberturas evaluadas fueron tomate, habichuela y girasol, y, el control correspondiente a pastos o áreas abiertas. Todas las coberturas de cultivo se caracterizaron por poseer elementos como rocas, árboles y troncos secos, los cuales pueden ser utilizados como refugios (Smith et al., 2014) por *Dendropsophus molitor* y fue precisamente donde se ubicaron algunos modelos de agar y se registró TO. Es importante destacar que estos elementos permanecen en los cultivos debido a las prácticas agrícolas establecidas por los campesinos de la comunidad.

Se evidencio una diferencia significativa entre la TO registrada en el control (pasto y área abierta) respecto a las demás coberturas y microhabitats (Figura 8). Así mismo, las temperaturas máximas diurnas fueron mayores en los pastos y las zonas abiertas respecto a la cobertura de tomate, habichuela y girasol (Figura 4-6). Se espera que los pastos afecten a *D. molitor*, ya que esta especie ha sido reportada en áreas intervenidas (lo cual podría reflejar una amplia capacidad de dispersión) y dependencia de estanques para reproducirse (Guarnizo et al., 2014; IUCN, 2019), lo cual puede representar una mayor exposición a las temperaturas altas y variables de la cobertura de pasto, en busca de estanques para reproducirse y migración juvenil, resultando en mayor probabilidad de deshidratación, depredación y mortalidad (Cushman, 2006; Watling & Braga, 2015).

Si bien las diferencias en el patrón de TO, entre pastos y cultivos se observó principalmente durante el día, y en contraste se ha reportado actividad (cantos) antes del anochecer de *D. molitor* (Guarnizo et al., 2014), por lo cual se espera que *D. molitor* presente actividad nocturna. De ser así, durante los picos más altos de temperatura diaria estaría conductualmente inactiva, sin embargo, su tasa

metabólica durante el reposo aumenta, de tal forma que durante la noche (período de actividad) requieran mayor tiempo de alimentación y disminuyen el tiempo de reproducción (Nowakowski et al., 2018). Sin embargo, es necesario estudiar sus límites de temperatura crítica (máxima y mínima), ya que, si estos son amplios, utilizar matrices compuestas por coberturas como pastos no le implicara una gran dificultad en comparación con especies restringidas de bosque (Ferrante et al., 2017).

Finalmente, la diferencia entre coberturas indica que la temperatura de TO en girasol es la que varía menos (en comparación con los controles) y es la única cobertura que se consolida en un clúster unificado. Lo cual podría indicar que sería la mejor cobertura para *D. molitor* ya que es la cobertura que registro temperaturas más lejanas a las máximas y mínimas de los pastos (Figura 8, Figura 5). Igualmente, la importancia de los microhábitats (Figura 8: Bajo rocas en tomate y tronco seco en habichuela) al presentarse patrones de TO homogéneos en diferentes coberturas, nos indica que dichos elementos que actúan como refugios son clave en el uso de la matriz agrícola. Para comprobar, entender con precisión y generar mejores estimaciones sobre cuál cobertura es mejor en términos térmicos para *D. molitor* es necesario abordar temas relacionados con su fisiología como los límites térmicos críticos máximos y mínimos. Adicionalmente, es necesario complementar estos estudios, ya que las áreas que son térmicamente adecuadas pueden ser inhóspitas de otras maneras, como por la cantidad y el tipo de agroquímicos aplicados y la intensidad de la preparación mecánica del sitio (Nowakowski et al., 2017).

7.3 Las adaptaciones de los campesinos ante la variabilidad climática y su potencial efecto sobre anuros.

Como se ha mencionado el cambio climático en la zona de estudio, generará condiciones que afecten la temperatura, precipitación y la estacionalidad de las épocas secas y lluviosas (SDP, 2019). Esto tendrá efectos negativos sobre los anuros andinos al provocarles estrés fisiológico (Urbina-Cardona, 2011). Una de las posibles consecuencias, es el cambio en la distribución geográfica altitudinal de las especies (Urbina-Cardona, 2011). Sin embargo, para que las especies en ambientes andinos se adapten dependen de características intrínsecas como: su viabilidad genética, tolerancias ecofisiológicas y de su capacidad de migración y dispersión (Urbina-Cardona, 2011). Se espera que las especies restringidas a bosques presentan una rápida y gran disminución, ya que poseen rangos bajos de temperatura crítica máxima y tolerancia térmica (Nowakowski et al., 2017).

Así mismo, se incrementará la competencia entre las especies que ampliaron su rango contra aquellas que no migraron y permanecen a la misma altitud (Urbina-Cardona, 2011). Por otra parte, los rangos geográficos de especies invasoras también pueden ampliarse, de tal forma que las especies nativas de anuros serán mucho más vulnerables (Flórez, 2000; Urbina-Cardona, 2011). Adicionalmente, los anuros están bajo presiones antrópicas como el cambio del uso del suelo y las coberturas terrestres en respuesta al cambio climático y la variabilidad climática (Nowakowski et al., 2017).

En el presente estudio se identificaron adaptaciones campesinas para enfrentar la variabilidad climática, las cuales modifican la matriz y por lo tanto la permeabilidad para el uso de la misma por anuros (Discroll et al., 2013), y a su vez pueden modificar la trayectoria del SSE (Walker et al., 2004). Algunas adaptaciones y prácticas de manejo posiblemente tienen efectos positivos en la conservación de anuros como la presencia de refugios a lo largo de los cultivos (Smith et al., 2014), las diferentes medidas de acceso al agua (distrito de riego, bocatoma o reservorio de agua), la creación de cuerpos de agua y la preparación del suelo mediante el arado con yunta.

Así mismo existen adaptaciones, que podrían afectar positiva o negativamente la permeabilidad de la matriz, por factores intrínsecos propios de las medidas adaptativas y prácticas de manejo, como la cobertura que el cultivo brinda y que debe ser evaluada para cada tipo de cultivo para entender con precisión cómo varía los rangos de temperatura en cada uno de ellos y a su vez según los límites de tolerancia térmica de los anuros andinos, cuales podrían utilizar dichas coberturas térmicamente óptimas. La translocación de anuros, que en el área de estudio se realizó de manera empírica. Por otra parte, la adaptación que posiblemente sea la más perjudicial para la conservación de anuros es el alto uso de agroquímicos para fertilizar y controlar plagas y enfermedades. De hecho, para la especie modelo *D. molitor* se identificó que el glifosato perjudica el tejido hepático en su fase como larva (Riaño et al., 2020), este componente es utilizado en múltiples agroquímicos e incluso como diluyentes (Riaño., 2020). Finalmente, es necesario investigar en torno a las prácticas y adaptaciones encontradas, ya que algunas no han sido estudiadas o no poseen suficiente evidencia científica como para afirmar si los efectos son positivos, negativos o mixtos en anuros.

Puntualmente para el caso de *D. molitor*, las condiciones térmicas actuales de la matriz sugieren que se caracteriza por ser heterogénea térmicamente, debido a las diferencias en la variabilidad de temperatura operativa entre coberturas de cultivos (tomate, girasol y habichuela) y entre los microhábitats (bajo rocas, tronco seco, plata y hojarasca); lo cual puede facilitar el uso de la matriz por *D. molitor*. Sin embargo, debido a la susceptibilidad de *D. molitor* con el glifosato, la matriz puede ser un impedimento en la conservación de anuros al posiblemente afectar el éxito de desarrollo de las larvas y por tanto el tamaño poblacional (Riaño et al., 2020). Es necesario urgentemente evaluar la condición de la matriz en términos de agroquímicos: si los niveles de toxicidad son mortales para *D. molitor* bajo las concentraciones recomendadas, las concentraciones que los campesinos utilizan y cómo esto afecta a las poblaciones de *D. molitor* y otros anuros andinos.

Finalmente, existe una alta probabilidad que el estado de SSE cambie de agricultura a ganadería y por lo tanto las adaptaciones positivas descritas anteriormente desaparezcan. Este escenario podría afectar diferencialmente a anuros, aquellos generalistas de matriz con altas tolerancias térmicas se verán beneficiados (Agudelo-Hz et al., 2019; Ferrante et al., 2017). Sin embargo, es importante considerar los límites críticos térmicos, para modelar cómo el futuro aumento de temperatura y la disminución de coberturas heterogéneas junto con la

de refugios pueda disminuir o aumentar la distribución, el área del hábitat térmicamente óptimo y el bienestar de *D. molitor*.

Para el caso de los anuros colombianos de la región andina, Agudelo-Hz y colaboradores (2017) encontraron, aún bajo el modelo de estabilización (RCP4.5) del cambio climático y la reducción de hábitats adecuados; conducirán a condiciones desfavorables para varias especies de anuros andinos para el 2050. Así mismo, la homogeneización del paisaje genera una disminución en la riqueza y abundancia de especies forestales y efectos negativos sobre la persistencia de las poblaciones durante el cambio climático (Ferrante et al., 2017; Piha et al., 2007). Las matrices adyacentes a los fragmentos forestales, como pastos dejan ampliamente expuestos los fragmentos ante vientos y adversidades, mientras que matrices como café o caña de azúcar en menor proporción, registrado menor riqueza de especies de anuros en fragmentos rodeados por matrices abiertas (Ferrante et al., 2017). El ganado favorece la riqueza y abundancia de especies generalistas (Ferrante et al., 2017), eliminando y degradando la hojarasca, refugio importante para la reproducción de anfibios terrestres asociados a bosques (Ferrante et al., 2017). Adicionalmente, las especies generalistas tienden a colonizar los fragmentos de bosque (Ferrante et al., 2017).

La pérdida y fragmentación del hábitat, sumado al cambio de la temperatura y una matriz compuesta por pastos y menos permeable afectará a corto plazo a especies con mayor capacidad de dispersión y/o rangos de tolerancia térmica menores a los de las nuevas temperaturas ambientales (Cushman, 2006; Marsh & Pearman, 1997) ya que se verán expuestas frecuentemente a condiciones intensas, aumentando su mortalidad, por deshidratación o depredación (Cushman, 2006).

En este sentido, Urbina-Cardona y colaboradores (2006) recomiendan vincular dos estrategias de manejo complementarias (a) controlar la pérdida de hábitat e incrementar la conectividad estructural y funcional, y (b) manejar las matrices antropogénicas y los bordes de los fragmentos remanentes para minimizar los disturbios y mejorar la calidad de hábitat, para la conservación de la herpetofauna andina en escenarios de cambio climático.

Teniendo en cuenta lo anterior es importante resaltar, la forma como los campesinos de las veredas de Maza, Ferralarada y Llanada manejan sus cultivos y la perspectiva que tiene sobre los anuros: A) todos los cultivos visitados se encontraron elementos como piedras, troncos secos, materia orgánica seca (hojarasca) y cuerpos de aguas naturales o artificiales, que pueden constituir refugios para *D. molitor* y otros anuros; B) Existe un bajo reconocimiento por parte de los campesinos sobre los posibles beneficios que los anuros podrían brindarles, a través del control de insectos en sus cultivos, sin embargo, esto no implica que los campesinos perciban a las ranas de forma negativa; C) Si bien la densidad de la red social del SSE es débil, se puede brindar herramientas para fortalecer dicha red y encaminarla hacia estrategias de conservación; D) todos los campesinos reportan que anteriormente las ranas eran más comunes y que en la actualidad rara vez son visibles, pero no están seguros del motivo de su disminución. Esto

concuenda con los declives reportados al comparar muestreos recientes con los realizados en los años 90's (Duarte-Ballesteros et al., 2021; Lemus Mejia et al., 2017).

8. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos al aplicar la metodología diseñada y revisar en detalle la literatura pertinente muestran relaciones positivas y negativas entre las estrategias adaptativas de manejo de los cultivos y la conservación de *Dendropsophus molitor*. La relación positiva se refleja en tres aspectos centrales: elementos dentro de los cultivos como refugios, conservación de fuentes hídricas y creación de fuentes hídricas artificiales. Por otra parte, la relación negativa se refleja en la alta dependencia del sistema a los agroquímicos que son potencialmente dañinos para *Dendropsophus molitor*.

Al revisar la influencia de la variabilidad climática sobre los procesos de adaptación en la zona de estudio, se pudo identificar que esta variable se relaciona a su vez con causas que proviene de diferentes escalas. Se identificaron dinámicas que responde a presiones endógenas (escala micro) y exógenas (escalas meso, macro).

La agricultura viabiliza muchas relaciones entre la sociedad y la naturaleza, sin embargo, este asunto no se ha usado de manera activa para la conservación de la biodiversa. Políticas públicas deben reconocer y actuar para incorporar diferentes formas de uso del suelo a dinámicas de conservación.

Los cultivos de tomate, habichuela y girasol son coberturas que son más permeables en términos térmicos para *D. mollitor*, ya que la variabilidad de la temperatura operativa es menor. De tal forma que la agricultura puede beneficiar la heterogenia de la matriz.

Se observo una influencia marcada, pero no coordinada, de las políticas sectoriales que actúan sobre SSE y que provienen de las escalas mencionadas.

Fortalecer redes y orientarlas para que esas redes ayuden a integrar las iniciativas de política pública (actuar de manera coordinada) y orientar el proceso de la conservación de la biodiversidad hacia una trayectoria más sostenible.

9. BIBLIOGRAFÍA

Adger, W. N. (2000). Social and ecological resilience: Are they related? *Progress in Human Geography*, 24(3), 347–364.

<https://doi.org/10.1191/030913200701540465>

Administración municipal Choachí. (2016). *Rendición de cuentas periodo 2016*.

Altieri, M. (2013). Construyendo resiliencia socio-ecológica en agroecosistemas: algunas consideraciones conceptuales y metodológicas. *Agroecología y Resiliencia Socioecológica: Adaptándose Al Cambio Climático*, 94–104.

- Altieri, M., & Nicholls, C. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas*, 16(1), 3–12. <https://doi.org/10.7818/ECOS.133>
- Altieri, & Nicholls, C. (2011). Cambio climático y agricultura campesina : impactos y respuestas adaptativas. *Revista de Agroecología LEISA, May*, 5–8.
- Anderson, M., Gorley, R. N., & Clarke, K. R. (2008). *PERMANOVA + for PRIMER user manual*. 1, 1:218.
- Baker, C. J., Saxton, K. E., Ritchie, W. R., & Reicosky, D. C. (n.d.). *Siembra con labranza cero en la agricultura de conservación*.
- Baquero, E., Rocha, P., & Hernández, J. A. (2019). La educación financiera y el sector rural. Caso de estudio Pasca, Cundinamarca. *Revista Universidad de La Salle*, 1(79), 277–293. <https://doi.org/10.19052/ruls.vol1.iss79.15>
- Bardsley, D. K. (2014). Limits to adaptation or a second modernity? Responses to climate change risk in the context of failing socio-ecosystems. *Environment, Development and Sustainability*, 17(1), 41–55. <https://doi.org/10.1007/s10668-014-9541-x>
- Benassy, C. (1977). Repercusiones de los tratamientos fitosanitarios sobre la fauna entomófaga de las cochinillas diaspinas. *Boletín Del Servicio de Defensa Contra Plagas e Inspeccion Fitopatologica*, 3(1/2), 147–156.
- Bennett, A. F., Radford, J. Q., & Haslem, A. (2006). Properties of land mosaics: Implications for nature conservation in agricultural environments. *Biological Conservation*, 133(2), 250–264. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.06.008>
- Binder, C. R., Hinkel, J., Bots, P. W. G., Pahl, C., Binder, C. R., Hinkel, J., Bots, P. W. G., & Pahl-Wostl, C. (2013). Research, part of a Special Feature on A Framework for Analyzing, Comparing, and Diagnosing Social-Ecological Systems Comparison of Frameworks for Analyzing Social-ecological Systems. *Ecology and Society*, 18(4), 26. <https://doi.org/10.5751/ES-05551-180426>
- Black, R., Stephen, R., Bennett, G., Thomas, S. M., & Beddington, J. R. (2011). Mobility as adaptation. *Nature*, 478, 447–449.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. C. (2002). *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Bovo, R. P., Navas, C. A., Tejedó, M., Valença, S. E. S., & Gouveia, S. F. (2018). Ecophysiology of amphibians: Information for best mechanistic models. *Diversity*, 10(4), 1–14. <https://doi.org/10.3390/d10040118>
- Brühl, C. A., Schmidt, T., Pieper, S., & Alscher, A. (2013). Terrestrial pesticide exposure of amphibians: An underestimated cause of global decline?

Scientific Reports, 3, 1–4. <https://doi.org/10.1038/srep01135>

- Cadger, K., Quaicoo, A. K., Dawoe, E., & Isaac, M. E. (2016). Development interventions and agriculture adaptation: A social network analysis of farmer knowledge transfer in Ghana. *Agriculture (Switzerland)*, 6(3). <https://doi.org/10.3390/agriculture6030032>
- Cereja, R. (2020). Critical thermal maxima in aquatic ectotherms. *Ecological Indicators*, 119(August), 106856. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106856>
- Clarke, K. R., & Gorley, R. N. (2015). Primer: User manual/tutorial. *Primer-E Ltd., Plymouth, UK*, 93.
- Cochrane, M. A., & Barber, C. P. (2009). Climate change, human land use and future fires in the Amazon. *Global Change Biology*, 15(3), 601–612. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01786.x>
- Cocks, M. (2006). Biocultural diversity: Moving beyond the realm of “indigenous” and “local” people. *Human Ecology*, 34(2), 185–200. <https://doi.org/10.1007/s10745-006-9013-5>
- Comelles, J. C., Mari, F. G., Botargues, A., Moreno, A., Portillo, J., & Torne, M. (2014). *El piojo de San José Quadraspidotus perniciosus (Comstock)*. December.
- Cosentino, B. J., Schooley, R. L., & Phillips, C. A. (2011). Connectivity of agroecosystems: Dispersal costs can vary among crops. *Landscape Ecology*, 26(3), 371–379. <https://doi.org/10.1007/s10980-010-9563-1>
- Coulson, R. N., & Tchakerian, M. D. (2010). The landscape in ecology. In *Basic Landscape Ecology* (KEL Partne, p. 69).
- Cruz-Piedrahita, C., Navas, C. A., & Crawford, A. J. (2018). Life on the edge: A comparative study of ecophysiological adaptations of frogs to tropical semiarid environments. *Physiological and Biochemical Zoology*, 91(1), 740–756. <https://doi.org/10.1086/695705>
- Cumming, G. S., Cumming, D. H. M., & Redman, C. L. (2006). Scale mismatches in social-ecological systems: Causes, consequences, and solutions. *Ecology and Society*, 11(1). <https://doi.org/10.5751/ES-01569-110114>
- Cushman, S. A. (2006). Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: A review and prospectus. *Biological Conservation*, 128(2), 231–240. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.031>
- Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M., & Varela-Ruiz, M. (2013). La Entrevista, Recurso Flexible y Dinámico-The interview, a Flexible and Dynamic Resource. *Investigación En Educación Médica*, 2(7), 162–167.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-50572013000300009&script=sci_arttext

- Driscoll, D. A., Banks, S. C., Barton, P. S., Lindenmayer, D. B., & Smith, A. L. (2013). Conceptual domain of the matrix in fragmented landscapes. *Trends in Ecology and Evolution*, 28(10), 605–613. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.06.010>
- Duarte-Ballesteros, L., Urbina-Cardona, J. N., & Saboyá-Acosta, L. P. (2021). Ensamblajes de anuros y heterogeneidad espacial en un ecosistema de páramo de Colombia. *Caldasia*, 43(1), 126–137. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/84860>
- Erb, K. H., Haberl, H., Jepsen, M. R., Kuemmerle, T., Lindner, M., Müller, D., Verburg, P. H., & Reenberg, A. (2013). A conceptual framework for analysing and measuring land-use intensity. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(5), 464–470. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.07.010>
- Escobar, H., & Lee, R. (2009). Manual de producción de tomate bajo invernadero. In *Manual de producción de tomate bajo invernadero* (Vol. 1).
- Etter, A., Andrade, A., Nelson, C. R., Cortés, J., & Saavedra, K. (2020). Assessing restoration priorities for high-risk ecosystems: An application of the IUCN red list of ecosystems. *Land Use Policy*, 99(July), 104874. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104874>
- Etter, A., McAlpine, C., Wilson, K., Phinn, S., & Possingham, H. (2006). Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 114(2–4), 369–386. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.11.013>
- Fahrig, L. (1997). *Relative Effects of Habitat Loss and Fragmentation on Population Extinction*. 61(3), 603–610.
- FAO. (2011). *Manual técnico : producción artesanal de semillas de hortalizas para la huerta familiar*.
- FAO. (2013). Captación Y Almacenamiento De Agua De Lluvia. In *Santiago de Chile*.
- FAO. (2019). *Vinculando los resultados del informe especial del IPCC 1,5 o C con la resiliencia climática rural en américa latina*.
- Ferrante, L., Baccaro, F. B., Ferreira, E. B., Sampaio, M. F. de O., Santos, T., Justino, R. C., & Angulo, A. (2017). The matrix effect: how agricultural matrices shape forest fragment structure and amphibian composition. *Journal of Biogeography*, 44(8), 1911–1922. <https://doi.org/10.1111/jbi.12951>

- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Chapin, F. S., Coe, M. T., Daily, G. C., Gibbs, H. K., Helkowski, J. H., Holloway, T., Howard, E. A., Kucharik, C. J., Monfreda, C., Patz, J. A., Prentice, I. C., Ramankutty, N., & Snyder, P. K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, *309*(5734), 570–574. <https://doi.org/10.1126/science.11111772>
- Franklin, J. F., & Lindenmayer, D. B. (2009). Importance of matrix habitats in maintaining biological diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106*(2), 349–350. <https://doi.org/10.1073/pnas.0812016105>
- Frans Geilfus. (2002). 80 Herramientas para el Desarrollo Participativo. In *NASPA Journal* (Vol. 42, Issue 4). [http://beu.extension.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/209/80herramientas para el desarrollo participativo..pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://beu.extension.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/209/80herramientas%20para%20el%20desarrollo%20participativo..pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- González-Jácome, A. (1955). *Ambiente y cultura en la agricultura tradicional de México: casos y perspectivas Environment and Culture in Mexican Traditional Agriculture: Case Studies and Perspectives*. <https://www.redalyc.org/pdf/104/10411204.pdf>
- Grass, I., Kubitzka, C., Krishna, V. V., Corre, M. D., Mußhoff, O., Pütz, P., Drescher, J., Rembold, K., Ariyanti, E. S., Barnes, A. D., Brinkmann, N., Brose, U., Brümmer, B., Buchori, D., Daniel, R., Darras, K. F. A., Faust, H., Fehrmann, L., Hein, J., ... Wollni, M. (2020). Trade-offs between multifunctionality and profit in tropical smallholder landscapes. *Nature Communications*, *11*(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15013-5>
- Guarnizo, C. E., Armesto, O., & Acevedo-Rincón, A. A. (2014). *Dendropsophus labialis* (Peters, 1863). In *Catálogo de Anfibios y Reptiles de Colombia* (pp. 56–61).
- Gunderson, L. H. (2000). Ecological resilience- In theory and application. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *32*(1), 425–239.
- Guo, H., Hu, Q., & Jiang, T. (2008). Annual and seasonal streamflow responses to climate and land-cover changes in the Poyang Lake basin, China. *Journal of Hydrology*, *355*(1–4), 106–122. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.03.020>
- Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., Lovejoy, T. E., Sexton, J. O., Austin, M. P., Collins, C. D., Cook, W. M., Damschen, E. I., Ewers, R. M., Foster, B. L., Jenkins, C. N., King, A. J., Laurance, W. F., Levey, D. J., Margules, C. R., ... Townshend, J. R. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, *1*(2), 1–10. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052>
- Hanneman, R. a, & Riddle, M. (2005). Introduction to Social Network Methods. *Riverside, CA: University of California, Riverside. On-Line Textbook*, 46(7),

5128–5130. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2006.08.002>

Hazera. (n.d.). *Hazera seeds of growth*. Girasol Ornamental.
<https://www.hazeralatinamerica.com/product/orit/>

Hyne, R. V, Wilson, S. P., & Byrne, M. (2009). *Frogs as bioindicators for chemical use in irrigation-based agriculture*. June.

IPCC. (2013). *Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* (T. F. Stocker, G.-K. D. Qin, M. Plattner, S. K. Tignor, J. Allen, A. Boschung, Y. Nauels, & V. Xia (eds.)). Cambridge University.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf

IUCN. (2019). *Dendropsophus molitor*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T89117408A85901543.en>.

IUCN. (2020). *Summary Statistics*. Table 4a: Number of Animal Species in Class Amphibia (Amphibians) in Each IUCN Red List Category by Order.
<https://www.iucnredlist.org/statistics>

Janssen, M. A., & Ostrom, E. (2006). Chapter 30 Governing Social-Ecological Systems. *Handbook of Computational Economics*, 2(05), 1465–1509.
[https://doi.org/10.1016/S1574-0021\(05\)02030-7](https://doi.org/10.1016/S1574-0021(05)02030-7)

Jarvis, A. (2014). Evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de la agricultura en la región Andina de Ecuador. *CIAT Políticas En Síntesis*, 13, 1–6. <https://ccafs.cgiar.org/node/47244#.X1LQNXIKJIU>

Kehoe, L., Kuemmerle, T., Meyer, C., Levers, C., Václavík, T., & Kreft, H. (2015). Global patterns of agricultural land-use intensity and vertebrate diversity. *Diversity and Distributions*, 21(11), 1308–1318.
<https://doi.org/10.1111/ddi.12359>

Kruess, A., & Tscharntke, T. (1994). Habitat fragmentation, species loss, and biological control. *Science*, 264(5165), 1581–1584.
<https://doi.org/10.1126/science.264.5165.1581>

Laurance, W. F. (2010). Beyond Island Biogeography Theory. In *The Theory of Island Biogeography Revisited* (pp. 214–236).

Laurance, W. F., Sayer, J., & Cassman, K. G. (2014). Agricultural expansion and its impacts on tropical nature. *Trends in Ecology and Evolution*, 29(2), 107–116. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2013.12.001>

Lowrance, R., & Crow, S. (2002). Implementation of Riparian Buffer Systems for

- Landscape Management. In *Landscape ecology in agroecosystems management* (Kindle, Vol. 1, p. 146).
- McLeman, R. A., & Hunter, L. M. (2011). Climate Change : Insights From Analogues. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 1(3), 450–461. <https://doi.org/10.1002/wcc.51>.Migration
- Montealegre, J. (2009). *Estudio de la variabilidad climática de la precipitación en Colombia asociada a procesos oceanicos y atmosféricos de meso y gran escala*. Bogotá: IDEAM - Subdirección de Meteorología .
- Municipio de Choachí. (2016). *Plan de desarrollo del municipio de Choachí. “Unidos progresamos más 2016-2019”*.
- Municipio de Choachí. (2020a). *Plan de accion territorial municipio de Choachi, Cundinamarca. Choachi eficiente y transparente 2020-2023*. <https://doi.org/10.1155/2010/706872>
- Municipio de Choachí. (2020b). *Plan de desarrollo municipal. Choachi eficiente y transparente 2020-2023*.
- Navas, C., & Araujo, C. (2000). The Use of Agar Models to Study Amphibian Thermal Ecology. *Society for the Study of Amphibians and Reptiles*, 34(2), 330–334.
- Navas, Carlos A., Jared, C., & Antoniazzi, M. M. (2002). Water economy in the casque-headed tree-frog *Corythomantis greeningi* (Hylidae): Role of behaviour, skin, and skull skin co-ossification. *Journal of Zoology*, 257(4), 525–532. <https://doi.org/10.1017/S0952836902001103>
- Navas, Carlos Arturo, Carvajalino-Fernández, J. M., Saboyá-Acosta, L. P., Rueda-Solano, L. A., & Carvajalino-Fernández, M. A. (2013). The body temperature of active amphibians along a tropical elevation gradient: Patterns of mean and variance and inference from environmental data. *Functional Ecology*, 27(5), 1145–1154. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12106>
- Navas, & Otani, L. (2007). Physiology, environmental change, and anuran conservation. *Phyllomedusa*, 6(2), 83–103. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9079.v6i2p83-103>
- Nowakowski, A. J., Watling, J. I., Thompson, M. E., Bruschi, G. A., Catenazzi, A., Whitfield, S. M., Kurz, D. J., Suárez-Mayorga, Á., Aponte-Gutiérrez, A., Donnelly, M. A., & Todd, B. D. (2018). Thermal biology mediates responses of amphibians and reptiles to habitat modification. *Ecology Letters*, 21(3), 345–355. <https://doi.org/10.1111/ele.12901>
- Nowakowski, A. J., Watling, J. I., Whitfield, S. M., Todd, B. D., Kurz, D. J., & Donnelly, M. A. (2017). Tropical amphibians in shifting thermal landscapes

- under land-use and climate change. *Conservation Biology*, 31(1), 96–105.
<https://doi.org/10.1111/cobi.12769>
- Núñez, S., & Scatoni, I. (2013). Tecnología disponible para el manejo de plagas en frutales de hoja caduca. *Serie Técnica.*, May, 150.
- Oteros-Rozas, E., Ruiz-Almeida, A., Aguado, M., González, J. A., & Rivera-Ferre, M. G. (2019). A social-ecological analysis of the global agrifood system. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(52), 26465–26473. <https://doi.org/10.1073/pnas.1912710116>
- Perfecto, I., & Vandermeer, J. (2008). Biodiversity conservation in tropical agroecosystems: A new conservation paradigm. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134, 173–200.
<https://doi.org/10.1196/annals.1439.011>
- Perfecto, I., & Vandermeer, J. (2010). The agroecological matrix as alternative to the land-sparing/agriculture intensification model. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(13), 5786–5791.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0905455107>
- Pfeifer, M., Lefebvre, V., Peres, C. A., Banks-Leite, C., Wearn, O. R., Marsh, C. J., Butchart, S. H. M., Arroyo-Rodríguez, V., Barlow, J., Cerezo, A., Cisneros, L., D’Cruze, N., Faria, D., Hadley, A., Harris, S. M., Klingbeil, B. T., Kormann, U., Lens, L., Medina-Rangel, G. F., ... Ewers, R. M. (2017). Creation of forest edges has a global impact on forest vertebrates. *Nature*, 551(7679), 187–191.
<https://doi.org/10.1038/nature24457>
- Phillips, H. R. P., Halley, J. M., Urbina-Cardona, J. N., & Purvis, A. (2018). The effect of fragment area on site-level biodiversity. *Ecography*, 41(7), 1220–1231. <https://doi.org/10.1111/ecog.02956>
- Ramirez-Villegas, J., Salazar, M., Jarvis, A., & Navarro-Racines, C. E. (2012). A way forward on adaptation to climate change in Colombian agriculture: Perspectives towards 2050. *Climatic Change*, 115(3–4), 611–628.
<https://doi.org/10.1007/s10584-012-0500-y>
- Riaño, C., Ortiz-Ruiz, M., Pinto-Sánchez, N. R., & Gómez-Ramírez, E. (2020). Effect of glyphosate (Roundup Active®) on liver of tadpoles of the colombian endemic frog *Dendropsophus molitor* (amphibia: Anura). *Chemosphere*, 250.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126287>
- Ripa, R., Vargas, R., Larral, P., & Rodríguez, S. (2007). Plagas Del Palto. *INIA, Tierra Adentro*, 5. <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR34134.pdf>
- Riquelme, N. A., Díaz-Páez, H., & Ortiz, J. C. (2016). Thermal tolerance in the Andean toad *Rhinella spinulosa* (Anura: Bufonidae) at three sites located along a latitudinal gradient in Chile. *Journal of Thermal Biology*, 60, 237–245.

<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2016.07.019>

- Robinson, D., Warmsley, A., Nowakowski, A. J., Reider, K. E., & Donnelly, M. A. (2021). *The value of remnant trees in pastures for a neotropical poison frog*. 2013, 345–352. <https://doi.org/10.1017/S0266467413000382>
- Rouse, J. D., Bishop, C. A., & Struger, J. (1999). Nitrogen pollution: An assessment of its threat to amphibian survival. *Environmental Health Perspectives*, 107(10), 799–803. <https://doi.org/10.1289/ehp.99107799>
- Roznik, E. A., Rodriguez-Barbosa, C. A., & Johnson, S. A. (2018). Hydric balance and locomotor performance of native and invasive frogs. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6(OCT), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fevo.2018.00159>
- Santos-Barrera, G., & Urbina-Cardona, J. N. (2011). The role of the matrix-edge dynamics of amphibian conservation in tropical montane fragmented landscapes. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82(2), 679–687. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.2.463>
- Saunders, D. A., Hobbs, R. J., & Margules, C. R. (1999). Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *NCASI Technical Bulletin*, 2(781), 469–470. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(92\)90725-3](https://doi.org/10.1016/0006-3207(92)90725-3)
- Schiesari, L., Grillitsch, B., & Grillitsch, H. (2007). Biogeographic biases in research and their consequences for linking amphibian declines to pollution. *Conservation Biology*, 21(2), 465–471. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00616.x>
- Schiffer, E. (2007). Manual: Net-map toolbox influence mapping of social networks. *Sunbelt Conference of the International Network of Social Network Analysis*, May, 1–6.
- Schneider-Maunoury, L., Lefebvre, V., Ewers, R. M., Medina-Rangel, G. F., Peres, C. A., Somarriba, E., Urbina-Cardona, N., & Pfeifer, M. (2016). Abundance signals of amphibians and reptiles indicate strong edge effects in Neotropical fragmented forest landscapes. *Biological Conservation*, 200, 207–215. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.06.011>
- SDP, S. distrital de planeación. (2019). Anexo 01 del Documento Técnico 04. Análisis sobre Cambio Climático. In *Documento Técnico de Soporte del PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE BOGOTÁ*. http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/CONCEJO/4-DOCUMENTO_TECNICO_DE_SOPORTE_CONCEJO/DT04_Anexo01_Analisis_sobre_Cambio_Climatico.pdf
- Secretaría de agricultura de Cundinamarca. (2017). *Distritos de Riego*. Distritos de Riego. <http://www.cundinamarca.gov.co/Home/SecretariasEntidades.gc/Secretariade>

agricultura/Secagriculturadespliegue/asdesarrollorural_contenidos/csecreagri_
distritos-de-riego

- Smit, B., McNabb, D., & Smithers, J. (1996). Agricultural adaptation to climatic variation. *Climatic Change*, 33(1), 7–29. <https://doi.org/10.1007/BF00140511>
- Smit, B., & Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 282–292. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008>
- Smit, Barry., & Skinner, M. W. (2002). Adaptation options in agriculture to climate change: A typology. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 7(1), 85–114. <https://doi.org/10.1023/A:1015862228270>
- Smith, R. K., Meredith, H., & Sutherland, W. J. (2014). Amphibian Conservation. Global evidence for the effects of interventions. In *What Works in Conservation* (pp. 9–64). <https://www.conservationevidence.com/data/index>
- Starzomski, B. M. (2004). Berkes, F., J. Colding, and C. Folke. 2003. Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change. Cambridge University Press, Cambridge, UK. *Ecology and Society*, 9(1), art1. <https://doi.org/10.5751/ES-00601-090101>
- Suárez, J., & Ríos, A. (2005). El tractor y la tracción animal Tractor vs animal power. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 14(2), 40–43.
- The Resilience Alliance. (2010). Assessing resilience in social-ecological systems: Workbook for practitioners. *Resilience Alliance*, November 2015, 54. <http://www.resalliance.org/3871.php>
- Tilman, D., Fargione, J., Wolff, B., D'Antonio, C., Dobson, A., Howarth, R., Schindler, D., Schlesinger, W. H., Simberloff, D., & Swackhamer, D. (2001). Forecasting agriculturally driven global environmental change. *Science*, 292(5515), 281–284. <https://doi.org/10.1126/science.1057544>
- UNESCO. (2017). La educación al servicio de los pueblos y el planeta : Creación de Futuros Sostenibles Para Todos. In *Plan Nacional Decenal de Educación 2006 -2016*.
- Urbina-Cardona, J. (2011). Gradientes Andinos en la Diversidad y Patrones de Endemismo en Anfibios y Reptiles de Colombia: Posibles Respuestas al Cambio Climático. *Revista de La Facultad de Ciencias Básicas*, 7(1), 74–91. <https://doi.org/10.18359/rfcb.2065>
- Van der Hammen, M. C., Cano, C., Palacio, D. C., Lulle, T., de Urbina, A., Chenut, P., Garavito, L., Pinilla, D., Gómez, P., Morales, D., Velásquez, C., Gonzalez, H., Abello, R., Rincón, N., Herrera, E., & Arana, C. (2015). Caracterización socioeconómica y cultural del Complejo de Páramos Cruz Verde-Sumapáz en

- jurisdicción de la CAM, CAR, Cormacarena, SDA y Corporinoquia. *Repositorio Institucional de Documentación Científica Humboldt*, 014(14), 343.
<http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9563>
- Villamil, A., Villamizar, X., & Ortiz-Guerrero, C. (2017). *Una aproximación a la adaptación al cambio climático de los sistemas de producción ganaderos de los pequeños productores de la vereda El Rosario, municipio de Choachí, Cundinamarca*.
- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. (2004). Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2). <https://doi.org/10.5751/ES-00650-090205>
- Watling, J. I., Arroyo-Rodríguez, V., Pfeifer, M., Baeten, L., Banks-Leite, C., Cisneros, L. M., Fang, R., Hamel-Leigue, A. C., Lachat, T., Leal, I. R., Lens, L., Possingham, H. P., Raheem, D. C., Ribeiro, D. B., Slade, E. M., Urbina-Cardona, J. N., Wood, E. M., & Fahrig, L. (2020). Support for the habitat amount hypothesis from a global synthesis of species density studies. *Ecology Letters*, 23(4), 674–681. <https://doi.org/10.1111/ele.13471>
- Watling, J. I., & Braga, L. (2015). Desiccation resistance explains amphibian distributions in a fragmented tropical forest landscape. *Landscape Ecology*, 30(8), 1449–1459. <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0198-0>
- Watling, J. I., Nowakowski, A. J., Donnelly, M. A., & Orrock, J. L. (2011). Meta-analysis reveals the importance of matrix composition for animals in fragmented habitat. *Global Ecology and Biogeography*, 20(2), 209–217. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00586.x>
- WBG, (World Bank Group). (2014). *Bajemos la temperatura : cómo hacer frente a la nueva realidad climática* (World Bank. (ed.); Vol. 4). World Bank.
<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/20595>
- Wood, B. A., Blair, H. T., Gray, D. I., Kemp, P. D., Kenyon, P. R., Morris, S. T., & Sewell, A. M. (2014). Agricultural science in the wild: A social network analysis of farmer knowledge exchange. *PLoS ONE*, 9(8).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105203>
- Wren, S., Angulo, A., Meredith, H., Kielgast, J., Dos Santos, M., & Bishop, P. (2015). *Amphibian Conservation Action Plan*. IUCN SSC Amphibian Specialist Group. <https://www.iucn-amphibians.org/resources/acap/>
- Xu, J., Lebel, L., & Sturgeon, J. (2009). Functional links between biodiversity, livelihoods, and culture in a hani swidden landscape in southwest china. *Ecology and Society*, 14(2). <https://doi.org/10.5751/ES-02916-140220>

10. ANEXOS

Anexo 1. Medidas de bioseguridad.

A lo largo de la realización del presente trabajo, se tuvo en cuenta las medidas de bioseguridad dictaminados por el gobierno nacional de Colombia. Durante todas las actividades se usó tapabocas y se realizaron en áreas abiertas. Adicional durante la fase de pre-campo y campo se monitoreo constantemente la salud de la investigadora, motivo por el cual se realizó dos pruebas PCR y una prueba antígenos para Covid-19, todas con resultados negativos. Algunos de los datos de las pruebas fueron borrados por motivos de privacidad.

				Secretaría Distrital de Salud Laboratorio de Salud Pública Área de VIGILANCIA DE ENFERMEDADES Carrera 32 No. 12-81 Teléfono PBX 3649090 Extensiones 9938/9937/9928/9929	
Informe Individual Vigilancia Virus Respiratorios 040VE0501FE04 V2					
Número de radicado: 2020-216162371451562					
IDENTIFICACIÓN					
Institución	SUBRED NORTE	Nombre completo	PAJLA CAROLINA GONZALEZ GONZALEZ		
Procedencia		Fecha de recepción	06/10/2020		
Identificación	██████████				
Tipo muestra	HISOPADO NASOFARINGEO				
ANÁLISIS VE GENERAL					
RESULTADO DEL ANALISIS GENERADO POR EL LABORATORIO DE SALUD PUBLICA					
Resultado COVID-19 (rRT-PCR Virus SARS-CoV-2)					
Método de Análisis	Corman, et. Al (2020-V2) Charité Virology, Berlin, Germany			Fecha Generación de Reporte	2020-10-09
Resultado NUEVO CORONAVIRUS SARS-CoV-2	Negativo para NUEVO CORONAVIRUS SARS-CoV-2				
El Laboratorio de Salud Pública se responsabiliza exclusivamente de los análisis practicados a la muestra recepcionada. La información consignada en el resultado del ensayo, corresponde a la registrada en el acta de toma de muestra. El informe no se debe reproducir sin aprobación previa del Laboratorio.					
Reporte de uso exclusivo para el ciudadano. Recuerde que esta información es parcial e informativa. Por favor acérquese a reclamar su resultado en la institución donde tomo la muestra					

Prueba PCR realizada el 06 de octubre de 2020



SEDE BOGOTÁ CALLE 25G N° 85B-89.
Desde tu celular: 0328353815
WWW.LORENAVEJARANO.COM





05205162

Nombre : PAULA CAROLINA GONZALEZ GONZALEZ
Documento : ██████████
Doctor : NA
Empresa : PARTICULARES
Dirección : ██████████
Telefono : NA

Referencia : 05205162
Edad/Sexo : 24 / F
Fecha de Ingreso : 2020-11-17 12:20:40
Fecha Toma : 17/11/2020
Fecha Impresión : 2020-11-17 14:40:30.

ANALISIS	RESULTADO	UNIDADES	VALORES DE REFERENCIA
INMUNOSEROLOGIA			
PRUEBA ANTIGENOS SARS COV2 (COVID-19)			
Resultado :	NEGATIVO		

Prueba de antígenos para covid-19 realizada el 17 de noviembre de 2020



NOMBRE COMPLETO: Paula Carolina González González
DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN: ██████████
EDAD: 24
SEXO: Femenino
CORREO ELÉCTRONICO REGISTRADO: ██████████
TELÉFONO REGISTRADO: ██████████
MUNICIPIO/CIUDAD DE RESIDENCIA: Bogotá D.C. (Bogotá d C.)

FECHA DE RECOLECCIÓN: 2/12/2020
FECHA DE RESULTADO: 04/12/2020
FECHA DE ACCESO: 16/02/2021
CÓDIGO DE MUESTRA: BA117555

BIOLOGÍA MOLECULAR PARA LA DETECCIÓN DEL SARS-CoV-2 (COVID-19)

RESULTADO DE RT-PCR USANDO HISOPADO NASOFARÍNGEO O NASAL PROFUNDO **NEGATIVO**

El resultado de su prueba es negativo, lo cual quiere decir que la prueba no detectó en su nariz el material genético del virus que causa COVID-19, en el momento en el que se tomó la muestra.

Es importante aclarar que no es necesario tener una prueba RT-PCR positiva para el diagnóstico de COVID-19 y que recibir una prueba negativa no lo descarta. En caso de que usted presente síntomas de alarma (fiebre de más de 38 °C, dificultad para respirar, tos seca y malestar generalizado) le recomendamos comunicarse con nuestros profesionales en la línea telefónica del Proyecto COVIDA (3324019) para que ellos puedan analizar el resultado de este análisis junto con todos los demás aspectos de su historia clínica (como por ejemplo síntomas, posible exposición y los lugares en los que ha estado recientemente). En esta llamada, nuestro equipo le recomendará la ruta de atención más apropiada.

Para protegerse de exposición al virus, todos debemos seguir las recomendaciones del Instituto Nacional de Salud y del Ministerio de Salud y Protección de Colombia, que incluyen distanciamiento físico, uso de tapabocas, lavado de manos frecuente y cumplimiento del aislamiento preventivo obligatorio. Recuerde que si usted -o algún contacto cercano- presenta síntomas de COVID-19, debe entrar en aislamiento obligatorio y aplicar medidas de protección para usted y su familia. En este enlace podrá encontrar un folleto que incluye las recomendaciones de nuestros expertos para su cuidado, y el de su familia [COVIDA-intervenciones-individuales-4.pdf](#)

Prueba PCR realizada el 02 de diciembre de 2020

Anexo 2. Entrevista semiestructurada.

Formato de entrevista dirigido a agricultores en Choachí.

A) Entrevista semiestructurada

Formato de entrevista dirigido a agricultores en Choachí.

El propósito de esta entrevista es identificar percepciones de los campesinos sobre el cambio del clima. Así como, cuáles son las vulnerabilidades y estrategias que desarrollan para adaptarse a fenómeno y las prácticas de manejo de sus cultivos.

- 1 Nombre:
- 2 Vereda:
- 3 Altitud:

Preguntas introductorias

- 1 ¿Hace cuánto vive en su finca?
- 2 ¿Usted es propietario o arrendatario?
- 3 ¿Para qué actividades usa su finca? (Cultivo, potreros, bosque, otros).
- 4 ¿Que produce en su finca?
- 5 ¿Qué variedad de alimentos ha cultivado este año?

Percepciones sobre los cambios ocurridos en la comunidad (ambientales, económicos, políticos, culturales, etc.)

- 1 ¿Cuáles actividades económicas se desarrollan acá? ¿Como han cambiado estas actividades en el tiempo?
- 2 ¿Qué limitaciones lo han afectado recientemente para cultivar?
- 3 ¿Los cambios han sido beneficiosos o perjudiciales para su vida? ¿Como?

Adaptación: Como responden los campesinos frente a la variabilidad climática.

1. ¿Como la sequía/Lluvias le ha afectado en su vida? ¿Qué problemas hay por causa de esto?
2. ¿Qué cambios ha hecho para hacerle frente a la sequía/lluvias?
3. ¿Ha cambiado sus actividades productivas (nuevos cultivos, nuevas variedades o nueva actividad)? ¿Por qué motivo?
4. ¿Ha nivel de comunidad han realizado algo para enfrentar la variabilidad climática (reservorios de agua, distritos de riego, intercambiar conocimiento sobre nuevos cultivos, nuevas tecnologías)?

Prácticas de manejo

- 1 ¿Rota los cultivos en su finca? (Por cual motivo los rota)
- 2 ¿Deja descansar el suelo?
- 3 ¿Cuál cultivo considera más rentable?
- 4 ¿Qué tipo de insumos utiliza para eliminar las hierbas y las plagas?
- 5 ¿Siempre ha utilizado esta técnica, cual usaba antes y cual es más efectiva?
- 6 ¿Recibe asistencia técnica en su cultivo?
- 7 ¿Quién le proporciona esta asistencia?

Anexo 3. Modelo de agar *Dendropsophus mollitor*.



Ejemplar del museo javeriano *D. mollitor*



Molde del alginato del ejemplar *D. mollitor*



Modelo de agar *D. mollitor*

Anexo 4. Net-map

A) Preparación

Párrafo introductorio a la actividad:

Buenos días, mi nombre es Paula soy estudiante de ecología, muchas gracias a todos por venir hoy aquí.

Hoy vamos a hablar un poco sobre ranas, ya que ellas son muy importantes para los ecosistemas y también para sus cultivos. Las ranas ayudan a controlar insectos, que pueden ser plagas para sus cultivos y también son buenas para indicar que el agua esta buena y limpia. De pronto algunos de ustedes las han visto cerca de sus casas o cultivos. Aquí en Choachí hay diferentes especies de ranas unas más grandes y otras más pequeñas, pero ninguna se alimenta o perjudica sus cultivos, ni son venenosas, entonces son reamente amigables.

Pero las ranas para que sobrevivan necesitan vivir bien, así como nosotros. Necesitan de lugares adecuados para descansar, comer y reproducirse. A diferencia de nosotros, las ranas son muy sensibles a la temperatura, entonces si hace mucho calor se pueden morir cocinadas, necesitan agua para refrescarse.

Usualmente aquí ustedes conviven con ellas, pero por factores directos o indirectos el hábitat donde viven las ranas se ve afectado. Por ejemplo, se puede afectar cuando cambiamos bosque a otras coberturas o cuando ensuciamos el agua con químicos. Indirectamente se ven afectadas por la variabilidad climática, es decir por los cambios que ocurren en las épocas de sequia y lluvia, si ahora duran más o son más fuertes, si hay más heladas, fenómenos de niño y niña y así.

Hoy la idea es con un taller identifiquemos que hacen ustedes para enfrentar los cambios en las épocas lluvias y sequias, es decir que adaptaciones emplean para seguir con sus actividades productivas. Con esta información podre analizar un poco sobre cómo les va a ustedes y a las ranas aquí en sus veredas.

Objetivo de la actividad: Identificar que adaptaciones realizan ustedes para enfrentar las épocas de lluvias y sequias.

Explicación de la actividad: Lo que vamos a hacer hoy es ver cómo está compuesta la red social de la comunidad y como fluyen las adaptaciones. Entonces primero ustedes me dicen que adaptaciones realizan, las escribimos aquí junto con un número y después empezamos a ver quiénes los ayudaron, quienes participan o como surgieron esas iniciativas. De tal forma que vamos agregando stickers diferente para representar a cada uno de los actores

Después vamos vinculándolos (aquí puse algunos tipos de vínculos como conocimiento, tecnología, insumo o dinero, pero si ustedes saben de otros me dan diciendo para agregarlos de diferentes colores), y vamos escribiendo junto al vinculo el numero de la adaptación en la cual participa.

Inicio actividad

Las preguntas iniciales:

¿Ustedes si pensamos en esto de la variabilidad climática (sequia-lluvias), cuáles son las estrategias más importantes que han hecho? (Para seguir produciendo o seguir generando ingresos).

¿Ustedes de donde sacaron eso esa iniciativa?

Tipos de vínculos

Conocimiento

Dinero

Insumos

Tecnología

¿Y esta persona/entidad como le ayudo a realizar esta actividad? (le brindo conocimiento, dinero, le vendió insumos como abonos, semillas o le facilito el uso de herramientas tecnológicas).

Influencia

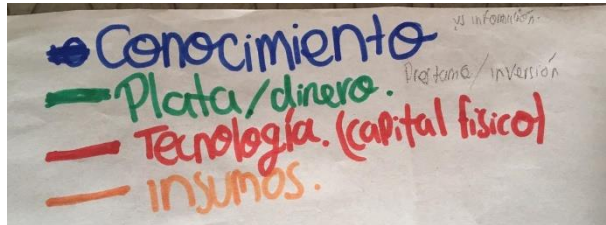
Primero definiremos la influencia, aquí nos vamos a referir a la persona que los demás escuchan o quien anda muy actualizado y es importante a la hora de aceptar nuevos cambios, tecnologías, etc. Entonces vamos a ver cada actor y le vamos agregar fichas, entre más fichas mayor influencia tiene, algún actor puede no tener fichas.

¿Este actor es influyente, esta al tanto de las adaptaciones, facilita que se realicen las adaptaciones?

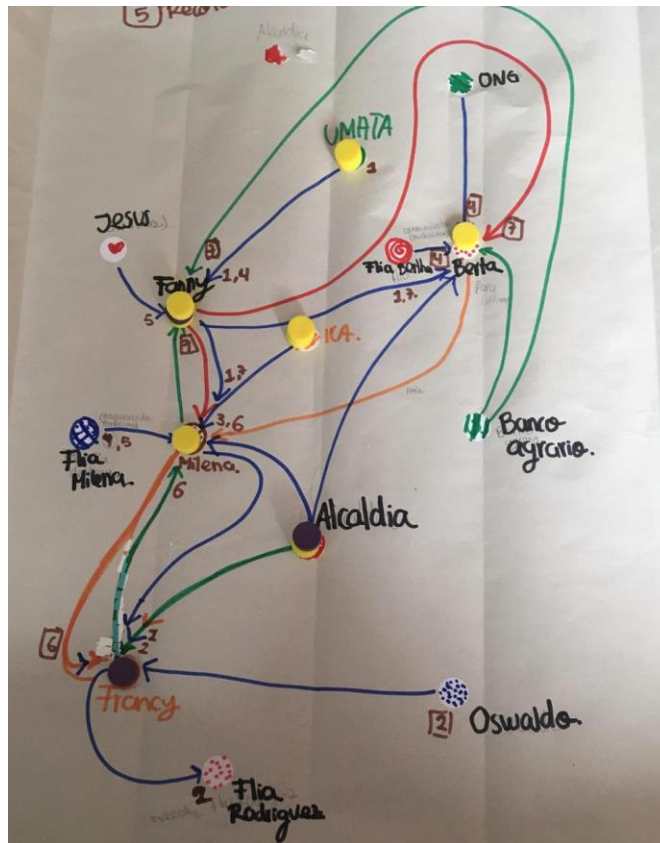
Ejemplo:

- Adaptaciones:
- 1) arar en época seca, sembrar en lluvias.
 - 2) Programa exportar flores. (g. vca)
 - 3) Fumigación.
 - 4) Cultivo x el clima.
 - 5) Relocación lluvia.
 - 6) abono de vaca
 - 7) Tractor

Lista de adaptaciones.



Tipos de vínculos.



Red social ejemplo utilizando metodología propuesta por Schiffer (2007).

Anexo 5. Tabla del grado de centralidad y poder de *Bonacich*

Actor	Centralidad y poder de Bonacich	Actor	Centralidad y poder de Bonacich	Actor	Centralidad y poder de Bonacich	Actor	Centralidad y poder de Bonacich	Actor	Centralidad y poder de Bonacich
100	0,257	120	2,097	140	0,06	160	0,223	180	1,221
101	0,09	121	0,551	141	0,664	161	3,304	181	0
102	0,221	122	0,27	142	0,978	162	0,111	182	0,27
103	0,111	123	0,001	143	0,002	163	0,589	183	0,27
104	0,029	124	0,491	144	1,275	164	0,003	184	0,664
105	0,166	125	0	145	0,332	165	0,221	185	0,221
106	0,002	126	0,221	146	0,221	166	0,332	186	0,029
107	1,423	127	0,221	147	0,058	167	0	187	3,851
108	0,224	128	0	148	0,062	168	0	188	0,06
109	4,24	129	0,273	149	2,138	169	0,111	189	0
110	1,09	130	0	150	0,12	170	0,448	190	0,271
111	0,096	131	2,633	151	0,014	171	0,887	191	0,135
112	0,029	132	0,221	152	0,448	172	0,029		
113	0,567	133	0,221	153	0,732	173	0,091		
114	0,135	134	0	154	0,492	174	0,125		
115	0	135	0,221	155	1,339	175	0,002		
116	0,731	136	0,892	156	0,03	176	0,096		
117	0,03	137	0,001	157	1,275	177	0		
118	2,527	138	0	158	0,664	178	0,072		
119	2,992	139	0,12	159	0,221	179	0,221		

Anexo 6. Tabla en detalle de las adaptaciones de los campesinos entrevistados en diferentes tipos de cultivo.

Tabla 1. Adaptaciones de los campesinos entrevistados que siembran hortalizas

Medida adaptativa		Detalles	Literatura de respaldo
1	Distrito de riego	La vereda de Ferralarada cuenta con un distrito de riego (ASOFONTÉ), el cual provee de agua para uso agropecuario a todos sus usuarios. Esta adaptación minimiza el riesgo de deficiencia hídrica para los cultivos durante la época de sequía, disminuyendo el riesgo de pérdida de la continuidad de la actividad agrícola.	Las innovaciones en gestión del recurso hídrico son adaptaciones ante la variabilidad climática, ya que abordan la deficiencia o excedente de agua (humedad), a través del desarrollo o modificaciones de sistemas de riego, transferencias de agua, desviaciones de agua y desalinización (Barry. Smit & Skinner, 2002). En este caso los distritos de riego, son construidos con la finalidad de dotar de agua, drenar y/o proteger contra inundaciones, para así aumentar la productividad agropecuaria en un área determinada (Secretaría de agricultura de Cundinamarca, 2017)
2	Reservorio de agua	La vereda de Maza no posee un distrito de riego, por esta razón la UMATA ha entregado a algunos de sus habitantes, reservorios de agua con capacidad de 50.000l. Esta adaptación disminuye los efectos de la sequía sobre las actividades agrícolas.	Las innovaciones en la gestión del recurso hídrico, son adaptaciones ante la variabilidad climática; ya que abordan la deficiencia o la excedencia de agua. Estas adaptaciones se dan a través del desarrollo o modificaciones de los sistemas de riego, transferencias y desviaciones del agua y desalinización (Smit & Skinner, 2002). En este caso los reservorios son pequeñas captaciones de agua lluvia usados a nivel de finca (FAO, 2013).

Medida adaptativa		Detalles	Literatura de respaldo
3	Conservación de la fuente hídrica	Siembra de árboles en las zonas adyacentes al nacimiento y a lo largo de la fuente hídrica (Quebrada Blanca y Quebrada el Cerezo) que abastecen el distrito de riego y el acueducto doméstico, para evitar desastres en la época de lluvias como avalanchas y reducción del caudal de la quebrada durante los meses de sequía.	La cobertura forestal se encuentra relacionada con el caudal de los ríos, cuando esta se encuentra presente, se reduce el caudal en época lluviosa y se eleva en época seca. Por el contrario, la reducción o eliminación de la cobertura forestal aumenta la probabilidad de inundaciones e impactos de la sequía (Guo et al., 2008).
		Cercamiento de la zona adyacente al recurso hídrico, para evitar el paso de ganado y por lo tanto el deterioro de la cuenca.	
		Las actividades anteriores vienen acompañadas con la compra de algunos predios situados en estas zonas estratégicas para la conservación de la fuente hídrica.	
4	Migración	Los jóvenes migran a otras actividades no relacionadas con la agricultura o se desplazan a otros territorios.	La migración es una forma de adaptación de las poblaciones humanas, que surge por diferentes presiones ambientales, sociales, políticas, económicas y culturales (McLeman & Hunter, 2011). Particularmente, en el caso de la agricultura se registró en Kenia una mayor migración de agricultores quienes cultivan en suelos degradados, en busca de nuevas oportunidades de ingresos (Black et al., 2011)

Medida adaptativa		Detalles	Literatura de respaldo
5	Diversificación de ingresos	Obtener ingresos para el hogar con actividades distintas a la siembra de cultivos, permite mitigar el riesgo de pérdidas de ingresos relacionada con el clima, entre otros factores.	La diversificación de las fuentes de ingresos económicos en las familias, se ha identificado como una adaptación que incluye empleos no agrícolas y pluriactividad. La búsqueda de nuevas fuentes de ingresos son producto de múltiples fuerzas que ejercen presión sobre los campesinos, incluido el clima (Smit & Skinner, 2002).
		La mayoría de entrevistados que cultivan hortalizas cuenta con al menos una segunda actividad generadora de ingresos, entre estas actividades se encuentran: plomería en el acueducto doméstico, administrar un negocio tipo tienda, porcicultura, piscicultura y el emplearse como mano de obra en otros cultivos.	
6	Programas de financiación e incentivos agrícolas	Préstamos con el Banco Agrario de Colombia para la compra de insumos y tecnología, que en algunas ocasiones son otorgados con incentivos económicos tales como la disminución en la tasa de interés. Esta adaptación puede subsidiar y apoyar a la continuidad o innovación en la actividad agrícola.	A través de los programas de apoyo, retribución agrícola, programas de subsidios, apoyo e incentivos gubernamentales, se puede influir en las prácticas de producción agrícola y la gestión financiera (Smit & Skinner, 2002). Posibilitando el acceso a tecnología (p.e. maquinaria e invernaderos).
7	Diversidad de semillas	Uso de semillas provenientes de diferentes regiones de Colombia, lo cual conlleva al aumento de la diversidad genética puede promover mejor adaptación ante los cambios ambientales.	El desarrollo de variedades e híbridos, pueden proporcionar opciones de cultivo que se adapten mejor a condiciones climáticas (humedad; Smit & Skinner, 2002).
		Esta adaptación sucede puntualmente para el caso de la cebolla cabezona, ya que existe una gran variedad de semillas adaptadas a diferentes condiciones ambientales. Son comercializadas en La Central de Abastos en Bogotá.	

Medida adaptativa		Detalles	Literatura de respaldo
8	Uso del suelo: Arado con yunta	Permite que el agua se infiltre mejor, esto beneficia a los cultivos en época de invierno ya que impide que se encarnen y las plantas se pudran.	Las modificaciones en las prácticas de producción agrícola, son adaptaciones que se encuentran íntimamente ligadas a la variabilidad climática; dentro de esta amplia variedad de cambios, se incluyen modificaciones en el tipo y/o variedad de cultivo o ganado, en el uso de la tierra, en la forma de labranza, en el momento de operaciones (siembra, fumigación y cosecha) según variables ambientales como la temperatura, humedad y época del año con la finalidad de maximizar la producción de la finca (Smit & Skinner, 2002). A su vez dichas modificaciones, se encuentran influenciadas por estímulos adicionales como económicos, tecnológicos, sociales y políticos (Smit & Skinner, 2002). Particularmente labrar la tierra utilizando yunta con bueyes, permite que las raíces penetren más profundamente sin gran obstrucción, suficiente humedad para las semillas y que el suelo no se compacte (Suárez & Ríos, 2005).
		Adicionalmente debido a que la tierra queda con terrones, facilita el crecimiento de las raíces.	
		Esta actividad protege el suelo.	
9	Cultivos por climas	Se elige el tipo de hortaliza a sembrar teniendo en cuenta las condiciones de variabilidad climática, como la época de lluvia o sequía. Ya que cada hortaliza posee requisitos hídricos y tiempo de cosecha diferentes.	Las modificaciones en las prácticas de producción agrícola, son adaptaciones que se encuentran íntimamente ligadas a la variabilidad climática; dentro de esta amplia variedad de cambios, se incluyen modificaciones en el tipo y/o variedad de cultivo o ganado, en el uso de la tierra, en la forma de labranza, en el momento de operaciones (siembra, fumigación y cosecha) según variables ambientales como la temperatura, humedad y época del año con la finalidad de maximizar la producción de la finca (Smit & Skinner, 2002). A su vez dichas modificaciones, se encuentran

Medida adaptativa		Detalles	Literatura de respaldo
			influenciadas por estímulos adicionales como económicos, tecnológicos, sociales y políticos (Smit & Skinner, 2002).
10	Conocimiento sobre funcionamiento del mercado	Algunos de los entrevistados poseen conocimientos relacionados con las dinámicas de oferta y demanda, de tal forma que pueden elegir que producto prefieren sembrar teniendo en cuenta el comportamiento del mercado y las posibles decisiones de siembra de otros campesinos. Esto puede generar sembrados con mayor valor, al cultivar alimentos que se encuentren poco cultivados pero demandados.	Mediante la educación financiera las personas desarrollan habilidades para la toma de decisiones informadas, de tal forma que sean capaces de evaluar riesgos e identificar oportunidades y así mejorar su bienestar económico. Para el caso de los agricultores, la educación financiera aumenta las capacidades de decisiones de inversión y de organización estructurada de sus finanzas, lo cual puede resultar en la inversión de un nuevo cultivo, materia prima o maquinaria (Baquero et al., 2019). Adicionalmente, la planificación, contabilidad, comercialización y el control de calidad son factores que se deben tener en cuenta dentro de la educación financiera (UNESCO, 2017).
11	Contabilidad	Solo algunos de los entrevistados, llevan con claridad los gastos e ingresos producidos por su cultivo. Esto permite tener información financiera confiable y por lo tanto tomar decisiones que puedan	Mediante la educación financiera las personas desarrollan habilidades para la toma de decisiones informadas, de tal forma que sean capaces de evaluar riesgos e identificar oportunidades y

Medida adaptativa	Detalles	Literatura de respaldo
	beneficiar el aumento de sus ingresos.	así mejorar su bienestar económico. Para el caso de los agricultores, la educación financiera aumenta las capacidades de decisiones de inversión y de organización estructurada de sus finanzas, lo cual puede resultar en la inversión de un nuevo cultivo, materia prima o maquinaria (Baquero et al., 2019). Adicionalmente, la planificación, contabilidad, comercialización y el control de calidad son factores que se deben tener en cuenta dentro de la educación financiera (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, 2017).
12	<p>Invernadero</p> <p>Posibilita sembrar diferentes cultivos sin importar la variabilidad climática. Los entrevistados lo usan para sembrar tomate.</p> <hr/> <p>Si bien dentro del invernadero aumenta la cantidad de plagas, los entrevistados han optado por controlarlas mediante el uso de agroquímicos o la compra de malla antitrips.</p>	Los invernaderos son estructuras de madera o metal con una cubierta plástica, los cuales son utilizados con el propósito de controlar las condiciones ambientales de humedad y temperatura, así como proteger el cultivo de agente climatológicos (como vientos o lluvias) e igualmente aislar las plantas de focos de contaminación externa (Escobar & Lee, 2009)

Tabla 2. Adaptaciones de los campesinos entrevistados que siembran girasoles.

Medida adaptativa	Detalles	Literatura de respaldo
1 Distrito de riego	La vereda de Ferralarada cuenta con un distrito de riego (ASOFONTÉ), el cual provee de agua para uso agropecuario a todos sus usuarios. Esta adaptación minimiza el riesgo de deficiencia hídrica para los cultivos durante la época de sequía, disminuyendo el riesgo de pérdida de la continuidad de la actividad agrícola.	Las innovaciones en gestión del recurso hídrico son adaptaciones ante la variabilidad climática ya que abordan la deficiencia o excedente de agua (humedad), a través del desarrollo o modificaciones de sistemas de riego, transferencias de agua, desviaciones de agua y desalinización (Smit & Skinner, 2002). En este caso los distritos de riego, son construido con la finalidad de dotar de agua, drenar o proteger contra inundaciones de tal forma que se aumente la productividad agropecuaria en un área determinada (FAO, 2019; Secretaría de agricultura de Cundinamarca, 2017)
2 Bocatoma	La vereda de Maza no posee distrito de riego. Aun así, se creó una bocatoma que abastece de 20 a 25 predios en la Vereda. Esta medida mitiga los efectos de la sequía.	Las innovaciones en la gestión del recurso hídrico, son adaptaciones ante la variabilidad climática; ya que abordan la deficiencia o la excedencia de agua. Estas adaptaciones se dan a través del desarrollo o modificaciones de sistemas de riego, transferencias de agua, desviaciones de agua y desalinización (Smit & Skinner, 2002). En este caso las bocatomas, funcionan como puntos de captación de agua, las cuales pueden marcar la diferencia entre la escasez y el resguardo productivo de pequeñas fincas (FAO, 2013, 2019).
3 Migración	Los jóvenes migran a otras actividades no relacionadas con la agricultura o se desplazan a otros territorios	La migración es una forma de adaptación de las poblaciones humanas, que surge por diferentes presiones ambientales, sociales, políticas, económicas y culturales (FAO, 2019; McLeman & Hunter, 2011). Particularmente, en el caso de la agricultura se registró en Kenia una mayor migración de agricultores quienes cultivan en suelos degradados, en busca de nuevas oportunidades de ingresos (Black et al. 2011).

Medida adaptativa		Detalles	Literatura de respaldo
4	Diversificación de ingresos	Obtener ingresos para el hogar con actividades distintas a la siembra de cultivos, permite mitigar el riesgo de pérdidas de ingresos relacionada con el clima, entre otros factores.	La diversificación de las fuentes de ingresos económicos en las familias, se ha identificado como una adaptación que incluye empleos no agrícolas y pluriactividad. La búsqueda de nuevas fuentes de ingresos son producto de múltiples fuerzas que ejercen presión sobre los campesinos, incluido el clima (Smit & Skinner, 2002).
		El entrevistado adicionalmente al cultivo de girasol, posee una vaca lechera. En algunas ocasiones puede vender la leche a sus vecinos.	
5	Conservación de fuentes hídricas	La alcaldía decretó la prohibición de tala de árboles y cobertura vegetal en las zonas adyacentes a Quebrada Blanca	La cobertura forestal se encuentra relacionada con el caudal de los ríos, cuando la cobertura forestal está presente se reduce el caudal en época de lluvias y se eleva el caudal en época seca. Por el contrario, la reducción o eliminación de la cobertura vegetal aumenta el potencial de inundaciones e impactos de la sequía (Guo et al., 2008).
6	Contabilidad	Solo algunos de los entrevistados, llevan con claridad los gastos e ingresos producidos por su cultivo. Esto permite tener información financiera confiable y por lo tanto tomar decisiones que puedan beneficiar el aumento de sus ingresos	Mediante la educación financiera las personas desarrollan habilidades para la toma de decisiones informadas, de tal forma que sean capaces de evaluar riesgos e identificar oportunidades y así mejorar su bienestar económico. Para el caso de los agricultores, la educación financiera aumenta las capacidades de decisiones de inversión y de organización estructurada de sus finanzas, lo cual puede resultar en la inversión de un nuevo cultivo, materia prima o maquinaria (Baquero et al., 2019). Adicionalmente, la planificación, contabilidad, comercialización y el control de calidad son factores que se deben tener en cuenta dentro de la educación financiera (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, 2017)

Medida adaptativa		Detalles	Literatura de respaldo
7	Tecnología e innovación: Semillas híbridas.	Las semillas genéticamente modificadas pueden ser una variedad útil para enfrentar diferentes condiciones ambientales cambiantes. En este caso particular el entrevistado afirma que las semillas híbridas tienen mejor rendimiento.	El desarrollo de variedades e híbridos, pueden proporcionar opciones de cultivo que se adapten mejor a condiciones climáticas (de humedad; (Smit & Skinner, 2002). Las semilla de girasol utilizadas son provenientes de Israel, producida por Hazera quienes reportan dos variedades de girasol híbrido Dorit y Orit las cuales son las resistente al frío (Hazera, n.d.)

Tabla 3. Adaptaciones de los campesinos entrevistados que siembran frutales

Medida adaptativa		Detalles	Literatura de respaldo
1	Distrito de riego	La vereda de Ferralarada cuenta con un distrito de riego (ASOFONTÉ), el cual provee de agua para uso agropecuario a todos sus usuarios. Esta adaptación minimiza el riesgo de deficiencia hídrica para los cultivos durante la época de sequía, disminuyendo el riesgo de pérdida de continuidad de la actividad agrícola.	Las innovaciones en gestión del recurso hídrico son adaptaciones ante la variabilidad climática ya que abordan la deficiencia o excedente de agua (humedad), a través del desarrollo o modificaciones de sistemas de riego, transferencias de agua, desviaciones de agua y desalinización (Smit & Skinner, 2002). En este caso los distritos de riego, son construido con la finalidad de dotar de agua, drenar o proteger contra inundaciones de tal forma que se aumente la productividad agropecuaria en un área determinada (Secretaría de agricultura de Cundinamarca, 2017)
2	Conservación de fuentes hídricas	Siembra de árboles en las zonas adyacentes al nacimiento y a lo largo de la fuente hídrica (Quebrada Blanca) que abastecen el distrito de riego y el acueducto doméstico, para evitar desastres en la época de lluvias como avalanchas y reducción del caudal de la quebrada durante los meses de sequía.	La cobertura forestal se encuentra relacionada con el caudal de los ríos, cuando la cobertura forestal está presente se reduce el caudal en época de lluvias y se eleva el caudal en época seca. Por el contrario, la reducción o eliminación de la cobertura vegetal aumenta el potencial de inundaciones e impactos de la sequía (Guo et al., 2008).

Medida adaptativa		Detalles	Literatura de respaldo
		Compra de predios en la zona adyacente al nacimiento y a lo largo de la fuente hídrica Quebrada Blanca.	
3	Migración	Los jóvenes migran a otras actividades no relacionadas con la agricultura o se desplazan a otros territorios	La migración es una forma de adaptación de las poblaciones humanas, que surge por diferentes presiones ambientales, sociales, políticas, económicas y culturales (McLeman & Hunter, 2011). Particularmente, en el caso de la agricultura se registró en Kenia una mayor migración de agricultores quienes cultivan en suelos degradados, en busca de nuevas oportunidades de ingresos (Black et al. 2011).
4	Diversidad de ingresos	<p>Obtener ingresos para el hogar con actividades distintas a la siembra de cultivos, permite mitigar el riesgo de pérdidas de ingresos relacionada con el clima, entre otros factores.</p> <p>Particularmente para el caso del entrevistado, adicional al cultivo de frutales, posee una tienda de comestibles.</p>	La diversificación de las fuentes de ingresos económicos en las familias, se ha identificado como una adaptación que incluye empleos no agrícolas y pluriactividad. La búsqueda de nuevas fuentes de ingresos son producto de múltiples fuerzas que ejercen presión sobre los campesinos, incluido el clima (Smit & Skinner, 2002).
5	Programas de financiación e incentivos agrícolas	Préstamos con el Banco Agrario de Colombia para la compra de insumos y tecnología, que en algunas ocasiones son otorgados con incentivos económicos tales como la disminución en la tasa de interés. Esta adaptación puede subsidiar y apoyar a la continuidad o innovación en la actividad agrícola.	A través de los programas de apoyo, retribución agrícola, programas de subsidios, apoyo e incentivos gubernamentales, se puede influir en las prácticas de producción agrícola y la gestión financiera (Smit & Skinner, 2002).

Medida adaptativa		Detalles	Literatura de respaldo
6	Programas de apoyo locales	La alcaldía promueve los cultivos de frutales en diferentes veredas del municipio, a través de capacitaciones con agrónomos y técnicos del SENA. Esta adaptación promueve a través de proyectos públicos el aumento de cultivos de interés, a su vez garantiza que los campesinos interesados tengan el conocimiento fundamental sobre los requerimientos de cada cultivo (p.e tipo de suelo), disminuyendo la posibilidad de cultivar plantas poco apropiadas para sus terrenos.	A través de los programas de apoyo, retribución agrícola, programas de subsidios, apoyo e incentivos gubernamentales, se puede influir en las prácticas de producción agrícola y la gestión financiera (Smit & Skinner, 2002).
7	Semillas de la zona	Búsqueda de semillas de la zona, que provengan de un ejemplar que muestren buenas condiciones. Esto garantiza al agricultor que la semilla no tendrá problemas con la variabilidad climática. Puntualmente el entrevistado lo ha realizado con semillas de aguacate.	Las variedades locales poseen características de adaptación al lugar en cuestión. Algunas son semillas desarrolladas por instituciones nacionales, semilla modificadas para obtener ventajas en el área de resistencia a plagas y enfermedades (FAO, 2011)
8	Alternativas para combatir plagas de gravedad económica.	Buscar diferentes alternativas para combatir plagas que generan grandes afectaciones económicas.	La posible especie plaga (<i>Pseudaulacaspis pentagona</i>) ha sido tratadas con agentes químicos y control biológico, <i>Prospaltella berlese</i> (Benassy, 1977; Núñez & Scatoni,

Medida adaptativa	Detalles	Literatura de respaldo
	<p>A pesar de las asesorías por parte de los agrónomos, ningún producto químico ha podido combatir eficazmente “el piojito” (posiblemente: <i>Pseudaulacaspis pentagona</i>), esto ha resultado en la afectación económica de muchos sembradores de frutales y hoy en el municipio quedan pocos frutales de durazno. Los pocos campesinos que quedan, han encontrado mediante máquina estacionaria lavar las plantas, lo cual ayuda a matar a la plaga, la cual prolifera durante la época seca.</p>	2013).
9	<p>Uso del suelo: Ciclaje de nutrientes</p> <p>En lugar de usar herbicidas para deshierbar, se corta las plantas no deseadas y se las deja compostar. Esta adaptación disminuye la deficiencia de nutrientes del suelo.</p> <p>En lugar de usar azadón para eliminar las malezas, se cortan para evitar dañar raíces jóvenes. Evitando el daño de las plantas de interés y minimizando el riesgo de reducir la productividad de los frutales.</p>	Partes de las plantas senescentes como hojas y madera, se acumulan en la superficie del suelo contribuyendo a la materia orgánica del mismo.

Anexo 7. Aplicando la evidencia de conservación a escala local. Comparación de medidas de conservación de anfibios a nivel global y su aplicación local a partir de las practicas caracterizadas en el presente estudio. El efecto sobre los anuros, es reportado según la categoría que Conservation Evidence le asigno a cada acción de conservación.

Medidas de conservación de anfibios propuestas desde la literatura científica	Descripción	Efecto sobre anfibios	Prácticas locales reportadas en el Municipio de Choachí (Presente estudio)
Crear estanques para ranas	La creación de estanques, de manera natural o mediante translocación permite que los anuros con ciclos de vida complejos (fase de huevo, larva y forma adulta) puedan colonizar y reproducirse en estos cuerpos de agua (Smith et al., 2014).	Beneficioso	Uno de los entrevistados, informó que creó un estanque artificial (sin propósitos de conservación de anfibios) y eventualmente fueron colonizando ranas en él. Sin embargo, decidió llevar las ranas junto con ayuda de su vecino a otra fuente hídrica (Cauce de la Quebrada Blanca), ya que deseaba colocar peces en el estanque.
Crear refugios	Los hábitats de refugio son aquellos, que proporcionan microclimas adecuados a los anfibios (temperatura en rangos idóneos para evitar deshidratación o sobrecalentamiento y protección de depredadores). Usualmente son rocas y troncos (Smith et al., 2014).	Probablemente sea beneficioso	<p>Todos los cultivos visitados poseen múltiples elementos que funcionan como refugios, tanto dentro del cultivo como alrededor del mismo. Principalmente se caracterizan por montículos de piedras, algunos árboles, troncos secos y hojarasca.</p> <p>En efecto, estos refugios fueron utilizados como microhábitats para la toma de datos de temperatura operativa (TO) con los modelos de agar. Los datos del presente estudio demuestran que la TO varía en función del tipo de microhábitat y el tipo de cultivo en el que esté inmerso (Tabla 2 y 3, Figura 7 y 8).</p>

Medidas de conservación de anfibios propuestas desde la literatura científica	Descripción	Efecto sobre anfibios	Prácticas locales reportadas en el Municipio de Choachí (Presente estudio)
Translocar rana	Traslado de huevos, juveniles o adultos, a nuevos sitios. La eficiencia varía según la especie, las condiciones ambientales y la respuesta de cada individuo, de tal forma que ésta medida ha obtenido en 58% de eficiencia pero un 20% de daño (Smith et al., 2014).	Compensación entre beneficios y daños	Como se mencionó anteriormente, uno de los entrevistados trasladó ranas desde un estanque creado a un cuerpo de agua natural. Esta translocación se realizó de manera empírica y principalmente porque el entrevistado percibe que las ranas se comen los peces en el estanque. Es importante resaltar, que el entrevistado pudo haber solo despojado a las ranas del estanque y dejarlas morir, pero prefirió translocadas a un lugar donde él pensó que estarían mejor. Sin embargo, se debe tener en cuenta que, para realizar una traslocación efectiva, que asegure la supervivencia de los individuos: (a) la captura y traslado se deben realizar siguiendo protocolos estándar (Urbina-Cardona et al., 2015); y (b) el sitio de liberación de individuos debe estar libre de contaminantes, especies invasoras (como rana toro o truchas), enfermedades emergentes (como el ranavirus o el hongo quitridio) o posibles depredadores (como gatos domésticos).

Medidas de conservación de anfibios propuestas desde la literatura científica	Descripción	Efecto sobre anfibios	Prácticas locales reportadas en el Municipio de Choachí (Presente estudio)
Uso de herbicidas para controlar la vegetación.	Eliminar maleza o vegetación del sotobosque, utilizando herbicidas como sustitución del fuego (Smith et al., 2014). Puntualmente para la especie de estudio <i>Dendropsophus molitor</i> , se encontró que el glifosato (herbicida de amplio espectro) genera alteraciones histológicas en el hígado de los renacuajos expuestos a este agente químico (Riaño et al., 2020).	Dañino	Casi la totalidad de los entrevistados utiliza herbicidas para eliminar la maleza. Es necesario entonces, en futuros estudios, determinar en que medida los diferentes microhábitats evaluados en los cultivos, mantienen protegidos a los anuros juveniles y adultos de los herbicidas y agroquímicos.
Eliminación mecánica de la vegetación.	Eliminar maleza o vegetación del sotobosque, de forma mecánica (Smith et al., 2014).	Efectividad desconocida (evidencia limitada)	Solo uno de los entrevistados recurre a cortar la maleza en lugar de utilizar herbicidas. Sin embargo, en la medida en que la cobertura herbácea y el sotobosque es eliminado, el hábitat de los anuros presenta mayor incidencia del viento, rayos UV, cambios abruptos en temperatura e incrementa la depredación debido a la ausencia de coberturas para el refugio o escape.
Reducir los pesticidas o fertilizantes	En la agricultura, a menudo se utilizan productos químicos para fertilizar y controlar plagas, malezas e infecciones fúngicas. Estos productos pueden contaminar tanto el medio terrestre como el acuático (por medio de la escorrentía), de tal forma que los anfibios se pueden ver afectados en cualquiera de sus etapas de vida (Smith	Efectividad desconocida (evidencia limitada) Esta medida de conservación fue evaluada a partir de estudios con información antes y	Los químicos son utilizados con mayor frecuencia durante la época de lluvias en los cultivos de hortalizas y girasol. Por otra parte, el campesino que cultiva frutales reportó no utilizar químicos para combatir la plaga del "Piojo blanco" (Anexo 6: Tabla 2). Cuatro de los entrevistados, asociaron el uso de agroquímicos como posible agente dañino para las ranas

Medidas de conservación de anfibios propuestas desde la literatura científica	Descripción	Efecto sobre anfibios	Prácticas locales reportadas en el Municipio de Choachí (Presente estudio)
	<p>et al., 2014). Por tal motivo, la disminución del uso de estos productos posiblemente beneficie las poblaciones de anfibios (Smith et al., 2014).</p>	<p>después de la reducción de agroquímicos, de tal forma que solo 1 estudio esta reportado.</p>	<p>Una adaptación importante, es la posibilidad de cultivar bajo invernadero y la posibilidad de pagar por mallas antitrips. Quienes cultivan en invernadero sin mallas especiales, utilizan una gran cantidad de agroquímicos para combatir las plagas. Por otra parte, quienes poseen la malla antitrips, disminuye el uso de agroquímicos (principalmente insecticidas) ya que la malla les proporciona protección ante insectos plaga (Anexo 6: Tabla 1).</p> <p>Adicionalmente, ninguno percibe la agricultura orgánica como una opción económicamente viable.</p> <p>Si bien esta medida de conservación, no establece un efectivo positivo o negativo, es importante recalcar, el potencial daño que agroquímicos representan para la conservación de anuros (Schiesari et al., 2007). Se ha evidenciado que el fungicida headline provocó un la muerte de juveniles de la rana <i>Pelophylax perezii</i> entre 40% a 100% en los primeros 7 días después de la exposición, bajo la concentración sugerida por la etiqueta (Brühl et al., 2013). Así mismo se ha reportado, que las concentraciones de nitrato (proveniente de múltiples actividades antrópicas, incluida la agricultura), son suficientemente altas para causar la muerte y anomalías del desarrollo de anfibios (Rouse et al., 1999).</p>

Medidas de conservación de anfibios propuestas desde la literatura científica	Descripción	Efecto sobre anfibios	Prácticas locales reportadas en el Municipio de Choachí (Presente estudio)
Plantar franjas de amortiguación ribereñas.	Las franjas de vegetación en los bordes fluviales, se ha utilizado para reducir la contaminación proveniente de sistemas agrícolas. Lo cual resulta en la protección de las fuentes hídricas y las especies acuáticas y semiacuáticas (Smith et al., 2014).	Efectividad desconocida (evidencia limitada)	La conservación de fuentes hídricas, es una adaptación que ha surgido desde iniciativas locales e institucionales (alcaldía) de tal forma, que se han realizado siembras de árboles en las zonas adyacentes a las Quebradas Blanca y Cerezo (Anexo 6: Tabla 1-3). Adicionalmente se han realizado cercado de las zonas adyacentes a la fuente hídrica, para evitar el paso de ganado.