



**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

**DIVISIÓN DE EDUCACIÓN**

**PROGRAMA DE POSGRADO**

**Desarrollo de un modelo de simulación participativa con productores para  
estudiar la siembra de árboles en fincas en la zona de Catacamas, Honduras**

Tesis sometida a consideración de la División de Educación y el Programa de Posgrado  
como requisito para optar al grado de

*MAGISTER SCIENTIAE*

En Agroforestería y Agricultura Sostenible (MAAS)

**Eduardo Vladimir Lacayo Juárez**

Turrialba, Costa Rica  
2021

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

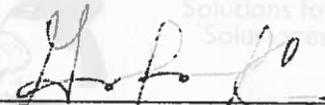
**MAGISTER SCIENTIAE EN AGROFORESTERÍA Y  
AGRICULTURA SOSTENIBLE**

**FIRMANTES:**

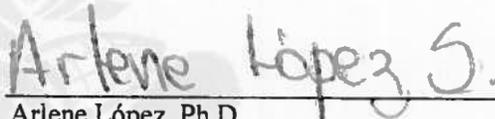


Laurene Feintrenie, Ph.D.  
Codirectora de tesis

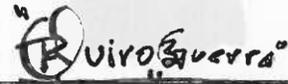
Pierre Bommel, Ph.D.  
Codirector de tesis



Gracia Lanza, Ph.D.  
Miembro Comité Consejero



Arlene López, Ph.D.  
Miembro Comité Consejero



Roberto Quiroz Guerra, Ph.D.  
Decano, Escuela de Posgrado



Eduardo Vladimir Lacayo Juárez  
Candidato

## **Dedicatoria**

A mi esposa Hannah Rae Warren, por todo su apoyo y amor incondicional.  
Te amo.

## **Agradecimientos**

A mi familia, Cristhiam, Zaskia y en especial a mi madre Lucía por apoyar mis decisiones durante mi formación profesional.

A mi esposa Hannah Rae, por ser mi fuente de inspiración y apoyo emocional e incondicional en todo momento.

To my wife's family: Kateri, Jeffery, Sabra and Seth for their emotional support during difficult times.

To my mother-in-law, for believing in me and supporting my master's degree.

Al ingeniero Héctor Perdomo, por todo su apoyo brindado en la fase de campo y a través de la información de sus datos de investigación, que fueron determinantes para obtener resultados más robustos en mi investigación de tesis.

A mis compañeros CATIE, por su aceptación, amistad, compartir conocimientos y aprendizajes y por su empatía en momentos difíciles compartiendo la frase “Ánimo que sí se puede”.

Al Ing. Barahona, por brindar un espacio en las oficinas del edificio de Vinculación de la Universidad Nacional de Agricultura – Catacamas.

A las instituciones HEIFER, UMA, UNAG, ICF, APROSACAO y Cruz Roja, por su colaboración brindada con información, transporte o logística para el desarrollo de actividades en oficina y campo.

¡A mi comité, por su colaboración y dedicación a este trabajo, muchas gracias!

Al Proyecto “Trees on Farms” (TonF - Árboles en Fincas), por confiar en mí y poner a disposición los recursos económicos para llevar a cabo esta investigación y cubrir un porcentaje de los costos de mis estudios de maestría.

A todas las personas que hicieron posible esta investigación de tesis. A mis queridos nicas por todo su cariño.

## Contenido

Lista de cuadros .....	vii
Lista de figuras .....	vii
Lista de siglas y acrónimos.....	viii
Resumen .....	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	3
1.2 Preguntas de investigación .....	3
2. MARCO REFERENCIAL .....	4
2.1 Importancia de los bosques.....	4
2.2 La ganadería en la deforestación y degradación de bosques .....	5
2.3 Importancia de los árboles en fincas.....	5
3. MÉTODOS .....	8
3.1 Área de estudio .....	8
3.2 Enfoques e instrumentos.....	11
3.2.1 Metodología ComMod .....	11
3.2.1.1 P-ARDI.....	11
3.2.1.2 Modelo conceptual .....	12
3.2.1.3 Juego de roles .....	12
3.2.1.4 <i>Debriefing</i> .....	13
3.2.2 Entrevistas semiestructuradas.....	14
3.3 Selección de participantes .....	14
3.4 Recopilación de los datos .....	15
4. RESULTADOS .....	18
4.1 Desarrollo de un juego de roles .....	18
4.1.1 Resultados del taller P-ARDI .....	18
4.1.2 Modelo conceptual .....	20
4.1.3 Gamificación .....	22
4.1.4 Creación de tipologías de finca .....	23
4.2 Aplicación del JdR .....	24
4.2.1 Validación de la tipología de fincas .....	24
4.2.2 Tipología de finca según los entrevistados.....	27
4.2.3 Calibración del juego de roles .....	28
4.3 Decisiones de los participantes en las sesiones del juego de roles .....	30

4.3.1	Arreglos y usos de los árboles .....	30
4.3.2	Tipología de finca luego de tres sesiones de validación con productores .....	30
4.4	Componente leñoso en las fincas ganaderas.....	32
4.4.1	Especies arbóreas que predominan en las fincas ganaderas .....	33
4.4.2	Distribución de los árboles en las fincas ganaderas .....	34
4.4.3	Usos de los árboles en las fincas ganaderas del área de estudio .....	35
4.4.4	Factores determinantes de la presencia de árboles en las fincas .....	36
5.	DISCUSIÓN .....	37
5.1	Discusión de los resultados .....	37
	Factores determinantes .....	37
	La ley forestal y el acceso a permisos .....	38
	Beneficios de los árboles y áreas de oportunidad.....	38
	Arreglos, usos y especies de preferencia .....	39
	Enfrentando desconocimiento sobre árboles en fincas.....	41
5.2	Discusión de la metodología.....	42
	Mejoras del JdR sugeridas por los participantes .....	43
6.	CONCLUSIONES.....	44
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	45
	Anexo 1. Diagrama de la metodología ComMod.....	52
	Anexo 2. Estructura para las sesiones del juego de roles .....	52
	Anexo 3. Protocolo del juego de roles.....	53
	Anexo 5. Entrevista semiestructurada para informantes claves .....	56
	Anexo 6. Frecuencias absolutas de especies arbóreas mencionadas en las entrevistas.....	57
	Anexo 7. Sesiones de calibración y validación (estudiantes y docentes UNAG) .....	58
	Anexo 8. Sesiones de validación con productores (San José de Río Tinto-Quilis, Catacamas, Honduras) .....	58
	Anexo 9. Resumen de los comentarios del <i>debriefing</i> por sesión del Juego de roles .....	59
	Anexo 10. Cronograma de actividades durante la investigación.....	60
	Anexo 11. Presupuesto .....	61

## Lista de cuadros

Cuadro 1. Preguntas de investigación.....	3
Cuadro 2. Cuadro 2. Componentes P-ARDI identificadas por los participantes en forma de tarjetas (basado en García-Ulloa (2019)).....	19
Cuadro 3. Nivel tecnológico como criterio de clasificación de las fincas ganaderas locales, Catacamas, Honduras.....	27
Cuadro 4. Especies arbóreas predominates en las fincas ganaderas, Catacamas, Honduras .....	34
Cuadro 5. Distribución de los árboles en las fincas ganaderas, Catacamas, Honduras.....	34
Cuadro 6. Usos de los árboles en las fincas ganaderas, Catacamas, Honduras.....	35
Cuadro 7. Factores considerados por los ganaderos en las decisiones vinculadas a la siembra o conservación de los árboles en sus fincas, Catacamas, Honduras .....	36

## Lista de figuras

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio .....	8
Figura 2. Temperatura máxima y mínima promedio en Catacamas, Honduras.....	10
Figura 3. Precipitación de lluvia mensual promedio en Catacamas, Honduras .....	10
Figura 4. Resumen del clima en Catacamas, Honduras .....	10
Figura 5. Fases de la investigación .....	15
Figura 6. Modelo conceptual (P-ARDI) del sistema productivo de Catacamas, Honduras	20
Figura 7. Modelo conceptual (P-ARDI) de estrategias de siembra y gestión de árboles en fincas ganaderas de Catacamas, Honduras.....	21
Figura 8. Gamificación del modelo conceptual del sistema ganadero en Catacamas.....	23
Figura 9. Materiales que presenta los parámetros del modelo (y del juego).....	25
Figura 10. Sesiones de calibración y validación con expertos CATIE y UNAG.....	26
Figura 11. Tipología de fincas en base a los criterios de clasificación.....	28
Figura 12. Calibración de los valores utilizados en la tipología de fincas del juego de roles, Catacamas, Honduras.....	29
Figura 13. Tablero de juego luego de las 3 sesiones de validación con productores del JdR y representación de las fincas según los entrevistados. Catacamas, Honduras.....	32
Figura 14. Factores vinculados a la conservación y siembra de árboles en las fincas ganaderas, Catacamas, Honduras.....	34

## Lista de siglas y acrónimos

**ABM** - Agent-Based Model; Modelo basado en agentes

**APROSACAO** - Asociación de Productores de Sistemas Agroforestales con Cacao Orgánico en Olancho

**CATIE** - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

**CBM** - Corredor Biológico Mesoamericano

**CIRAD** - Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo)

**CMNUCC** - Convenio Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático

**ComMod** - Companion Modelling (Modelación de acompañamiento)

**EN** - Estrategia nacional

**FAO** - Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

**FMAM** - Fondo para el Medio Ambiente Mundial

**FNUB** - Foro de las Naciones Unidas sobre los Bosques

**GEI** - Gases de efecto invernadero

**HEIFER** - Proyecto HEIFER Internacional

**ICF** - Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Honduras

**ICRAF** - Centro Internacional de Investigación en Agroforestería

**INA** - Instituto Nacional Agrario, Honduras

**IPCC** - Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático

**JdR** - Juegos de roles

**MERRA** - Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications

**MiAmbiente** - Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas, Honduras

**NASA** - National Aeronautics and Space Administration (Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio)

**ODS** - Objetivos de desarrollo sostenible

**ONG** - Organización no gubernamental

**P-ARDI** - Problema, Actores, Recursos, Dinámicas e Interacciones

**Plan ABS** - Plan Maestro Agua-Bosque-Suelo

**PNUD** - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

**REDD+** - Reducción de Emisiones causadas por la Deforestación y la Degradación de los Bosques

**SAF** - Sistema agroforestal

**TonF** - Trees on Farms (Árboles en Fincas)

**UICN** - Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

**UMA** – Unidad Municipal Ambiental

**UNAG** - Universidad Nacional de Agricultura, Honduras

## Resumen

El presente estudio se realizó en Catacamas-Olancho, Honduras y se enfoca en caracterizar la toma de decisión de los productores sobre el componente árbol en sus fincas ganaderas e identificar las posibles causas de la pérdida en la cobertura arbórea en el campo. Se utilizó una metodología de modelación participativa, Companion Modelling (ComMod), para comprender los obstáculos para la inclusión de árboles en las explotaciones ganaderas, así como los factores que influyen en los procesos de toma de decisiones de los productores con respecto a la plantación o conservación de árboles. Se definieron con las partes interesadas los componentes del sistema, actores y recursos claves, y sus interacciones, siguiendo el enfoque ComMod. Las actividades de gestión del sistema fueron validadas a través de la percepción de expertos y la literatura científica. El modelo conceptual fue transformado en un juego de rol (JdR), el cual fue calibrado por cuatro sesiones de juego y validado por 3 sesiones de juego para un total de 38 participantes. Se exploraron 6 escenarios, dos escenarios con presencia de guamil, dos escenarios con presencia de cultivo para ensilar y dos escenarios con presencia de cultivo de cacao agroforestal. Los resultados sugieren que los productores consideran mayormente al costo de inversión y el acceso a especies arbóreas de interés como los factores que determinan la presencia de árboles en sus fincas. Los productores sugieren que la ley forestal presenta un obstáculo que podría desincentivar el establecimiento de árboles en fincas por la dificultad de conseguir permisos del ICF que les permita el aprovechamiento futuro de maderables en sus fincas. Los productores prefieren actividades de gestión que ofrecen beneficios en el corto plazo; por ejemplo, la producción de postes y de sombra.

**Palabras claves:** Modelación de Acompañamiento; Juegos de rol; Percepciones ambientales; Ganadería; Modelación participativa; Toma de decisiones; Manejo forestal

## Abstract

This study was carried out in Catacamas-Olancho, Honduras and focuses on characterizing the decision-making of producers on the tree component in their cattle farms and identifying the possible causes of the loss of tree cover in the field. A participatory modelling methodology, Companion Modelling (ComMod), was used to understand the obstacles to the inclusion of trees in livestock farms, as well as the factors that influence the decision-making processes of producers with respect to planting or tree conservation. The components of the system, key actors and resources, and their interactions were defined with the stakeholders, following the ComMod approach. The system's management activities were validated through the perception of experts and the scientific literature. The conceptual model was transformed into a role-playing game (RPG), which was calibrated for four game sessions and validated for 3 game sessions for a total of 38 participants. Six scenarios were explored, two scenarios with the presence of secondary young forest, two scenarios with the presence of silage cultivation and two scenarios with the presence of agroforestry cocoa cultivation. The results suggest that producers mainly consider the investment cost and access to tree species of interest as the factors that determine the presence of trees on their farms. Producers suggest that the forest law presents an obstacle that could discourage the establishment of trees on farms due to the difficulty of obtaining permits from the ICF that would allow them to use timber in the future on their farms. Producers prefer management activities that offer short-term benefits, for example, the production of poles and shade.

**Keywords:** Companion modelling; Role-playing games; Environmental Perceptions, Livestock farming; Participatory modelling; Decision-Making; Forest management

## 1. INTRODUCCIÓN

Los diversos ecosistemas de los bosques tropicales proporcionan una multitud de bienes y servicios ambientales que son esenciales para la sociedad. Entre ellos, el secuestro de carbono, la captación y filtración de agua y la retención de suelos, surgen como procesos estrechamente relacionados a los efectos del cambio climático. Se ha estimado que hasta el 12,5% de las emisiones antropogénicas se deben a los cambios de uso y de la cobertura de la tierra (Houghton *et ál.* 2012). Mundialmente, los cambios en el uso del suelo provocados por la producción agropecuaria se deben, en gran parte, a la pérdida de cobertura arbórea y sus servicios ambientales.

En Centroamérica, se ha observado la transformación de cobertura forestal a monocultivos y pasturas, tanto por la producción de ganadería extensiva como por la sobre extracción de madera en áreas forestales. Por lo tanto, El Programa de las Naciones Unidas para la Reducción de Emisiones causadas por la Deforestación y la Degradación de los Bosques (REDD+), identifica “la agricultura comercial como la más impactante a través de la ganadería bovina, plantaciones de soja y aceite de palma, logrando impactar en 2/3 de la superficie total deforestada” en la región de América Latina (Kissinger *et ál.* 2012). Esta dinámica de deforestación es responsable por externalidades ambientales que agravan el cambio climático, la liberación de gases de efecto invernadero asociados con la ganadería, la degradación de suelos y, por ende, la pérdida de biodiversidad (Steinfeld *et ál.* 2006; Wassenaar *et ál.* 2007). La culminación de estos efectos es preocupante dado que la deforestación es un detonante del cambio climático (Kissinger *et ál.* 2012).

Por otro lado, la cobertura arbórea en fincas presenta un área de intervención importante ya que ofrece la oportunidad de aumentar la productividad agropecuaria y, a la vez, brindar servicios ecosistémicos esenciales en paisajes degradados. Árboles en fincas tanto en sistemas agroforestales, silvopastoriles y bosques remanentes apoyan la conectividad del paisaje, lo cual contribuye a preservar la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos relacionados, especialmente para especies que requieren extensiones de hábitat forestal que sean contiguos (Harvey *et ál.* 2008). Por ejemplo, el establecimiento de árboles dispersos en potreros puede favorecer una captura de carbono significativa, con un promedio de entre 12 y 55 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea, mientras que brinda diversos beneficios ambientales y económicos al productor (Canu *et ál.* 2018).

Por lo tanto, el proyecto, *Trees on Farms* (TonF, Árboles en Fincas), busca evidenciar los aportes de los árboles a la biodiversidad y promover el componente arbóreo afín de aumentar los beneficios para el bienestar humano y animal, apoyando a la vez una mayor productividad y provisión de servicios ecosistémicos de los árboles en fincas. El proyecto TonF ha realizado estudios sobre los árboles en fincas en un total de cinco países: Ruanda, Uganda, Indonesia, Perú y Honduras y busca promover la buena administración de fincas que permita maximizar su valor en la conservación de la biodiversidad (TonF 2019).

El presente trabajo se realizó en Honduras, donde se estudió las percepciones de productores ganaderos sobre oportunidades para aumentar la cobertura arbórea en fincas. Honduras es uno de los países más deforestados en la región de América Central y cuenta con una compleja dinámica de deforestación (FAO 2009). Entre los años 1990-2000, la evaluación de los recursos forestales mundiales de FAO (FRA) encontró un total de 233 040 ha de bosque deforestadas, pasando a una tasa de cambio anual de -3,1% (-156 km<sup>2</sup>/año) (FAO-UNEP 2020). La tendencia de deforestación actual sigue siendo problemática; se estima que en el periodo 2000-2016, Honduras sufrió una pérdida de área boscosa promedio anual de 23 303,56 ha/año (MiAmbiente y ICF 2017). Se han identificado múltiples detonantes de deforestación en Honduras; entre ellos están la expansión agropecuaria, la tala ilegal y los conflictos relacionados a la tenencia de la tierra en los bosques nacionales (Santamaría 2017).

Ante la vulnerabilidad al cambio climático, la polémica de la deforestación y degradación de los recursos forestales del país de Honduras se ha convertido en un área de interés tanto para el gobierno nacional como para la comunidad internacional. El proyecto TonF se alinea con los objetivos nacionales: el Programa de Restauración, la Estrategia de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático y la Iniciativa de Inclusión Financiera Climática, entre otras. TonF aborda el conjunto de amenazas ante el sector agropecuario hondureño; el panorama de factores determinantes incluye “baja productividad y marcada estacionalidad en la producción de productos pecuarios, ambos agravados por las sequías severas recientes; la propagación de la roya en el cultivo del café y el impacto económico en las fincas que se puede mitigar mediante la diversificación de especies en las fincas y la baja fertilidad del suelo que impacta al cultivo de “cacao”, lo cual coincide con el compromiso del país de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 15% (TonF 2019).

En consideración a la problemática de deforestación en áreas de producción agropecuarias en Honduras, la presente investigación busca caracterizar la toma de decisión de los productores sobre del componente árbol en fincas ganaderas e identificar las posibles causas de la pérdida en la cobertura arbórea en el campo, con el fin de elaborar alternativas que impulsen la presencia del componente arbóreo en las fincas. Se consideran las diversas percepciones de los productores en relación con la conservación o siembra de árboles en fincas ganaderas como una medida para conocer los obstáculos para la adopción de prácticas alternativas. Esta información servirá de línea base para la formulación de estrategias que enfrenten la problemática de pérdida de cobertura arbórea en el área de estudio.

## 1.1 Objetivos

### Objetivo general

Identificar los obstáculos y las oportunidades de los productores para la conservación y siembra de árboles en fincas ganaderas en la zona de Catacamas, Honduras.

### Objetivos específicos<sup>1</sup>

1. Identificar los factores determinantes que consideran los productores de Catacamas, Honduras, al tomar decisiones vinculadas a la conservación y siembra de árboles en sus fincas.
2. Simular la toma de decisión de los productores sobre la conservación y siembra de árboles en fincas ganaderas, a fin de comprender mejor los obstáculos para la adopción de prácticas alternativas.

## 1.2 Preguntas de investigación

¿Cuáles son las pautas para la inclusión y conservación de árboles en fincas ganaderas de Catacamas-Olancho, Honduras?

Cuadro 1. Preguntas de investigación

Objetivos específicos	Preguntas de investigación por objetivo
1. Identificar los factores determinantes que consideran los productores de Catacamas, Honduras, al tomar decisiones vinculadas a la conservación y siembra de árboles en sus fincas.	¿Que motiva la conservación y siembra de árboles en las fincas ganaderas de Catacamas, Honduras? ¿Cuáles beneficios reconocen los productores con respecto a los usos de los árboles en sus fincas?
2. Simular la toma de decisión de los productores sobre la conservación y siembra de árboles en fincas ganaderas, a fin de comprender mejor los obstáculos para la adopción de prácticas alternativas.	¿Cuáles factores influyen en la toma de decisión de los productores ganaderos sobre la conservación o siembra de árboles en sus fincas? ¿Cuáles componentes debe tener el modelo conceptual para simular la toma de decisión de los productores ganaderos en el manejo del componente arbóreo en sus fincas?

<sup>1</sup> Producto del contexto ocasionado por la pandemia COVID-19 se decidió realizar ajustes en la tesis, eliminando el tercer objetivo de investigación al no contar con la cantidad de sesiones de juego necesarias para poder responder al mismo (Objetivo No.3 como se había previsto: Formular con los actores propuestas que incentivarían el aumento de cobertura arbórea en sus fincas).

## **2. MARCO REFERENCIAL**

### **2.1 Importancia de los bosques**

La humanidad hace uso de los números servicios ecosistémicos que los bosques proveen, pero al mismo tiempo están modificando los ecosistemas de manera constante, ocasionando mosaicos de parches naturales (Turner y Gardner 2015). La destrucción y degradación profunda de la cobertura arbórea afecta la conservación de la diversidad biológica y la sostenibilidad de los recursos naturales (Bennett 2004). El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), menciona que los bosques juegan un papel muy importante en el ciclo de carbono, en donde aproximadamente el 20% de las emisiones a nivel mundial de gases de efecto invernadero (GEI) son generadas por la deforestación. FMAM *et ál.* (2009) estima que los bosques contienen aproximadamente el 80% del carbono terrestre superficial y el 40% del subterráneo. Según MacDicken *et ál.* (2015), cuando un bosque se convierte a otro uso de la tierra reduciéndose la cubierta forestal original en un 10%, implica que la pérdida de bosque es permanente al haber cambiado el uso de tierra, ya sea para agricultura, pastizales, áreas urbanas, etc. Dada su importancia como sumideros de carbono y recursos maderables y su multitud de servicios ecosistémicos (SE), hay mucho interés a nivel local y nacional en proteger y aumentar la superficie arbolada de los paisajes rurales.

Los bosques funcionan como banco de germoplasma y en ocasiones contribuyen a los ingresos de los hogares. Como se ha destacado, los bosques brindan bienes y servicios que son esenciales al funcionamiento de los ecosistemas, inclusive los ecosistemas humanos. La provisión de los SE por los árboles tiene un impacto importante para mantener la productividad agropecuaria en particular, ya que pueden brindar beneficios como el mejoramiento de los suelos, la reducción de la erosión tanto eólica como hídrica, además la restauración de tierras degradadas previniendo la desertificación y proporcionando el hábitat a la diversidad biológica (FNUB 2010). En comunidades rurales, los árboles también representan una fuente importante de ingresos y recursos para la producción agropecuaria. Los bienes incluyen madera, postes, frutos y nueces, y alimentación para ganado. Sin embargo, el aprovechamiento no sostenible de los productos forestales y la deforestación ha precipitado la situación actual de degradación extensiva en los paisajes ganaderos en Honduras y otros países centroamericanos. Mientras la conversión de los bosques a tierras agrícolas y pasturas favorece la producción de alimentos, a su vez provoca transformaciones socioculturales, económicas y ambientales asociadas con la pérdida de árboles y sus servicios ecosistémicos (Norgaard 2010).

Los efectos de la deforestación presentan una problemática crítica para los intereses nacionales tanto como los internacionales. En el caso de Honduras, los expertos señalizan que la transformación de bosque hacia pasturas y monocultivos lleva a amenazas ambientales

muy severas tales como “la destrucción de cuencas hidrográficas, la sedimentación de ríos, inundaciones y posible alteración de microclimas” (Sunderlin 1997).

## **2.2 La ganadería en la deforestación y degradación de bosques**

En el trópico de Latinoamérica se observa un patrón de deforestación donde “los pastos son comúnmente establecidos inmediatamente después del corte y quema de bosque primario o después de dos a cinco años de cultivos migratorios con cultivos, como el maíz (*Zea mays*) y frijoles (*Phaseolus vulgaris*), seguidos de plantar pastos” (Ibrahim *et ál.* 2000; Esquivel *et ál.* 2009). Esta transformación ha llevado a una trayectoria de degradación y baja productividad por el agotamiento de los nutrientes del suelo. Según Rueda *et ál.* (2003), también conduce a una disminución de la productividad animal y, en consecuencia, reduce la rentabilidad de productos ganaderos.

Se ha identificado que los departamentos de Honduras que históricamente han mostrado la expansión de superficie de pastos más rápidamente resultan ser las áreas donde la tasa de deforestación de los bosques latifoliados ha sido mayor—Olancho, Colón, Atlántida y Yoro (Sunderlin 1997). En las comunidades rurales de estos departamentos, la tenencia de la tierra y la presión del aumento poblacional influyen en la dinámica de deforestación en paisajes ganaderos. En el departamento de Olancho, aproximadamente 57% de los hogares rurales carecen de tierra o poseen menos de una hectárea, lo cual se considera “inadecuado para las necesidades de subsistencia del hogar” (Griffith *et ál.* 2016; PNUD 2014). Factores como el aumento de la emigración a otros países, cambios en la percepción de jóvenes hondureños sobre la agricultura (desvalorización), junto con la escasez de mano de obra en el sector rural, han contribuido a la proliferación de la ganadería (Griffith *et ál.* 2016). La ganadería extensiva surgió como un medio de vida más favorable que la agricultura dado su baja necesidad de mano de obra. Estas condiciones han alentado la expansión de pasturas en áreas deforestadas, o previamente dedicadas a la producción de alimentos diversificados para el autoconsumo (Griffith *et ál.* 2016).

Se puede trazar el fortalecimiento del sector ganadero, en particular, lecherías comerciales, a ciertas intervenciones de los Estados Unidos. Después de Huracán Mitch en 1998, este país invirtió en el departamento de Olancho para construir centros modernos de compra y procesamiento de leche para elaborar productos de valor agregado como la mantequilla, queso y otros productos lácteos, creando una demanda que impulsó la adopción de esta actividad a través de la conversión de áreas de cultivo y bosque a pasturas (Griffith *et ál.* 2016; PNUD 2014).

## **2.3 Importancia de los árboles en fincas**

Se considera que los sistemas agroforestales (SAF), representan una alternativa de producción que muestra un buen potencial para responder a los problemas ambientales observados en las comunidades ganaderas. Según Somarriba (1992), la agroforestería es una

estrategia de cultivo múltiple que satisface tres condiciones: “1) existen al menos dos especies de plantas que interactúan biológicamente; 2) al menos una de las especies vegetales es leñosa perenne y, 3) al menos una de las especies vegetales se maneja para la producción de forrajes, cultivos anuales o perennes”. A nivel mundial se estimó que del total de 2220 millones de hectáreas bajo uso agropecuario, más del 10% del terreno se encontraba con cobertura arbórea representando alrededor de 1000 millones de ha ocupadas por SAF (Zomer *et ál.* 2014). En Latinoamérica los SAF abarcan entre 200-357 millones de ha, que incluyen de 14-26 millones en Centroamérica y de 88-315 millones en Suramérica (Somarriba *et ál.* 2009). En Centroamérica, el 95% de las áreas destinadas a agricultura presentaban una cobertura arbórea mayor al 10%, demostrando que los árboles son parte integral en los paisajes agrícolas (Zomer *et ál.* 2014).

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son un subconjunto de los SAF donde se manejan las interacciones sinérgicas entre especies leñosas perennes (árboles o arbustos), animales y pasturas (Somarriba 1992). Unas de las formas de SSP más reconocidos incluyen arreglos de árboles dispersos en potreros, cercas vivas, bancos de forraje y las cortinas rompeviento. Los SSP se caracterizan por tener altas densidades de árboles y arbustos asociados a pastos mejorados, frecuentemente bajo modelos de pastoreo rotacional intensivos (Murgueitio *et ál.* 2011; Cuartas *et ál.* 2014).

Existe una amplia evidencia que demuestra los beneficios de los SSP en el contexto de Centroamérica: pueden contribuir a la generación de servicios ecosistémicos como la conectividad del paisaje para la biodiversidad, la provisión del agua y la protección de suelos (Rueda *et ál.* 2003; Pérez, 2006; Esquivel *et ál.* 2007; Harvey *et ál.* 2008). Los SSP son considerados por los investigadores, empresarios y decisores de política como una herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático (Murgueitio *et ál.* 2011). Los SSP contribuyen a que la actividad ganadera bovina reduzca sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), a través del secuestro de carbono en árboles y suelos por el aumento de la cobertura arbórea y la disminución de los procesos de deforestación. Esta disminución de emisiones de GEI se atribuye también por reducir el uso de agroquímicos en el manejo de los SSP (Murgueitio *et ál.* 2011).

La inclusión del componente leñoso es particularmente ventajosa en áreas de agricultura secano, donde productores enfrentan periodos de sequía y alta variabilidad en los patrones de lluvia. Para los productores en sitios áridos, “la producción de forraje [pasturas] del sotobosque por sí sola no es suficiente para mantener una operación de producción ganadera económicamente viable” (José y Dollinger 2019). En épocas críticas, la buena gestión de árboles y arbustos en arreglos SSP puede mitigar la escasez de forrajes al ofrecer fuentes alternativas para la alimentación. La incorporación de árboles que aportan hojas, vainas y frutos palatables al ganado, hace que el productor ganadero se encuentre menos vulnerable ante la variabilidad climática (José y Dollinger 2019). Además, al presentar pastos y forrajes de mejor calidad nutricional, permiten un proceso de fermentación más eficiente

en el rumen, reduciendo de esta manera significativamente las emisiones de metano a la atmosfera (Barahona y Sánchez 2005)

Los sistemas silvopastoriles de árboles dispersos en potreros representan una opción con alto potencial para lograr una producción sostenible de madera y postes, a través de prácticas de manejo silvicultural sobre la regeneración natural (Esquivel *et ál.* 2009). Los productores buscan incrementar la cobertura de árboles en los potreros, producto del interés de obtener potreros multifuncionales que cumplen con la demanda de diversos bienes y servicios: madera, postes, leña, reciclaje de nutrientes, infiltración de agua y resiliencia a la variabilidad climática (Muñoz *et ál.* 2003; Esquivel *et ál.* 2009; Mosquera 2010).

Estudios realizados por Pérez *et ál.* (2011) y Ruiz *et ál.* (2005) en Honduras y en Nicaragua respectivamente, señalan que productores cuyas fincas no presentan bosque secundario joven (conocido como charrales o guamiles), cubren su necesidad de productos maderables a través del manejo de altas densidades del componente leñoso en sus potreros. De hecho, en Centroamérica, entre el 30 y 48% de la madera comercial proviene de los árboles dispersos en potreros o cercas vivas (Ibrahim *et ál.* 2013). Esto resalta que los productos del SSP pueden aportar tanto valor comercial como para cubrir las demandas de la finca. El componente leñoso puede contribuir a la diversificación de ingresos, incremento de la rentabilidad de la finca y mejorar la resiliencia a las condiciones climáticas (Ibrahim *et ál.* 2013).

Para un manejo eficiente de los recursos productivos presentes en las diferentes fincas ganaderas, los sistemas silvopastoriles representan una alternativa de producción que al mismo tiempo genera beneficios sociales, económicos y ambientales, por medio de los árboles en potreros. Estos sistemas silvopastoriles promueven servicios ecosistémicos de abastecimiento (humano y animal), belleza escénica (conservación de biodiversidad) y de regulación (ciclo hidrológico) (Benites 2007). Según Mosquera (2010), los árboles en potreros deben proveer los servicios ecosistémicos de leña, nutrición animal, sombra, mejoramiento de suelo, control de erosión, protección de fuentes de agua y resistencia a sequías. Los sistemas silvopastoriles ofrecen múltiples beneficios, pero aún en Mesoamérica su adopción es baja (Alonso *et ál.* 2001; Mercer 2004). Por ejemplo, Marie (2010), sugieren que los productores no establecen árboles en las pasturas porque opinan que la productividad del pasto se verá afectada por el dosel de sombra. Aunque existen diferentes obstáculos de adopción, la expansión de los SSP en paisajes ganaderos degradados tendría grandes beneficios tanto ambientales como económicos para los productores.

### 3. MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudio

El proyecto TonF seleccionó al departamento de Olancho como área de trabajo por ser un sitio importante para la producción ganadera e incluye una de las reservas de bosque latifoliado más extensa entre los departamentos hondureños. Las siguientes reservas de bosque se ubican dentro del departamento: Monumento Nacional El Boquerón, Parque Nacional Patuca, Parque Nacional Sierra de Agalpa, Refugio de Vida Silvestre La Muralla y Reserva Biológica Montaña de Misoco.



Figura 1. Ubicación de la zona de estudio

El presente estudio se realizó en el municipio de Catacamas. Esta área ha sido seleccionada como sitio piloto del proyecto TonF en el país. El área de muestreo consistió en un cuadrante de 25 x 25 km<sup>2</sup> que abarca principalmente el municipio de Catacamas y parte del municipio de Santa María del Real (Figura 1).

La República de Honduras se localiza geográficamente entre los 13° 33' 16'' de latitud Norte y entre los 83° 8' 89'' de longitud Oeste. Tiene una extensión territorial de 112 492 km<sup>2</sup>. Honduras tiene como límites geográficos al norte el mar Caribe o de las

Antillas; al sur a la república de El Salvador y el golfo de Fonseca, que comparte con Nicaragua y el Salvador, al este a Nicaragua y al oeste a Guatemala (FAO 2000). Honduras es un país subtropical ubicado en el hemisferio norte.

Olancho es el departamento más extenso de los 18 que componen la república de Honduras. Catacamas es uno de sus municipios, (Figura 1) ubicado entre las coordenadas de 14° 03' y 15° 35' de latitud norte y los 85° 00' y 86° 59' de longitud oeste, a una altitud de 50 msnm; tiene una extensión de 7173 89 km<sup>2</sup> ocupando el primer lugar en extensión territorial de los 23 municipios del departamento de Olancho. Según el Instituto Nacional Agrario (INA), la tenencia de la tierra ejidal en el departamento es de tan solo un 7,31%, el territorio nacional alcanza un 79,95% y las tierras privadas un 12,31% (Betancur 2017). El sector agropecuario es primordial a la económica de Olancho; 54% de la población se dedica a la agricultura, ganadería, silvicultura y/o pesca. Este departamento es uno de los más deforestados y además, “uno de los tres departamentos del país con las mayores tasas de emigración, cuyo principal destino son los Estados Unidos” (Reyes *et ál.* 2012). Por lo tanto, el dinero obtenido producto de la dinámica de remisiones y emigración influye en los cambios de los recursos naturales, incluyendo los bosques y la biodiversidad.

El clima del área de investigación, de acuerdo con la clasificación de Köppen-Geiger, es tropical. Se clasifica como *Aw* (cálido todo el año, con estación seca, clima de sabana), con una temperatura media anual de 24,7°C y una precipitación media aproximada de 1390 mm. Marzo es el mes más seco, con 21 mm de lluvia y junio el más lluvioso con una caída media de 227 mm. Mayo es el mes más cálido del año, alcanzando una temperatura promedio de 26,8°C; en cambio, enero es el más frío con 22,5°C (MERRA 2019). En la figura 2 se indica las temperaturas máxima y mínima promedio, en la 3 la precipitación mensual promedio y en la 4 un resumen del clima de Catacamas.

Según el XVII Censo de la Población y VI de la Vivienda del año 2013, el municipio tenía una población de 117 492 habitantes (57 796 hombres y 59 696 mujeres), de los cuales 65 887 viven en el área rural. Por su población, Catacamas ocupa el segundo puesto del departamento, con el 23% de la población y el décimo segundo del país con el 1,4% de la población total. El 1,2% de la población pertenece al grupo étnico los Payas. El municipio presenta una tasa de analfabetismo del 18% (2013).

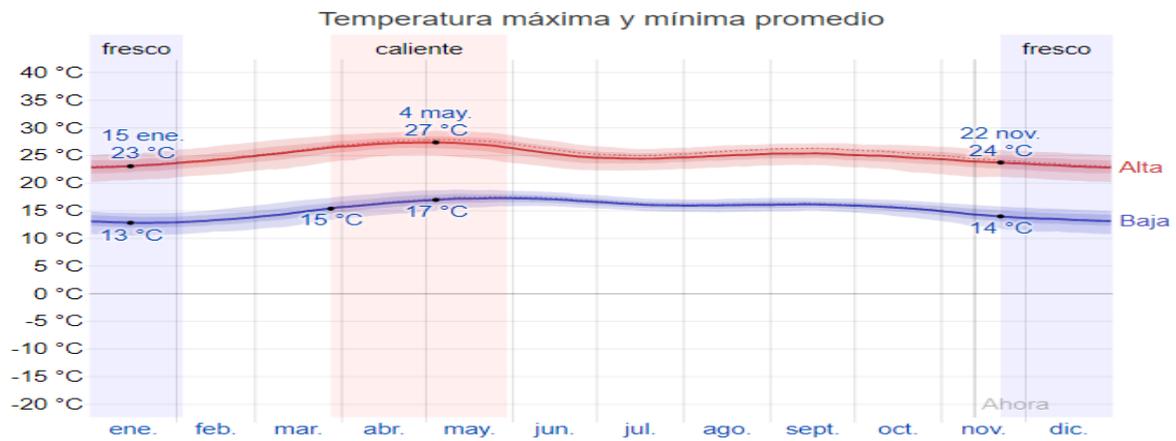


Figura 2. Temperatura máxima y mínima promedio de Catacamas, Honduras  
 Fuente: MERRA-2 Modern-Era Retrospective Análisis de NASA (2019).

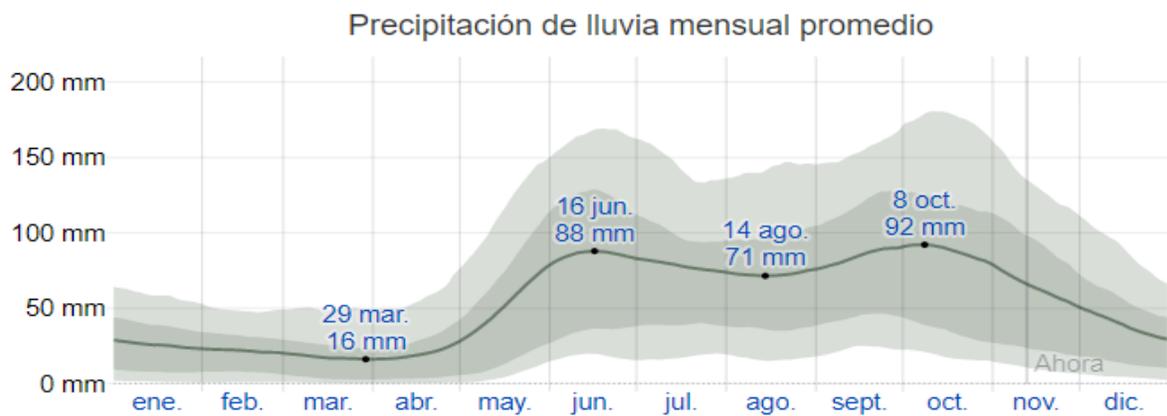


Figura 3. Precipitación mensual promedio de Catacamas, Honduras  
 Fuente: MERRA-2 Modern-Era Retrospective Análisis de NASA (2019)

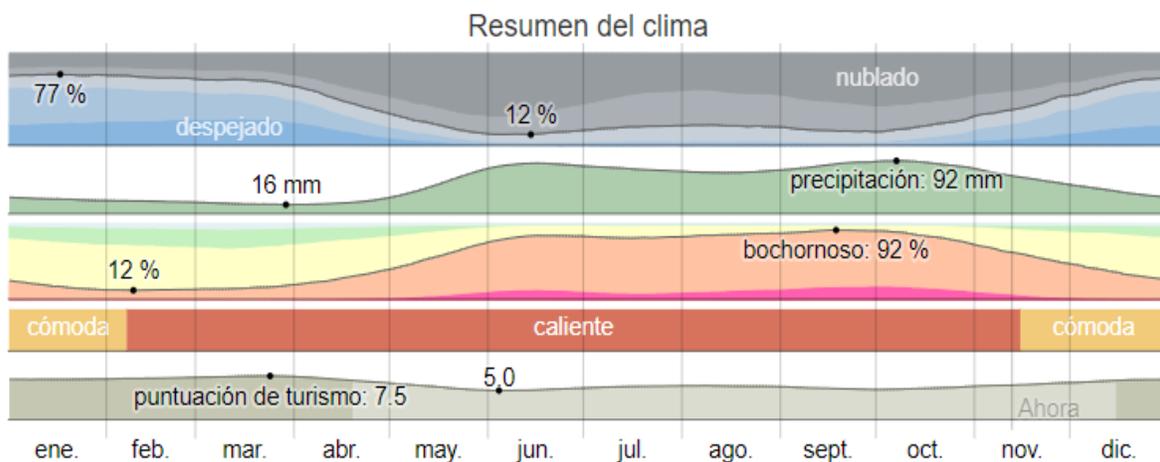


Figura 4. Resumen del clima en Catacamas, Honduras  
 Fuente: MERRA-2 Modern-Era Retrospective Análisis de NASA (2019)

## 3.2 Enfoques e instrumentos

### 3.2.1 Metodología ComMod

En el presente trabajo de investigación se empleó una metodología de modelación participativa, *Companion Modelling* (ComMod o Modelación de Acompañamiento). ComMod es un enfoque de modelación participativa que consiste en la modelación de la gestión ambiental local en consideración de las perspectivas y necesidades de los interesados. ComMod requiere que el investigador replantee su rol en el proceso como facilitador para enfocar y apoyar a los actores. La metodología valoriza las percepciones de los actores, que son considerados también expertos al igual que los científicos, ya que poseen conocimientos avanzados de los sistemas que han manejado durante muchos años (Garcia y Speelman 2014). Con un enfoque de modelado original, su objetivo principal es permitir que los actores locales se expresen sobre su entorno e identificar los diferentes puntos de vista y conocimientos, afín de obtener una visión común y compartida del sistema en estudio y así comprender como toman las decisiones las partes interesadas al tener un recurso en común (Bousquet *et al.* 2006; Etienne *et al.* 2008).

Mediante el uso de ComMod, se han logrado llevar a cabo varias investigaciones sobre la gestión colectiva y toma de decisión de diferentes recursos ambientales. Los estudios que han empleado esta metodología abarcan problemáticas complejas en sistemas de producción, ecosistemas y regiones. Entre ellos están la gestión del uso del suelo en Senegal (d'Aquino *et ál.* 2003; d'Aquino y Bah 2014), así como en Tailandia abordando la problemática de gestión del agua (Barnaud *et ál.* 2006; 2008). Otro caso de implementación de ComMod se realizó en Bhutan abordando la problemática del uso de agua en la cuenca de Lingmuteychu para riego (Gurung *et ál.* 2006); sobre el tema de conciencia colectiva de sostenibilidad en uso de cañaverales (Mathevet *et ál.* 20011) o para tratar el tema de prácticas de caza en bosques tropicales de África (Le Page *et ál.* 2015). Este método también se ha utilizado en América Latina para abordar la deforestación en la Amazonia, la contaminación de agua en Costa Rica, el control biológico de la roya del café en México (Garcia *et ál.* 2017) y la adaptación del ganado a la sequía en Uruguay (Bommel *et ál.* 2014). Sobre todo, esta metodología presenta una opción para captar la diversidad de factores que influyen en un sistema, con la ventaja de caracterizar los matices de la problemática a través de modelos conceptuales y juegos de roles.

#### 3.2.1.1 P-ARDI

P-ARDI es una herramienta utilizada por la metodología ComMod para identificar los componentes de sistema a estudiar para su modelación. Es el primer paso en la aplicación de esta metodología ComMod, permitiendo al investigador identificar el **P**roblema, **A**ctores, **R**ecursos, **D**inámica e **I**nteracciones dentro de un sistema (Etienne *et ál.* 2008). Los elementos P-ARDI alimentan la construcción del modelo conceptual, el cual es el producto de dicha herramienta (Simon y Etienne 2010). El propósito de P-ARDI es “formalizar una

representación común del sistema y compartir puntos de vista [...] se sintetiza la comprensión común del sistema en un modelo conceptual que toma la forma de un diagrama de interacción” (Etienne *et ál.* 2014). A lo largo de un taller, se anima a los participantes a dialogar, debatir y considerar los puntos de vistas de los otros participantes. La actividad termina con la co-construcción de un modelo del sistema, integrando la diversidad de perspectivas en un modelo conceptual.

En el presente estudio, el modelo conceptual describió las interacciones socio-ecológicas del sistema de producción ganadero en Catacamas, Honduras. Para la aplicación de P-ARDI un facilitador eterno, experto en la metodología ComMod facilita la actividad con participantes que tienen conocimiento del área a estudiar. El presente estudio llevó a cabo un taller con siete participantes del proyecto TonF, dirigidos por un facilitador externo (experto en la metodología). La pregunta general para los participantes para iniciar el taller fue “¿*Cuáles son los retos para la inclusión de árboles en fincas de Catacamas?*” (García-Ulloa 2019). Esta pregunta general se seleccionó para responder al objetivo principal de esta investigación y desarrollo TonF. A través de una serie de preguntas abiertas y discusiones sobre los elementos P-ARDI, los participantes llegaron a un acuerdo y lograron identificar de manera colectiva el **Problema**, **Actores**, **Recursos**, **Dinámica** e **Interacciones**.

### **3.2.1.2 Modelo conceptual**

Con la información sobre los componentes obtenidos por la aplicación de P-ARDI, se logró la construcción de un modelo conceptual del sistema. Un modelo conceptual es una representación gráfica simplificada de la realidad que nos permite entender la estructura de un sistema y las interacciones entre los componentes. En el desarrollo de un modelo conceptual es importante definir la escala y los límites del modelo. En el presente estudio la elaboración del modelo conceptual del sistema ganadero en Catacamas permitió visualizar gráficamente la representación de las interacciones entre los componentes, permitiendo al investigador incluir los elementos más relevantes en el funcionamiento del sistema y destacar las variables de interés dentro de la problemática, para identificar estrategias de siembra y gestión de árboles en fincas ganaderas de Catacamas.

### **3.2.1.3 Juego de roles**

La información de P-ARDI es la base sobre la cual se construye la siguiente herramienta utilizada por ComMod, conocida como Juego de roles (JdR). Una vez desarrollado el modelo conceptual en este estudio se procedió al proceso de gamificación — la creación del tablero a ser utilizado durante la actividad del juego de roles— lo cual permitió la simulación de la toma de decisión sobre los componentes previamente definidos.

Diferente de un modelo conceptual, una simulación es la expresión de un modelo poniendo en marcha sus mecanismos, es decir, la expresión del modelo en el tiempo. La simulación comprende las entradas de un estado inicial, y produce resultados que pueden ser

comparados con observaciones empíricas (Godet y Durance 2007). Este juego ofreció otra forma de expresar un modelo en el tiempo, en el cual personas asumen roles predefinidos por el modelo. Dentro de un marco y reglas definidas a partir del modelo conceptual, los participantes en un JdR toman decisiones de manera hipotética —es decir, se refleja cómo se comportarían dada la disponibilidad de ciertos recursos y condiciones— y así desarrollan un escenario (Garcia y Speelman 2017).

En el desarrollo de las sesiones de JdR para el presente estudio, se consideró la estructura utilizada para ComMod (Anexo 2). Se desarrolló un protocolo para guiar la estructura de las sesiones (Anexo 3), que consistió en una introducción y presentación del tema, la explicación de las reglas del mismo juego (Figura 9) y un tiempo destinado para las seis rondas del juego. El guion del juego (Anexo 4), elaborado por el investigador, consistió en diferentes situaciones hipotéticas (respecto al sistema ganadero) que el juego busca simular. En la conclusión del juego se obtuvieron diferentes escenarios en los tableros, como resultado de las decisiones de manejo de cada participante. El escenario es un conjunto formado por la descripción de una situación futura que a través de acontecimientos permite pasar de una situación actual a otra futura (Godet y Durance 2007). Los resultados de cada sesión del JdR (los escenarios) se exploraron aún más dentro de la etapa de *debriefing*, que se realizó luego de las rondas del juego.

#### **3.2.1.4      *Debriefing***

El *debriefing* es la última fase de la sesión de JdR. Este es el periodo de reflexión posterior a la simulación, donde se examinan los factores subyacentes que pueden influir en los resultados. El *debriefing* da coherencia, integrando las experiencias para crear un panorama más completo del sistema y su gestión. Una vez terminadas las rondas del juego, el investigador facilita una discusión grupal sobre los motivos e intereses de los participantes en su toma de decisiones, su percepción de los resultados y posibles mejoras para el juego.

Para el *debriefing* en el presente estudio, el investigador facilitó que los participantes conversaran en grupo, respondiendo a preguntas que abarcaron principalmente cuatro temas:

- 1) Emociones - ¿Qué sintieron durante el juego?
- 2) Eventos - ¿Qué es lo que sucedió durante el juego?
- 3) Explicaciones- ¿Por qué sucedió?
- 4) Lecciones - ¿Qué aprendieron por esta experiencia?

Mediante el *debriefing* se busca mejorar el conocimiento de los participantes tanto como del investigador (Garcia *et ál.* 2018). Esto permitió la recolección de información clave para el diseño de escenarios con las características representativas de las fincas ganaderas del área de estudio (Figura 10). La retroalimentación del *debriefing* apoyó la calibración y validación del mismo juego para una mejor representación de los factores que influyen en la

problemática; es decir, se produce un proceso cíclico por retroalimentación (García y Speelman 2017) (Anexo 1).

### **3.2.2 Entrevistas semiestructuradas**

Se levantaron entrevistas semiestructuradas con informantes claves para complementar la información obtenida a través de la aplicación de la metodología ComMod (sesiones de JdR). Mientras los JdR se enfocaban en la toma de decisiones por parte de productores, las entrevistas semiestructuradas ponderaban las percepciones de un grupo de actores locales de manera más amplia. Se incluyeron productores ganaderos de las diferentes aldeas del municipio de Catacamas (17 aldeas, entre ellas San José de Río Tinto, Colonia Agrícola, Colonia Sosa, San Esteban, Campamento Nuevo y Viejo, etc.), así como representantes de las instituciones públicas (ICF, UMA y Cruz Roja), una ONG (HEIFER-Honduras), una asociación de productores (APROSACAO) y docentes de la UNAG. Las preguntas exploraban las percepciones de los actores locales acerca de las actividades productivas en las fincas, la pérdida de árboles y obstáculos ante la adopción de prácticas que favorecen la siembra y conservación de árboles en fincas.

Se levantaron un total de 60 entrevistas semiestructuradas (Apéndice 5): 48 productores (47 hombres y 1 mujer) y 12 actores de las instituciones públicas (11 hombres y 1 mujer), distribuidos de la siguiente manera: 5 técnicos del gobierno municipal (4 hombres y 1 mujer), 3 representantes de ONG trabajando en el territorio (todos hombres), 2 docentes de la UNAG (todos hombres) y 2 representantes de una asociación (todos hombres), para determinar qué ha llevado a los productores ganaderos a mantener o eliminar la cobertura arbórea en sus fincas ganaderas. De los 48 productores entrevistados, 40 fueron entrevistados por el estudiante Héctor Perdomo (Perdomo 2020) y el análisis de las entrevistas fue realizado por el autor de la presente tesis.

Los datos obtenidos permitieron un mejor entendimiento del contexto y obstáculos ante la inclusión de árboles en fincas. También, las entrevistas detallaron aspectos económicos de la ganadería local que sirvieron para validar la calibración del juego al contexto local.

### **3.3 Selección de participantes**

La identificación de interesados locales dispuestos a participar en la investigación fue un reto para la realización de esta metodología. La distribución poblacional (lugares alejados) y la disponibilidad de ganaderos más factores como transporte y la situación del COVID-19, fueron obstáculos ante la recopilación de información. Dado lo mencionado se decidió utilizar una muestra no probabilística conocida como bola de nieve para identificar a los participantes de las sesiones del JdR y entrevistas, a través de cadenas de referencias, como lo sugiere Gourmelon *et ál.* (2013).

Para la selección de participantes, tanto en los JdR como en las entrevistas semiestructuradas, se trabajó de la mano con la UNAG y HEIFER- Honduras en la zona de estudio para contactar a productores líderes. Estos productores ayudaron a la identificación de informantes claves para participar en el estudio y a la coordinación de reuniones en campo. Los criterios de selección de los ganaderos a ser participantes en las sesiones de validación del JdR, después de la calibración fueron: productor ganadero (se promovió la inclusión de género), mayores de edad, con al menos 20 años de residencia en el municipio (conocimiento de los cambios en la zona), con al menos cinco años de experiencia agrícola o pecuario y deseo de participar en esta investigación. Para las entrevistas se incluyeron los individuos identificados a través de la cadena de referencia, conformada por actores locales (productores, representantes de instituciones, expertos locales etc.), con conocimientos sobre el sistema de producción agropecuario en la zona de estudio.

Cada sesión del JdR tuvo una duración de aproximadamente dos horas y 30 minutos, las entrevistas semiestructuradas 30 minutos. En las entrevistas realizadas, la participación de las mujeres representó un 3,3%, es decir dos de las 60 personas entrevistadas y un 12,5% (dos) de los 16 participantes en las tres sesiones de validación del JdR con productores. Dicha representación de género se explica tanto por la dominancia de los hombres como jefes de fincas ganaderas en el sitio de estudio, como por la de expertos académicos masculinos trabajando sobre ganadería en la zona.

### 3.4 Recopilación de los datos

La estructura metodológica se realizó en cuatro fases (Figura 5).



Figura 5. Fases de la investigación

### **Fase 1: P-ARDI y modelo conceptual**

Inicialmente se realizó un taller para el modelamiento del sistema productivo en Catacamas, con base en el conocimiento de los siete participantes (cuatro expertos locales: un profesor y un estudiante de la UNAG y dos expertos hondureños); tres participantes con conocimientos de la zona (2 dos investigadoras CIRAD-CATIE y un estudiante CATIE) y un facilitador externo experto de la metodología (P-ARDI). A través de esta metodología se identificó el **Problema**, **Actores**, **Recursos**, **Dinámicas** e **Interacciones** relevantes para la conservación y siembra de árboles en el sitio de estudio. Se formuló la siguiente pregunta general para iniciar la discusión entre participantes en el taller P-ARDI: “*¿Cuáles son los retos para la inclusión de árboles en fincas ganaderas de Catacamas?*” (García-Ulloa 2019). Esta pregunta general se seleccionó para responder al objetivo principal del proyecto de investigación y desarrollo TonF. El producto que surgió de la primera fase incluye el modelo conceptual (P-ARDI) de estrategias de siembra y gestión de árboles en fincas ganaderas de Catacamas en Honduras (Figura 7) con los componentes a representar durante la gamificación del modelo conceptual (Cuadro 2) (García-Ulloa 2019).

### **Fase 2: Gamificación del modelo conceptual en un JdR**

La gamificación es el proceso donde los involucrados en la problemática construyen el tablero de juego, en consideración a los componentes identificados en el modelo conceptual P-ARDI. En este estudio, el proceso de gamificación se llevó a cabo durante dos talleres (junio 2019 con el equipo TonF). Se formuló la pregunta “*¿Qué influye en las estrategias de siembra y conservación de árboles en las fincas de Catacamas?*” (García-Ulloa 2019) con el objetivo de guiar la construcción del JdR y el análisis de las sesiones del juego con actores. Esta pregunta surgió de la lista de problemáticas identificadas en la fase anterior.

La gamificación fue un proceso de diseño, prueba y ajuste del tablero de juego para obtener una mejor representación del sistema a estudiar. Los productos obtenidos en esta fase incluyen el tablero de juego de una tipología de fincas a manera de hipótesis sobre el sistema ganadero del lugar en estudio (Figura 8) y los materiales para la explicación de los componentes del tablero de juego, los costos por cambios de uso de suelo, la carga animal según los componentes en el tablero y el protocolo para cada ronda del JdR durante las sesiones de juego (Figura 9).

### **Fase 3: Aplicación del JdR y de entrevistas**

La tipología de fincas fue calibrada y validada por medio de la metodología del JdR. Para esto se realizaron tres sesiones de calibración y validación con 16 expertos (estudiantes CATIE, investigadores CATIE y docentes UNAG, ver Figura 10); luego dos sesiones de calibración y validación con 10 actores locales (estudiantes y docentes UNAG con experiencia en ganado bovino, ver Anexo 7), y dos sesiones de validación con 12 productores

locales (aldeas San José de Río Tinto-Quilís, ver Anexo 8). Se realizó un total de siete sesiones del JdR con la participación de 38 participantes.

A partir de análisis preliminares con información de los entrevistados sobre el componente leñoso en las fincas ganaderas, se decidió analizar solamente la percepción de los productores entrevistados por el autor de la tesis (ocho entrevistas) al identificar un desconocimiento de las percepciones de los productores de parte de las instituciones entrevistadas. Así, se obtuvo información de especies arbóreas predominantes (Cuadro 4), distribución de los árboles (Cuadro 5), usos de los árboles (Cuadro 6) y de los factores considerados por los ganaderos en las decisiones vinculadas a la siembra o conservación de los árboles en sus fincas (Cuadro 7).

Productos: Calibración de los valores utilizados en la tipología de fincas, por pericia de los participantes y validados por la base de datos técnicos de Perdomo (2020) (Figura 12).

#### **Fase 4: Análisis de datos**

El presente estudio contó con tres fuentes de información: 1) siete sesiones del JdR; 2) veinte entrevistas semiestructuradas (ocho productores y doce representantes de instituciones) y 3) la base de datos (Perdomo 2020) sobre la caracterización de los sistemas de producción ganaderos presentes en el municipio de Catacamas, Honduras, basada en entrevistas de 40 productores de la zona (estudiante Héctor Perdomo UNAG-Honduras, forma parte del proyecto TonF). Los datos se procesaron en Microsoft Excel, donde se analizaron con estadística descriptiva; además se trianguló las respuestas de las tres fuentes de información para identificar perspectivas divergentes y áreas de desconocimiento respecto a la problemática.

Para esta investigación se evaluaron las siguientes variables: tamaño de finca, total de animales, carga animal, porcentaje de cercas vivas, usos de ensilaje, presencia de árboles en potreros, género y presencia de áreas forestales. Los datos técnicos de la base de datos (Perdomo 2020), se analizaron para validar la calibración del juego de acuerdo con las condiciones locales. La información generada durante las sesiones de juego y en las discusiones que siguen en el *debriefing* (Anexo 9), también se analizó de manera cualitativa para entender las decisiones de los actores y sirvió de apoyo en el proceso de calibración y validación de la tipología de fincas.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Desarrollo de un juego de roles**

#### **4.1.1 Resultados del taller P-ARDI**

En taller P-ARDI, participaron siete expertos del proyecto con conocimiento sobre el área de estudio y la problemática (la inclusión de árboles en fincas ganaderas). Los expertos son parte del CATIE, CIRAD y UNAG. A continuación se presentan los elementos del sistema que fueron identificados en el taller (Cuadro 2). En la identificación durante el taller P-ARDI, los actores se ordenaron de acuerdo con el nivel de influencia e impacto en el sistema, siendo considerados a ser representados durante el proceso de gamificación aquellos que presentaron mayor influencia e impacto en el sistema: ganaderos, APROSACAO, ICF, UNAG y la municipalidad (García-Ulloa 2019).

Se identificaron varias problemáticas acerca de la inclusión de árboles, las cuales se dividieron en cuatro grupos. Los expertos compartieron la percepción de que los productores ganaderos no cuentan con el conocimiento adecuado sobre aspectos técnicos de árboles y sistemas agroforestales, especialmente sobre las especies, sus usos y la contribución del componente arbóreo a los ingresos de la finca. Mencionaron la falta de mercados para la venta de productos del arboles como carbono y de un marco regulatorio sobre su uso en el campo. Simplemente, los productores desconocen la ley forestal y esto presenta un obstáculo importante. Además, destacaron que hay incertidumbre sobre el futuro respecto a tenencia de la tierra, cambios en la ley forestal que impactarían el aprovechamiento y los impactos de cambio climático, creando una situación en la cual los productores no se encuentran dispuestos a invertir en la siembra de árboles (García-Ulloa 2019). Generalmente, señalaron que otros retos del sector rural, como la falta de diversificación de productos agropecuarios y la conversión de bosque a plantación de café podrían influir en la inclusión de árboles en fincas.

**Cuadro 2. Componentes P-ARDI identificadas por los participantes en forma de tarjetas (basado en García-Ulloa (2019))**

<b>Problemática</b>	<b>Actores</b>	<b>Recursos</b>	<b>Dinámicas</b>	<b>Interacciones</b>
	Ganaderos	Ganado doble propósito	Conversión de áreas de guamil a cultivo de granos básicos para finalmente establecer pasturas.	Ganaderos venden leche, madera y animales a los clientes.
1. Aspectos de desarrollo técnico: - Desconocimiento de los productores sobre las especies, arreglos y usos de árboles y su rentabilidad.	UNAG- Universidad Nacional de Agricultura (viveros)	Forrajes (pastos, ensilaje)	Los ganaderos compran postes para el mantenimiento de cercas.	El ICF regula el uso y venta de madera por los ganaderos.
2. Factores que influyen en la toma de decisión: Falta de incentivos, de acceso a mercados de carbono y un marco regulatorio para su uso	ICF (Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal)	Árboles en fincas (cercas vivas, dispersos en potreros)	Los ganaderos siembran cercas vivas.	Los ganaderos obtienen plantas de los viveros por medio del ICF y la UNAG.
3. Falta de interés: - El cambio climático, incertidumbre sobre leyes y la cuestión de tenencia de tierra, más la persistencia de tradicionalismo son factores que desincentivan la siembra de árboles	Entidades de asesoramiento técnico	Áreas de guamil (terrenos en barbecho)	Los árboles producen sombra, forraje, sombra, frutos y madera.	Los ganaderos venden la producción de cacao a APROSACAO.
4. Temas macro: La degradación de bosques por cafeteros, y la falta de diversificación en sistemas productivos	Asociación de Productores de Sistemas Agroforestales con Cacao orgánico-Olancho (APROSACAO)	Cacao en sistemas agroforestales	Los árboles brindan sombra en el cultivo de cacao agroforestal.	APROSACAO vende cacao a Chocolates Halba.
	Chocolates Halba	Bosque de galería		Los ganaderos siembran cultivos para alimentación del ganado.
	Clientes (compran productos ganaderos)			Los ganaderos talan árboles para uso de la madera.

#### 4.1.2 Modelo conceptual

Se construyó la primera versión del modelo conceptual (Figura 6) para entender las estrategias de siembra y gestión de árboles en fincas de Catacamas, en relación con los componentes identificados con P-ARDI. Este modelo abarca tres sistemas productivos: café, cacao y ganadería. Sin embargo, se determinó que los tres sistemas productivos no tienen muchas interacciones, funcionando como entidades independientes. Debido a eso, se propuso una segunda versión del modelo conceptual.

La Figura 7 demuestra la segunda iteración del modelo conceptual que se propuso colectivamente en el taller P-ARDI. La distinción entre este modelo y el anterior es que se enfoca en el sector ganadero y excluye los otros sistemas de producción. Se aceptó esta versión como la versión final que sirvió como base para construir el juego. Dentro de este modelo se pueden observar diferentes arreglos de árboles que, según la percepción de los expertos, se encuentran en campo. Mencionaron cercas vivas, árboles dispersos en potreros y diferentes bienes y servicios de los árboles como sombra, frutos, postes y forraje para el animal. Esta información es importante porque sugiere que ya existen ciertos arreglos de árboles en campo, inclusive sistemas agroforestales y silvopastoriles y áreas de bosque de galería y bosque secundario (guamil/matorral etc.), que se conservan en fincas (García-Ulloa 2019).



Figura 6. Modelo conceptual (P-ARDI) del sistema productivo de Catacamas, Honduras  
Fuente: García-Ulloa (2019)

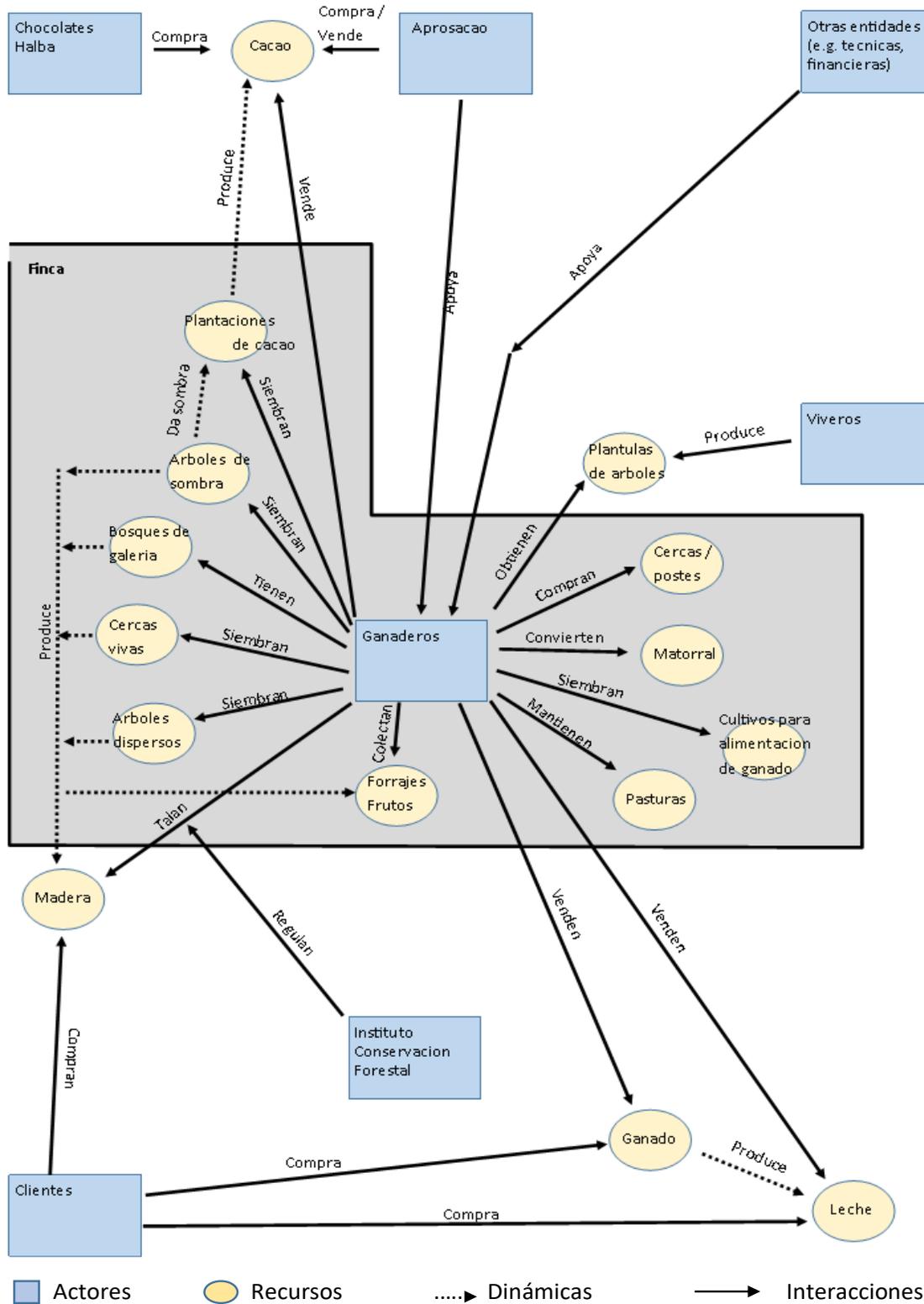


Figura 7. Modelo conceptual (P-ARDI) de estrategias de siembra y gestión de árboles en fincas ganaderas de Catacamas, Honduras

Fuente: García-Ulloa (2019)

### 4.1.3 Gamificación

La información del modelo conceptual permitió dar inicio al proceso de gamificación, es decir, la creación de un tablero para el juego de roles y simular la toma de decisión de futuros participantes. Los siete expertos se guiaron con la pregunta, “¿*Qué influye en las estrategias de siembra y conservación de árboles en las fincas de Catacamas?*” (García-Ulloa 2019). En la fase de gamificación se incorporaron los elementos más influyentes en el sistema para representarlos en un JdR con el uso de tableros y fichas. Cada participante jugó el rol del productor ganadero mientras el investigador facilitó las sesiones del juego. Los recursos incluidos en el juego eran: pasturas, cercas vivas y muertas, cultivos para ensilaje, maderables y frutales, ganado, plantación forestal y áreas de guamil (bosque secundario), dinero y plantaciones de cacao.

En el JdR, se incluyeron los recursos plantación de cacao agroforestal y de plantación forestal pura, debido a que muchas fincas ganaderas han empezado a invertir en estos usos de suelo en los últimos años (García-Ulloa 2019). A través del juego de roles se deseaba identificar los posibles arreglos del componente arbóreo que son de interés para los productores ganaderos de la zona.

Además, en el juego se simularon afectaciones en los ingresos de los cultivos (pasturas, cacao agroforestal y plantación forestal) y en el ganado por eventos climáticos (El Niño y la Niña), por medios de cartas de acción; turnos de cosechas en plantaciones forestales por medio de cartas de cosechas y regulaciones de aprovechamiento forestal por parte de ICF por medio de pagos de certificados para corte de árboles maderables.

También se simuló un sistema de préstamos (al 10% de interés por ronda de juego) y de ventas de terrenos, por medio de un “Banco”. De esta manera los participantes en el JdR podrían obtener capital para invertir en las fincas que manejaban en el tablero de juego.

En la Figura 8 se puede observar el proceso de gamificación que se llevó a cabo durante dos talleres, donde a través de las observaciones de los participantes y de los componentes identificados en el modelo conceptual, se obtuvo un tablero de juego que representó fincas ganaderas con características (carga animal, uso de ensilaje, plantación pura con maderables, cercas vivas y muertas, cacao agroforestal) propias del contexto del lugar en estudio. Este tablero sirvió para el desarrollo del juego de roles.



Figura 8. Gamificación del modelo conceptual del sistema ganadero en Catacamas, Honduras. Foto izquierda: primer taller, foto derecha superior: segundo taller y foto derecha inferior: resultado tablero de juego.

#### 4.1.4 Creación de tipologías de finca

Se puede observar que del proceso de gamificación se obtuvo una tipología que presenta seis fincas en el tablero de juego, consideradas representativas del sistema ganadero de Catacamas, Honduras. Esta tipología se diseñó luego de la construcción y validación de tres prototipos a manera de tipología, cada uno consistió en seis escenarios construidos por los participantes de acuerdo con sus percepciones sobre las características de las fincas ganaderas en la zona de Catacamas. Esto permitió a los expertos decidir qué fincas representar en el tablero de juego.

A partir de los componentes presentes en el tablero de juego, los expertos procedieron a estimar los posibles costos de manejo así como los posibles ingresos que estos componentes generan en las fincas, para luego determinar con qué valores estos serían representados en el material visual (*poster*) que se elaboró para la explicación y el desarrollo de la actividad que consistió en las sesiones del JdR.

En la Figura 9 se presenta el material que se utilizó en cada sesión del JdR para la explicación de los componentes del tablero de juego, los costos de los posibles cambios de uso de suelo, la carga animal adecuada por manzana de terreno según la combinación de

componentes en la finca y el protocolo de las etapas en cada ronda del juego. Toda esta información funcionó como reglas del juego para que los participantes tomaran sus decisiones de manejo sobre los componentes de su tablero, con base a sus conocimientos y en consideración de dichas reglas.

Posteriormente a tener todos los materiales listos para llevar a cabo las sesiones del juego de roles, se coordinaron reuniones que permitieron ir validando, ajustando y calibrando las características (componentes) de la tipología de finca así como los valores (egresos e ingresos) utilizados para cada componente del tablero de juego. El objetivo de este proceso de retroalimentación del juego es obtener una tipología ajustada a la realidad de las fincas en la zona de estudio; también se preparó un guion para dirigir las diferentes etapas durante las sesiones del juego (Anexo 4).

## **4.2 Aplicación del JdR**

### **4.2.1 Validación de la tipología de fincas**

La tipología de fincas estuvo probada y ajustada durante sesiones de validación con estudiantes y académicos del CATIE, luego con expertos locales (profesores e ingenieros que trabajan en la zona de Catacamas) y, finalmente, sesiones con actores locales (ganaderos). Este proceso de validación se llevó a cabo por medio de la metodología del JdR. Durante las sesiones de juego, cada finca fue manejada por un participante (jugador) tomando decisiones como estrategias con base en sus conocimientos con respecto a los usos de suelo, carga animal, tipo de cercas, etc.

En el juego se trata de simular 21 años de manejo en las fincas, por medio de ocho rondas de turnos por jugador a lo largo de la sesión de juego, donde la primera ronda es el año cero; luego se simuló tres años de manejo en las siguientes siete rondas. No hay ganadores ni perdedores al transcurrir las rondas de turnos establecidas. En la Figura 10, se puede observar los cambios realizados en la tipología de finca, luego de las tres sesiones de calibración y validación con expertos.

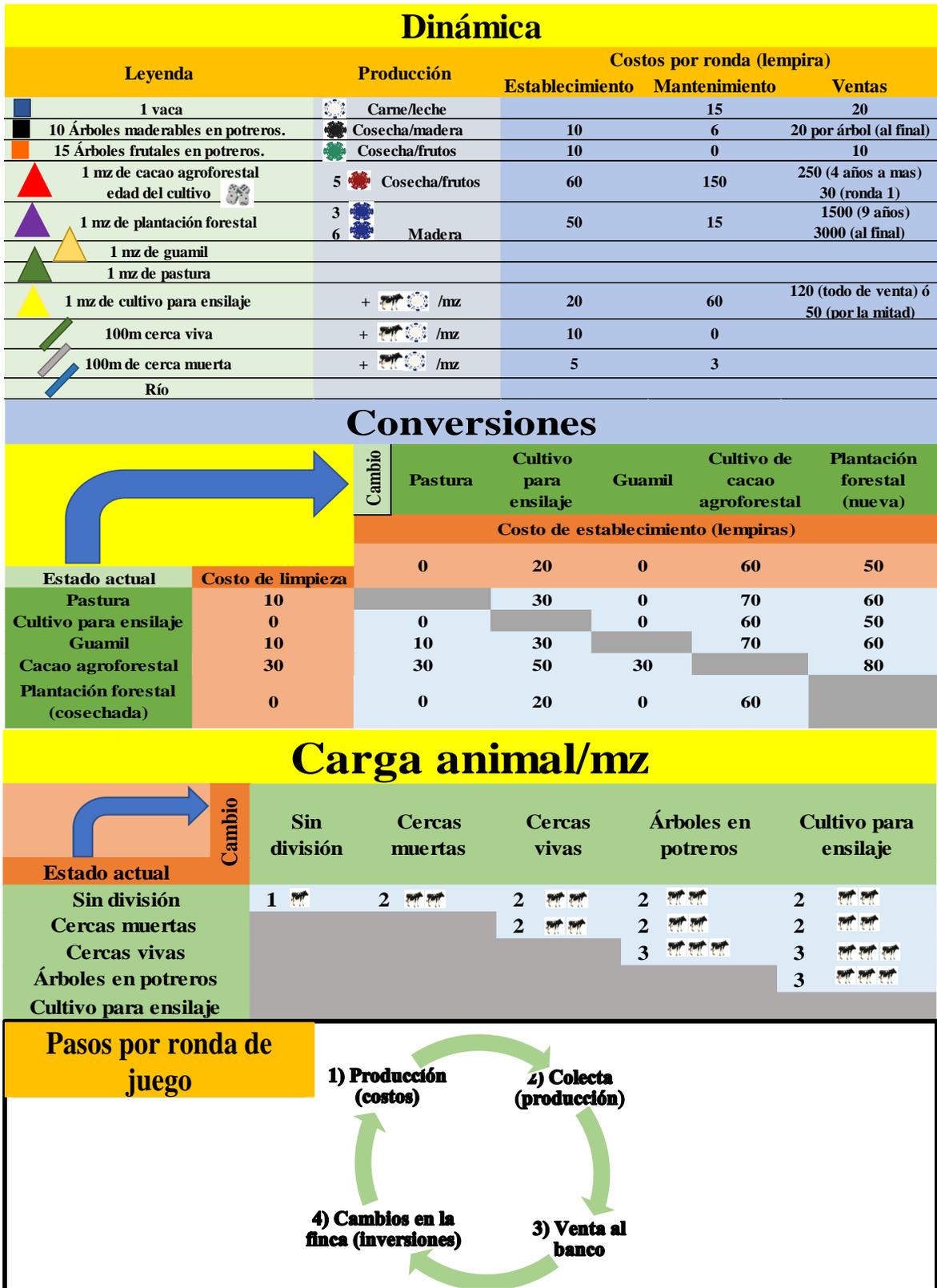


Figura 9. Materiales que presentan los parámetros del modelo (y del juego). Esta información se proporciona para cada sesión del JdR



Figura 10. Sesiones de calibración y validación con expertos del CATIE y la UNAG

Se puede observar que los ajustes en las características de las fincas se realizaron principalmente al adicionar *árboles maderables* (*cuadros de color negro*), *árboles frutales* (*cuadros color naranja*) y *plantación forestal* (*triángulo color morado*), obteniendo de esta manera un tablero de juego con las características representativas de las fincas ganaderas en la zona de estudio según los participantes de estas sesiones de validación. Por otro lado, también se ajustaron *los costos e ingresos de los componentes* que se añadieron al tablero de juego así como el número de rondas a jugar por sesión, determinándose que sería a *seis rondas de juego para simular 15 años de manejo*.

En las dos sesiones de validación con estudiantes y académicos de UNAG-Catacamas, las observaciones se concentraron en el ajuste de los *costos e ingresos en el cultivo de cacao agroforestal* representados en el material visual (*póster*).

Finalmente, en las tres sesiones de validación con productores de las aldeas de San José de Río Tinto y de Quilis y con docentes de la UNAG expertos en ganado, se realizaron ajustes que consistieron en *representar la presencia de río en el tablero de una de las fincas* (sirviendo el borde del bosque de galería como cerca viva sin considerar ningún costo de establecimiento o mantenimiento), *ajustar a dos la cantidad de animales afectados por eventos climáticos* que se simulan durante las sesiones de juego y considerar el *establecimiento de árboles maderables solo en los linderos de la finca*.

#### 4.2.2 Tipología de finca según los entrevistados

Se realizó una clasificación de las fincas locales a partir de la información de los entrevistados para comprobar que la tipología utilizada en el JdR cumple con las características de las fincas ganaderas de la zona (Cuadro 3). Para esta clasificación se consideraron los criterios de:

- Tamaño de finca a partir del área en hectáreas (pequeñas: <60 ha, medianas: entre 61 y 120 ha, y grandes: >121 ha).
- Sistema de producción (doble propósito, especializado en leche o de engorde).
- Nivel tecnológico a partir del uso de pasturas mejoradas, uso de ensilaje, uso de pasto de corte, número de divisiones en potreros y carga animal.

Cuadro 3. Nivel tecnológico como criterio de clasificación de las fincas ganaderas locales, Catacamas, Honduras

Nivel tecnológico	Ensilaje	Área de pasto de corte en relación con el N° de animales	N° de divisiones de potrero	Maquinaria	(lts/vaca/día)	% Pastura mejorada del área total con pasto de la finca	Carga animal (UA/HA)
Bajo	prepara en ocasiones	tiene muy poco/nada	menor a 15	no tiene	menor a 5	menor a 50%	menor a 1
Medio	prepara poco	tiene poco	de 15 a 30	tiene algunas	5 a 10	de 50 a 75%	de 1 a 3
Alto	prepara lo necesario	tiene lo necesario	mayor a 30	tiene lo necesario	mayor a 10	mayor a 75%	mayor a 3

En la Figura 11 podemos observar la tipología de las fincas ganaderas según las opiniones de los entrevistados a partir de los criterios de clasificación tamaño de finca, sistema de producción, nivel tecnológico y relación de beneficio-costos (B/C).

La relación B/C se calculó con una tasa de descuento (TD) del 5%, ya que con esta tasa se obtienen las ganancias (ingresos) promedio anual que logran percibir actualmente los productores de la zona. A partir de la información de 40 fincas ganaderas en la base de datos de Perdomo (2020), se consideró como beneficios: los ingresos producto de la venta anual de leche, terneros, vacas de descarte y vacas en producción y como costos: los egresos anuales por medicamentos, mano de obra, compra de alimento balanceado (concentrado) e imprevistos (servicios veterinarios).

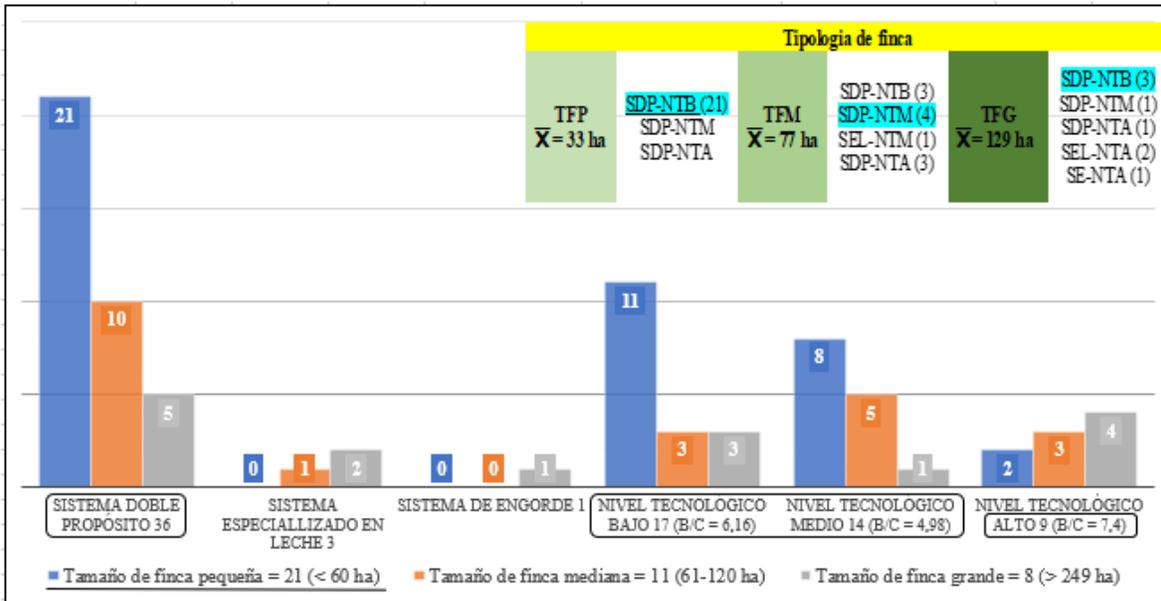


Figura 11. Tipología de fincas con base en los criterios de clasificación, Catacamas, Honduras

En la figura se observa que en la zona de estudio predominan las fincas pequeñas (<60 ha), con un promedio de 33 ha bajo el sistema de producción de doble propósito y un nivel tecnológico bajo. Esta categoría es la que corresponde a la tipología utilizada en el juego de roles. También hay fincas medianas entre 61 y 120 ha con un promedio de 77 ha, bajo el sistema de producción doble propósito con un nivel tecnológico medio y algunas fincas grandes >121 ha con un promedio de 129 ha bajo un sistema de producción doble propósito y un nivel tecnológico bajo. Solo el 22% (9) del total de 40 fincas presentaron un nivel tecnológico alto, lo cual les permite obtener mayores ingresos en comparación al resto (B/C = 7,4 con una tasa de descuento del 5%).

Las sugerencias de ajustes en la tipología de finca por parte de los expertos en las sesiones de calibración y validación durante el *debriefing* coinciden con las características de las fincas que predominan en el área de estudio según información de los entrevistados.

#### 4.2.3 Calibración del juego de roles

Se procedió a la calibración del juego de roles tomando en cuenta la información de los entrevistados y la del *debriefing* de cada sesión (Anexo 9). La calibración de los componentes se realizó a partir de la información económica obtenida de la base de datos de Perdomo (2020), para los componentes de cercas vivas y muertas, cultivo de ensilaje y carga animal. Los demás componentes (cultivo de cacao agroforestal, plantación forestal, árboles frutales y maderables) se calibraron durante las sesiones de juego, y con datos de entrevistas de expertos sobre estos componentes (expertos académicos y técnicos que trabajan en el desarrollo de plantaciones).

En el juego se utilizaron valores económicos proporcionales a la realidad. Por ejemplo, el costo del establecimiento de una cerca viva de 100 metros en el sitio es de 2500 lempiras; en el juego se representa con 25 lempiras. Así, los valores en el juego corresponden a 1/100 de los valores reales. En la Figura 12 se observa un ejemplo aplicando los valores económicos obtenidos por la base de datos de Perdomo (2020) y los valores correspondientes en el juego de roles.

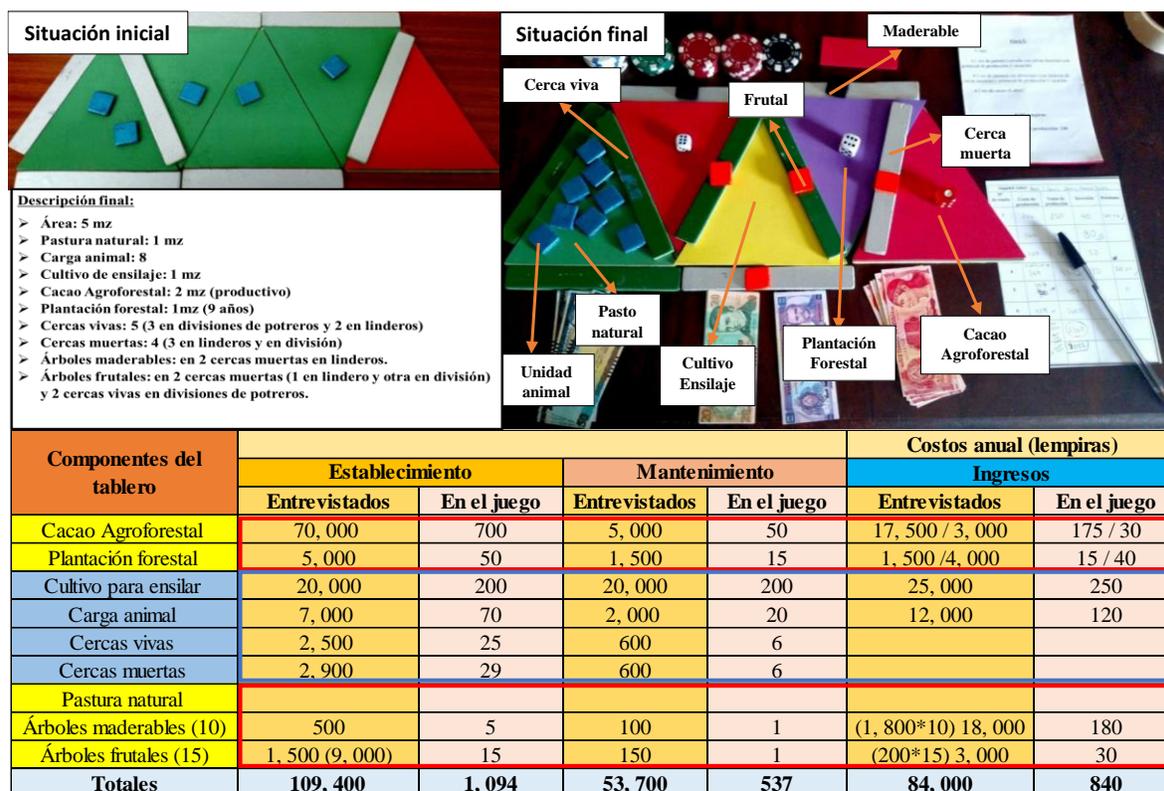


Figura 12. Calibración de los valores utilizados en la tipología de fincas del juego de roles, Catacamas, Honduras

La figura muestra las características del tablero de una de las fincas de la tipología en su situación inicial y luego la situación final producto de las decisiones de manejo del participante. Es importante mencionar que este es el resultado de uno de los pocos participantes en las sesiones de juego que decidió realizar préstamos al banco para invertir en la finca que manejaba.

En la parte superior derecha de la figura se presenta un cuadro con la descripción de la situación final de la finca, según las decisiones de manejo del participante en la sesión del JdR. En la parte inferior se presenta un cuadro con los valores de los componentes en el tablero de juego; los componentes sombreados en color azul se lograron calibrar a partir de la información de los entrevistados por Perdomo (2020), mientras que los componentes sombreados en color amarillo se calibraron a partir de las sesiones y entrevistas con expertos. Así, los resultados muestran grandes similitudes entre los datos económicos de las fincas reales obtenidas por las entrevistas y los de las fincas simuladas en el juego.

### **4.3 Decisiones de los participantes en las sesiones del juego de roles**

#### **4.3.1 Arreglos y usos de los árboles**

La distribución de los árboles en el tablero de juego obedeció a las decisiones de manejo de los jugadores, a partir de los arreglos utilizados en el JdR. Los posibles arreglos incluyeron cercas vivas, plantación forestal, árboles maderables y frutales en divisiones de potreros, linderos o dispersos en potreros. Se observó que los arreglos preferidos por los jugadores se relacionaron con el establecimiento de cercas vivas en linderos o en divisiones de potreros. Los participantes explicaron en el *debriefing* que “*sembramos árboles como cercas vivas para dar sombra al ganado durante el verano no solo en el juego*”, enfatizando “*Los árboles que sembramos como cercas vivas (madreado o indio desnudo) el ICF no nos multa cuando los cortamos*”. Esta decisión de manejo coincide con la opinión de los ganaderos entrevistados sobre los usos de los árboles que ellos perciben con mayor importancia, siendo uno de estos la provisión de sombra para el ganado.

Por otro lado, las decisiones menos utilizadas fueron el establecimiento de árboles (frutales/maderables) dispersos en potreros, en cercas de división de potreros o en plantación forestal. Durante el *debriefing*, los jugadores compartieron un poco más del razonamiento de sus decisiones. Por ejemplo, mencionaron que no establecieron árboles maderables dispersos en potreros o en divisiones de potreros porque el ganado los podría dañar o porque al crecer afectarían a sus pasturas. En el caso de la plantación forestal, mencionaron que su establecimiento es un proceso lento y costoso para obtener de parte de ICF certificados de manejo forestal, además de ser una inversión a largo plazo.

Los jugadores mencionaron el interés de establecer maderables en los linderos de las fincas con las especies de cedro (*Cedrela odorata*), laurel (*Cordia* sp.) y roble (*Tabebuia rosea*), por no ser palatales para el ganado, por su crecimiento rápido y por la calidad de la madera. La tercera especie mencionada por los jugadores podría ser el macuelizo, también llamada 'roble' en Honduras. Indicaron que prefieren establecer los maderables en linderos porque consideran que en este arreglo los árboles no perjudican la productividad de sus pasturas.

Se observó que los jugadores hicieron un bajo uso de los árboles para producción de madera o de forraje. Esto se podría explicar por la percepción que tienen los productores respecto a los trámites que se requiere para el aprovechamiento de árboles maderables y que, en el caso de los árboles como forraje, indicaron que sus pasturas producen la cantidad suficiente de alimento para la carga animal que utilizan en sus potreros.

#### **4.3.2 Tipología de finca luego de tres sesiones de validación con productores**

Posteriormente se procedió a representar de manera gráfica los cambios en el tablero de juego que representa la tipología de finca en el JdR. Estos cambios son el resultado de las decisiones de manejo de parte de los participantes en estas sesiones. También se representó de manera gráfica las características de las fincas que describieron mayormente los entrevistados (Figura 13).

Luego de simular un periodo de tiempo de 15 años de manejo en las fincas, se muestran los cambios en el tablero de juego producto de las decisiones de los participantes. Las decisiones de manejo de las fincas se relacionaron principalmente con el incremento de la carga animal, cambio de las cercas muertas por cercas vivas y el establecimiento del área de ensilaje; en general, la siembra de árboles maderables y/o frutales fue mínimo.

Los participantes (azules, amarillos y morados), que manejaron fincas con presencia de guamil decidieron invertir en el cambio de uso de suelo, estableciendo áreas de cultivo para ensilaje o de cacao agroforestal. Además, invirtieron en el establecimiento de cercas vivas en busca de incrementar la carga animal.

Los participantes (rojos y cafés) que manejaron fincas con presencia de cacao agroforestal, decidieron invertir en el cambio de cercas muertas por cercas vivas para disminuir los costos de producción y posteriormente invirtieron en el establecimiento de cultivo para ensilaje que les permitiría manejar una mayor carga animal en sus potreros.

Los participantes (verdes) no realizaron cambios de uso de suelo en su finca, invirtiendo principalmente en establecer cercas muertas como protección en su área de cultivo para ensilaje. Ellos mencionaron que prefieren el uso de cercas muertas en esta área para evitar la sombra que genera una cerca viva.

Por otra parte, los entrevistados mayormente describieron tres tipos de finca que se representan en la parte inferior derecha de la figura; las fincas pequeñas tienen en promedio 46 mz (33 ha), un sistema de producción doble propósito y un nivel tecnológico bajo. Las fincas medianas tienen un promedio de 109 mz (77 ha), un sistema de producción doble propósito y un nivel tecnológico medio. Las fincas grandes alcanzan en promedio de 183 mz (129 ha), bajo un sistema de producción doble propósito y un nivel tecnológico bajo.

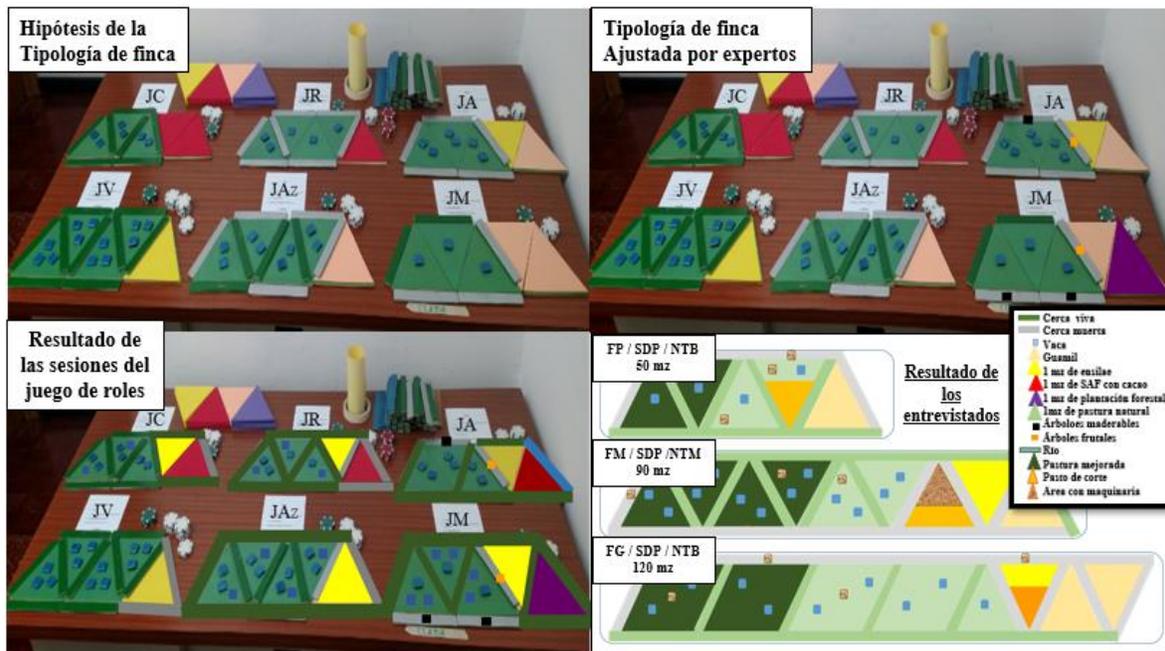


Figura 13. Tablero de juego luego de las tres sesiones de validación con productores del juego de roles y representación de las fincas según los entrevistados, Catacamas, Honduras

#### 4.4 Componente leñoso en las fincas ganaderas

Para el análisis del componente leñoso en las fincas, se decidió realizar un análisis preliminar con la información de los productores y personal de las instituciones consideradas en las entrevistas.

En la Figura 14 se muestra un análisis de correspondencia de las percepciones desde el punto de vista de los informantes sobre los factores que determinan la conservación o siembra de árboles en las fincas ganaderas de la zona de estudio.

La figura sugiere una inercia del 62,55%, donde los productores mayormente opinaron que los factores que ellos consideran al tomar decisiones vinculadas a la siembra o conservación de árboles en sus fincas ganaderas, son el costo inicial (CI), especie del árbol (SpA), variabilidad climática (VC) y proceso de certificación lento (PCL), mientras que el personal de las instituciones entrevistadas opinaron mayormente que los criterios utilizados por los productores en las decisiones vinculadas a la siembra o conservación de árboles en las fincas ganaderas son experiencia (Exp), costo inicial (CI), retorno a corto plazo (RCP), título de propiedad (TP) y acceso a crédito (AC).

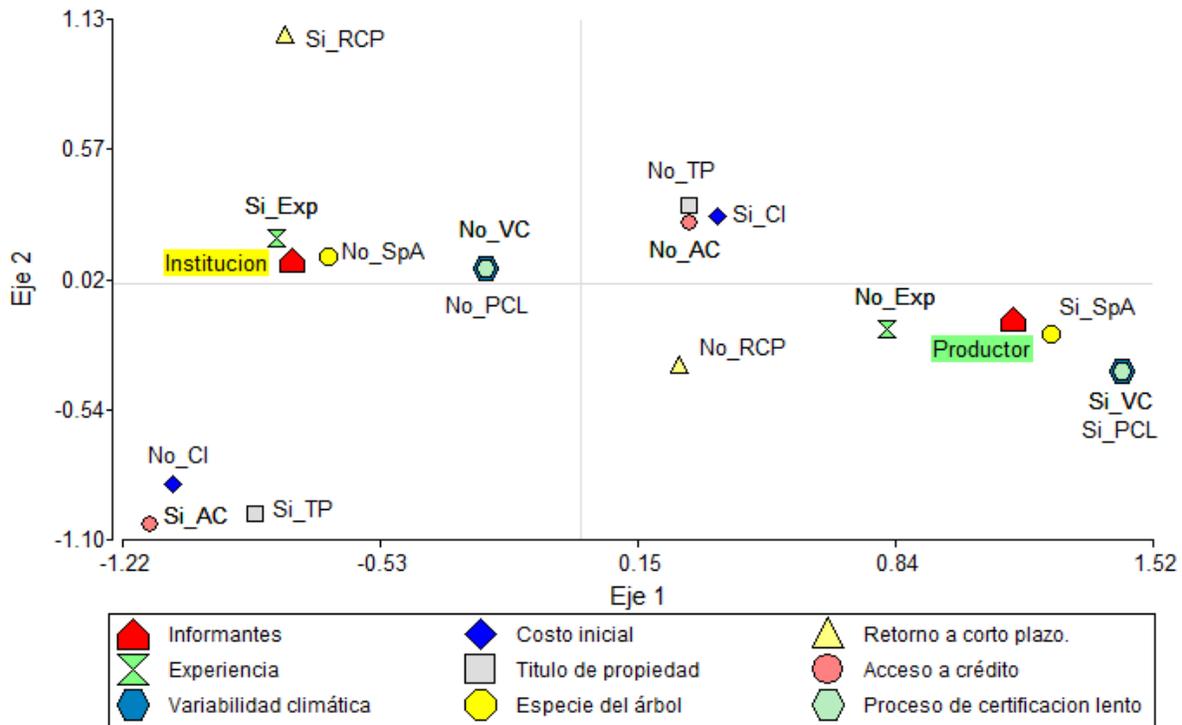


Figura 14. Factores vinculados a decisiones de conservación y siembra de árboles en las fincas ganaderas, Catacamas, Honduras

Se identificó una gran diferencia en las percepciones entre las fuentes de información. De igual manera, se realizaron otros análisis sobre las especies arbóreas presentes en las fincas ganaderas, distribución y usos de los árboles donde se identificó la misma tendencia. Eso indica un desconocimiento de las percepciones de los productores por parte del personal de las instituciones entrevistadas, por tal razón se decidió analizar en las partes siguientes solamente la percepción de los productores entrevistados por el autor de la presente tesis (ocho entrevistas).

#### 4.4.1 Especies arbóreas que predominan en las fincas ganaderas

Los productores mencionaron un total de 24 especies arbóreas que se encuentran en las fincas ganaderas, (Anexo 6), de las cuales se decidió analizar las especies mayormente mencionadas. En el Cuadro 3 se muestra el análisis de las opiniones de los productores con respecto a las ocho especies arbóreas predominantes según las categorías de especie más común, segunda especie más común y otras especies.

Los productores opinaron que dentro de la categoría especie más común, el árbol predominante es el madreño (*Gliricidia sepium*). En la categoría segunda especie más común, los productores mencionaron al laurel (*Cordia* sp.). En general los productores mencionaron que las fincas ganaderas presentan otras especies de árboles: quebracho (*Lysiloma auritum*), encino (*Quercus* sp.), guayabo (*Psidium* sp.), guama (*Inga vera*), gualiqueme (*Erythrina* sp.), ceiba (*Ceiba pentandra*) y acacia amarilla (*Senna alata*). Los

árboles menos mencionados son el tiguilote (*Cordia dentata*), carao (*Cassia* sp.), biscuite (*Acacia* sp.), espino (*Casearia* sp.), carbón (*Mimosa pellita*) y ciruela (*Spondias mombin*).

Cuadro 4. Especies arbóreas predominantes en las fincas ganaderas, Catacamas, Honduras. Frecuencias absolutas (fi: número de veces mencionada) en las opiniones de los productores.

Categoría	Especie arbórea	Frecuencia absoluta (fi)	Frecuencia por categoría
Especie común	<i>Gliricidia sepium</i>	23	9
	<i>Pinus</i> sp.	11	8
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	11	7
	<i>Cedrela odorata</i>	4	2
2da especie común	<i>Cordia alliodora</i>	10	6
	<i>Byrsonima crassifolia</i>	4	4
	<i>Bursera simaruba</i>	3	3
	<i>Swietenia humilis</i>	4	2
Otras especies	No		4
	Sí		44

#### 4.4.2 Distribución de los árboles en las fincas ganaderas

Para determinar la distribución de los árboles en las fincas, se realizó un análisis de frecuencias a partir de los arreglos de los árboles que mencionaron los ganaderos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Distribución de los árboles en las fincas ganaderas, Catacamas, Honduras. Frecuencias absolutas (fi: número de veces mencionada) en las opiniones de los productores.

Variable de arreglo	Respuesta	Totales (fi)	Porcentaje
Linderos	No	36	75
	Sí	12	25
Cercas vivas	No	11	23
	Sí	37	77
Dispersos en potreros	No	5	10
	Sí	43	90
Guamiles o plantaciones forestales	No	14	29
	Sí	34	71
Fuentes de agua	No	18	37
	Sí	30	63

El 90 % de los informantes ganaderos opinó que los árboles en las fincas ganaderas se encuentran dispersos en potreros (conservando los que crecen en divisiones de potreros)

para que sirvan de cerca viva). Un 77% indicó que se encuentran en cercas vivas, un 71% en guamil/plantación forestal y en un 63% en fuentes de agua. Un 75% opinó que los árboles no se encuentran en linderos.

Este resultado respalda las observaciones en el *debriefing* durante las sesiones de validación del JdR, donde los participantes sugirieron realizar ajustes en el tablero del juego para que la representación de los árboles maderables fuera principalmente en linderos y plantación forestal, correspondientes a los sitios en las fincas donde los ganaderos deciden establecer los maderables.

#### 4.4.3 Usos de los árboles en las fincas ganaderas del área de estudio

En el Cuadro 6 podemos observar los usos principales de los árboles que, según los productores, dan en sus fincas.

Cuadro 6. Usos de los árboles en las fincas ganaderas, Catacamas, Honduras  
*Frecuencias absolutas (fi: número de veces mencionada) en las opiniones de los productores.*

Variable de uso	Frecuencia de uso	Totales (fi)	Porcentaje
Leña	alta	5	10
	mediana	18	38
	<b>baja</b>	25	52
Madera	alta	1	2
	mediana	12	25
	<b>baja</b>	35	73
Forraje	alta	0	0
	mediana	7	15
	<b>baja</b>	41	85
Producción de poste	alta	13	27
	<b>mediana</b>	32	67
	baja	3	6
Sombra	alta	10	21
	<b>mediana</b>	21	44
	baja	17	35
Recarga hídrica	alta	6	13
	mediana	4	8
	<b>baja</b>	38	79

Respecto a los usos de los árboles en las fincas ganaderas, el 94% de los productores opinó que dan un uso de mediano a alto para la producción de postes y un 79% de bajo a mediano para sombra. Respecto a los usos para leña, madera, forraje y recarga hídrica, entre el 52% y 85% de los productores mencionaron un uso bajo.

#### 4.4.4 Factores determinantes de la presencia de árboles en las fincas

Es importante mencionar que para la identificación de estos factores no se utilizó una lista predefinida para que el productor priorizara libremente sus respuestas. Los entrevistados mencionaron mayormente el costo de inversión, acceso a especies arbóreas de interés, trámites de certificación de maderables, variación climática y beneficio para el ganado, como los factores que los productores consideran en la toma de decisiones vinculadas a siembra o conservación de los árboles en sus fincas ganaderas. Los factores mayormente mencionados por los productores son el costo de inversión y el acceso a especies arbóreas de interés (Cuadro7).

Cuadro 7. Factores considerados por los ganaderos en las decisiones vinculadas a la siembra o conservación de los árboles en sus fincas, Catacamas, Honduras

Factores	Respuesta	Porcentaje
Costo de inversión	Sí	100
	No	0
Acceso a especies arbóreas de interés	Sí	88
	No	13
Trámites para certificación de maderables	Sí	38
	No	63
Variación climática	Sí	38
	No	63
Beneficio para el ganado	Sí	13
	No	88

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1 Discusión de los resultados

#### Factores determinantes

La aplicación de la metodología ComMod, complementada con entrevistas y la base de datos de Perdomo (2020), permitió destacar los factores determinantes para la inclusión de árboles en fincas ganaderas. La identificación de estos factores, desde el punto de vista del productor es clave para comprender la manera en que se puede incentivar o desincentivar la siembra y conservación de árboles. Los productores consideran *factores limitantes* la ley forestal (trámites de certificación de maderables), el costo de la inversión y la amenaza de la variabilidad climática. Dentro de los *factores que motivan la adopción* están el acceso a especies de interés y los beneficios para el ganado. De estos, los productores opinaron que los factores determinantes más importantes son el costo de inversión y el acceso a especies arbóreas de interés.

Dadas ciertas limitaciones de tiempo y recursos, el presente estudio comprende un tamaño de muestra de productores (48 entrevistados y 38 participantes en JdR), relativamente pequeño con respecto a la población de la zona de estudio, y no pretende presentar una lista definitiva de cada factor determinante que podría influir en el establecimiento de árboles en fincas. Los factores mencionados provienen de la percepción de los ganaderos y actores locales a través de entrevistas y diálogos abiertos con individuos que poseen un conocimiento local obtenido a través de la experiencia vivida. Sin embargo, se requieren de otras investigaciones, especialmente estudios económicos que incorporen la productividad ganadera para profundizar en el conocimiento sobre los factores determinantes identificados por ganaderos en Catacamas, Honduras.

Aun así, los factores determinantes mencionados coinciden con los hallazgos de otras investigaciones. En su estudio sobre iniciativas de mitigación al cambio climático para la ganadería tropical, Durango *et ál.* (2017) señalan limitantes biofísicas y financiera destacadas también por el presente estudio. Estos autores sostienen que la difusión y el éxito de estrategias silvopastoriles depende de la presencia de “*entidades gubernamentales e internacionales que faciliten mecanismos de financiación, puesto que la mayoría de las organizaciones que hacen presencia en la zona rural con el propósito de difundir esta tecnología son fundaciones y/o organizaciones no gubernamentales que financian mediante proyectos de desarrollo o de investigación, reconversiones de unas pocas hectáreas de establecimiento, pero no se garantiza su replicación ni mantenimiento en el tiempo luego de terminados dichos proyectos*”. Igualmente, en la zona de estudio los ganaderos hicieron referencia a sus experiencias previas con una iniciativa local para el establecimiento de plantaciones de teca (*Tectona grandis*), que fracasó en el corto plazo cuando la ONG promotora se retiró de la zona, dejando a los participantes sin permisos forestales para el aprovechamiento. Las experiencias de los ganaderos aluden a la importancia de uno de los obstáculos más grandes —la ley forestal y el acceso a permisos de manejo forestal.

## **La ley forestal y el acceso a permisos**

Durante las entrevistas y el JdR, los productores ganaderos sugieren que la ley forestal presenta un obstáculo que podría desincentivar el establecimiento de árboles en fincas. Percibieron el costo y la dificultad de conseguir permisos del ICF como un reto grande ante el aprovechamiento futuro de maderables en sus fincas. Otros estudios en el país han señalado que la ley forestal obstaculiza la promoción de productos maderables en paisajes ganaderos. Pérez *et ál.* (2011) discuten la incongruencia entre lo que define la ley y su aplicación en realidad: *“La Ley Forestal, de Áreas Protegidas y Vida Silvestre de Honduras (Decreto 98-2007) define el aprovechamiento forestal como la actividad de ‘extraer el recurso forestal de forma racional y sostenida, asegurando al mismo tiempo la conservación y la protección ambiental’. No obstante, en la zona estudiada [Copán, Honduras] la única forma de aprovechar legalmente el recurso forestal con fines comerciales es mediante un permiso de salvamento. El ICF (Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre) otorga dicho permiso para extraer árboles caídos por eventualidades naturales (plagas, vientos)”*. Investigadores y expertos en políticas públicas deben iniciar una conversación abierta sobre los matices de la ley forestal en Honduras, e identificar barreras que desincentivan la gestión sostenible como costos, educación ambiental y los trámites de conseguir permisos para aprovechamiento legal.

Es necesario abordar el tema de desincentivos en la ley forestal para alcanzar plenamente el potencial de los sistemas agroforestales en términos de conservación de la biodiversidad, secuestro de carbono y, quizás lo más importante, su valor económico para el productor. El presente estudio observó que los productores prefieren actividades de gestión que ofrecen beneficios en el corto plazo; por ejemplo, establecer árboles de crecimiento rápido para cubrir la demanda de postes para el mantenimiento de sus cercas, en vez de maderables que se aprovecharían en más de 10 años. Es probable que, cambios en la ley forestal para que el aprovechamiento sostenible de madera sea más accesible, incentivaría la inclusión de árboles maderables en fincas. De acuerdo con los estudios de Pérez (2006) y Ticona (2011), se recomienda que el ICF y otras instituciones interesadas revisen el marco normativo para ajustarlos a las condiciones socioeconómicas de los productores, que les permita tener acceso al aprovechamiento de árboles en sus fincas de manera sostenible.

### **Beneficios de los árboles y áreas de oportunidad**

La simplificación de trámites y la eliminación de barreras económicas y logísticas para acceder a certificados de aprovechamiento forestal emitidos por el ICF, es el primer paso para enfrentar el desincentivo que presenta actualmente el permiso forestal. Si tuvieran acceso a permisos, es probable que los productores estuvieran más dispuestos a ampliar el componente leñoso en sus fincas, con diferentes especies y arreglos, especialmente maderables. Al incluir maderables, se abre las oportunidades para una mayor contribución a la productividad (ingresos de la finca) y la provisión de servicios ecosistémicos. José (2012) menciona que el sistema agroforestal contribuye a la conservación de biodiversidad en cinco maneras: proporciona un hábitat para especies que pueden tolerar un cierto nivel de perturbación, preserva germoplasma de especies sensibles, reduce las tasas de conversión del

hábitat, provisiona la conectividad del paisaje y servicios ecosistémicos. A pesar de la gama de beneficios que los SAF podrían aportar, el presente estudio sugiere que existe un margen para mejora en términos ambientales ya que los productores utilizan un número limitado de especies y arreglos. Productores en el municipio de Catacamas establecen árboles principalmente en cercas vivas y linderos para fines utilitarios (obtención de postes y sombra), y no necesariamente buscan obtener o percibir el potencial que estos ofrecen para la conservación o conectividad del hábitat; las áreas de bosque o guamil, por su parte, no tienden a maximizar la diversidad de especies. Sin embargo, no se descartan las contribuciones ambientales de las cercas vivas. Harvey *et ál.* (2008) analizaron las especies de árboles plantados deliberadamente en las cercas vivas y encontraron un rango de 2 a 28 especies utilizadas. Pérez (2006) destaca que, aunque “*la riqueza de especies de las cercas vivas vistas de manera individual es baja, esta se incrementa de manera importante cuando se analiza a escala de finca o paisaje*” favoreciendo así una mayor riqueza de especies en el hábitat.

### **Arreglos, usos y especies de preferencia**

La distribución del componente arbóreo tanto en las fincas locales como en las sesiones de juego se localiza principalmente en cercas vivas como divisiones de potreros y en menor frecuencia en áreas de guamil o plantación forestal.

Los usos de los árboles que los ganaderos entrevistados perciben con mayor importancia son la producción de postes y de sombra. Pérez *et ál.* (2011) y Ruiz *et ál.* (2005), identificaron que la decisión de los productores de conservar los árboles en sus potreros obedece principalmente a cubrir la demanda de leña y postes, debido que generalmente las fincas no presentan áreas de charrales o guamil (bosque secundario joven). En este estudio, la provisión de leña no se identificó como un uso de alta importancia. Es posible que la leña no sea la fuente de energía predominante, o que este resultado sea una consecuencia de la baja representación de las mujeres en la muestra de personas entrevistadas (2%, 1 de las 48 entrevistas), porque en esta zona, son principalmente las mujeres las que cocinan con leña.

Al mencionar, “*Nosotros sembramos árboles que son buenos para producir postes y que no se sequen cuando los podamos como el madreado*”. Se determinó que los productores distribuyen en sus fincas los árboles en las cercas vivas, en linderos y dispersos en potreros (por regeneración natural conservando los de interés que crecen en las cercas para utilizarlos en un futuro como cercas vivas). Durante el *debriefing*, los participantes mencionaron “*Nos interesan tres tipos de árboles maderables para sembrarlos en los linderos cedro [Cedrela odorata], laurel [Cordia allidora] y macuelizo [Tabebuia rosea] llamado también roble.*” Expresando “*A estos árboles no se los come el ganado, además crecen rápido y producen buena madera para cuando en la finca se necesite y no tendría que comprar*”.

Los jugadores durante las sesiones de juego decidieron invertir principalmente en el cambio de sus cercas muertas a cercas vivas. Ellos explicaron durante el *debriefing*, que “*Invertimos en este cambio porque en época de verano el ganado tendría sombra y porque*

*la vida útil de la cerca viva es mayor que la de una cerca muerta*’. El juego de roles podría probar escenarios en nuevas sesiones donde las especies arbóreas a establecer son de interés para el productor y en el arreglo que él desea, para poder dar respuesta al objetivo específico 3 que planteaba ‘Formular con los actores propuestas que incentivarían el aumento de cobertura arbórea en sus fincas ganaderas’, en el que no se logró trabajar debido a las circunstancias ocasionadas por la pandemia COVID-19.

Las especies arbóreas predominantes en las fincas ganaderas, según los ganaderos, son madreño (*Gliricidia sepium*), laurel (*Cordia alliodora*), pino (*Pinus* sp.), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), indio desnudo (*Bursera simaruba*), nance (*Byrsonima crassifolia*), cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia humilis*). La diversidad de especies presentes es coherente con lo que escriben Ibrahim *et ál.* (2013), al mencionar que un criterio en la selección de especies leñosas por los productores ganaderos en América Central es que deben contribuir en la diversificación de ingresos, incrementar la rentabilidad de la finca y mejorar la resiliencia a las condiciones climáticas.

El establecimiento de plantaciones de cacao agroforestal, árboles maderables (plantación forestal) o frutales, no fueron de las decisiones de manejo más utilizadas por los participantes en las sesiones de juego. Los jugadores explicaron durante el *debriefing* que, ‘*Para sembrar y luego cortar una plantación forestal se necesita de certificados del ICF que cuestan mucho dinero y tiempo, y es una inversión a largo plazo por eso a muchos productores no nos gusta*’. Generalmente, los productores prefieren establecer el cultivo de cacao en áreas de guamil para obtener mejores rendimientos en la cosecha, confirmándose por qué los jugadores que manejaron las fincas con presencia de guamil decidieron establecer cacao agroforestal o área de ensilaje como cambio de uso del suelo. Con respecto a los árboles frutales, los participantes mencionaron que ‘*Los frutales los sembramos alrededor de nuestras casas, que están en caseríos lejos de los potreros*’.

La decisión más frecuente de cambio de uso de suelo durante las sesiones de juego fue el establecimiento de cultivo para ensilaje; los productores mencionaron durante el *debriefing* que ‘*Sembramos cultivo para ensilaje si tenemos el capital económico*’. Reyes *et ál.* (2009) mencionan que los productores utilizan ensilaje para aumentar la carga animal, mantener su ganado en buena condición corporal y suministrar alimento en toda época para evitar el daño en las pasturas por el sobrepastoreo que ocasiona la degradación de los pastos.

Las decisiones de manejo durante las sesiones de juego, según los participantes, obedecieron al factor económico y conocimiento; mencionaron que ‘*Si tengo el dinero para invertir en mejoras de mi finca y obtener ganancias a corto plazo lo haré*’. Estas decisiones se relacionaron principalmente con el incremento de la carga animal, cambio de las cercas muertas por cercas vivas y el establecimiento de área de ensilaje.

Se requiere de investigaciones adicionales sobre el incremento de cobertura arbórea en las áreas de producción agrícolas, a fin de determinar sus ‘trade-offs’ y diseñar mecanismos sobre incentivos que estimulen a los productores para incluir el componente árbol en sus áreas de producción. El juego de roles podría servir para definir y probar incentivos para promover la siembra de árboles en las fincas ganaderas de Honduras. Para

esto sería necesario conducir sesiones de juego con ganaderos, pero también con responsables políticos e instituciones de desarrollo rural y agropecuario.

### **Enfrentando desconocimiento sobre árboles en fincas**

El análisis de las percepciones de los ganaderos en el JdR y las entrevistas reveló que el desconocimiento sobre el manejo de árboles en fincas limita la adopción de sistemas silvopastoriles. Por ejemplo, se encontró un bajo nivel de interés en conservar o establecer los árboles dispersos. Productores mencionaron que prefieren cortar los árboles dentro de las pasturas, dejando los que se encuentran en los bordes. Además, mencionaron que los árboles podrían ser dañados por ramoneo o pisoteo del ganado, lo cual ocasionaría la pérdida de la inversión. En gran parte desconocen los beneficios de los árboles dispersos tales como sombra, frutos o, en el caso de árboles leguminosos, aportes a la fertilidad del suelo y nutrición animal, tanto como las opciones para manejar las interacciones entre árboles-pasturas-animales.

A pesar de la simplicidad del arreglo de árboles dispersos (bajo costos y manejo), los productores dudaron en sembrar árboles en pasturas percibiendo que bajarían la productividad de forraje. En cuanto a la presencia de árboles en los pastos, los estudios biofísicos realizados por Esquivel *et ál.* (2007), muestran que se puede manejar las interacciones a beneficio del productor; se debe considerar menos que 30% de cobertura arbórea dentro de las pasturas para evitar una disminución en la productividad de masa foliar en los pastos. Varios estudios (Marie 2010 y DeClerck *et ál.* 2010) confirmaron la persistencia de este desconocimiento entre ganaderos en Centroamérica. De hecho, Alonzo *et ál.* (2001) y Mercer (2004), sugieren que esto explica la baja adopción de SSP así como de árboles dispersos. En esta región, el tradicionalismo del sector rural, es decir, el apego a estrategias tradicionales de producción disuade la adopción de nuevas alternativas. Actividades de desarrollo rural que promueven la educación científica y exponen nuevas ideas y tecnologías pueden enfrentar áreas críticas de desconocimiento (Mosquera 2010). En el área de estudio esto podría tomar la forma de escuelas de campo, (las cuales están siendo promovidas por APROSACAO), una mayor provisión de asistencia técnica, y/o fincas demostrativas para presentar mejores prácticas (SAF, SSP, ensilaje etc.). Los temas educativos deben destacar las contribuciones directas de los árboles (en términos económicos), pero también caracterizar la importancia de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Los productores deben entender que los beneficios de los árboles en la finca radican, no solamente en el número o superficie, sino también en su ubicación, manejo y en la diversidad de especies. Por lo tanto, hay que hacer un esfuerzo para educar a productores sobre los servicios ecosistémicos —en particular los de “no uso”, para destacar los beneficios de los árboles más allá de sus aportes a la producción ganadera. Es sumamente importante asegurar la disponibilidad local de especies de interés (a costos accesibles), para promover su inclusión en fincas tomando en cuenta las especies de interés para productores y sus recursos económicos, por ser los factores mayormente mencionados por los entrevistados y los principales factores que determinaron las decisiones de los ganaderos durante las sesiones de validación.

## 5.2 Discusión de la metodología

La metodología ComMod, utilizada en este estudio, es compleja de manejar al utilizar otras herramientas de investigación para su ejecución (P-ARDI y JdR), que forman parte integral del proceso ComMod. Por ende, se requiere de experiencia y de tiempo para su preparación y aplicación, lo cual fue una limitante tomando en cuenta el tiempo destinado para esta investigación y el contexto excepcional de la pandemia de COVID-19.

Para interesados en hacer uso de ComMod como herramienta de investigación para abordar problemas ambientales, recomiendo tomar en cuenta el factor tiempo y considerar los siguientes aspectos:

- Levantar entrevistas tradicionales para obtener información básica sobre el sitio a estudiar, antes de la construcción del modelo conceptual (en esta investigación, hubiera sido de mucha ayuda poder contar con esta información antes de la construcción del modelo conceptual del área estudiada).
- Asegurar la participación de los actores relevantes e interesados locales (productores, representantes de instituciones públicas y ONG del territorio), desde el proceso de construcción del modelo conceptual (P-ARDI), en el proceso de gamificación del modelo obtenido y en las primeras sesiones de juego para su calibración y ajuste. Estas son observaciones metodológicas que no se realizaron en este estudio, que determinaron la dificultad para la calibración y ajuste de la herramienta del JdR.
- Realizar sesiones de validación del JdR con actores locales para comprobar si está calibrada la herramienta desde el punto de vista de los participantes. Para esta investigación solo se lograron realizar tres sesiones de validación con actores locales (ganaderos), producto de las situaciones ocasionadas por la pandemia COVID-19.

De esta manera se podría obtener desde el principio una versión del JdR que requeriría de menor calibración y ajuste a través de las sesiones de validación, permitiendo que la calibración de la herramienta ocurra en menor tiempo.

Para la implementación del JdR, se requiere de experiencia en el dominio de dicha herramienta, así como el apoyo de uno a dos asistentes para llevar a cabo la actividad en el tiempo previsto, lo cual fue una de las limitantes para esta investigación.

La tipología de fincas abordada en las sesiones del JdR presentaba un número de fincas que requería de seis jugadores, provocando que el manejo de la actividad para el facilitador en cada sesión de juego fuera difícil, por lo cual se necesitó de más tiempo de lo previsto por sesión. Para esto es necesario tener un máximo de cuatro participantes por sesión y disminuir el tiempo a dos horas. Además, sugiero evaluar la tipología solamente de las fincas que fueron manejadas por los jugadores azules, morados, rojos y amarillos, ya que estas fincas son las más representativas en la zona de estudio.

El corto tiempo en el campo debido a la pandemia de COVID-19 y las condiciones en la zona de estudio respecto a la movilidad en el campo (transporte público irregular, poco apoyo de instituciones aliadas a TonF y un ambiente de inseguridad según los habitantes),

dificultaron realizar la coordinación de actividades con los productores. Considero que la metodología ComMod fue una buena opción para el levantamiento de la información ante todas las limitantes anteriormente mencionadas, en comparación a otros métodos de levantamiento de información como son las encuestas (podrían generar sesgos por falta de respuestas en preguntas), o entrevistas (requieren de tiempo para la coordinación de su aplicación, costos de movilidad y se obtiene una muestra limitada).

Sugiero realizar convenios formales con las partes interesadas (ONG, instituciones gubernamentales y municipales), en el proyecto TonF, para una mayor participación en actividades futuras; recomiendo coordinar de dos a tres sesiones de juego con miembros de las partes interesadas para la validación de la herramienta del JdR y, posteriormente, realizar de dos a tres sesiones de validación con productores, donde se prueben escenarios con las especies arbóreas de interés y en el arreglo de linderos que fueron algunas de las sugerencias de los jugadores.

### **Mejoras del JdR sugeridas por los participantes**

Los jugadores opinaron durante el *debriefing* que en el tablero de juego se debe incluir la representación del área de pasto de corte como otra fuente de alimento para la época crítica, el componente leñoso solo en linderos con especies maderables de interés y el área con pasturas mejoradas.

Los participantes de las sesiones de juego opinaron que *“En el juego unos jugadores inician con mejores fincas y mayor cantidad de dinero, permitiéndoles poder invertir y terminar con más ganancias.”*. Sugirieron *“Lo ideal sería que en cada sesión los jugadores deberíamos estar en las mismas condiciones, iniciar con la misma cantidad de dinero y manejar la misma finca en el tablero, de esta manera poder determinar al final de la sesión, que jugador manejó mejor su finca al obtener los mayores ingresos y a que se debió su mejor resultado”*. Y mencionaron *“Así aprenderíamos todos como manejar las fincas para obtener más ganancias”*.

## 6. CONCLUSIONES

Se encontró que los productores consideran principalmente dos factores que influyen en la toma de decisión sobre la conservación o el establecimiento del componente arbóreo dentro de sus fincas ganaderas: 1) el costo de inversión y 2) la disponibilidad de especies de interés.

Según los productores el costo de inversión es el factor con mayor influencia en la decisión de conservar o establecer el componente arbóreo en la finca. La inversión inicial comprende el costo de las plantas, su transporte, mano de obra para la limpieza, preparación y siembra y el costo de mantenimiento. Los productores consideran que la necesidad de conseguir permisos de parte del ICF para aprovechar la madera de sus árboles, presenta una barrera en términos económicos y logísticos que podría desincentivar el establecimiento de los árboles en fincas para su aprovechamiento a largo plazo. En cambio, se observó que los participantes de las sesiones del juego de roles decidieron invertir en actividades que generan beneficios o ingresos a corto plazo, como el cambio de las cercas muertas por cercas vivas y el establecimiento del área con cultivo para ensilaje.

El acceso de las especies de interés es otro factor que influye en las decisiones de los productores. Expresaron su preferencia por las especies de cedro (*Cedrela odorata*), laurel (*Cordia alliodora*) y roble (*Tabebuia rosea*), para ser establecidas en arreglos lineales, específicamente en linderos; ellos tienen la percepción de que los árboles maderables en los linderos no afectarían la productividad de las pasturas.

La simulación de la toma de decisiones, a través del JdR junto con el análisis de las percepciones de los productores entrevistados, reveló como limitantes para la siembra de árboles en fincas ganaderas el nivel de conocimiento, el recurso económico del productor y los trámites para el aprovechamiento legal de madera. En general, las pautas para la inclusión del componente arbóreo en la zona de estudio, según los productores, radican en el costo elevado de oportunidad del manejo forestal sostenible (procesos de certificación complejos, lentos y gastos administrativos que elevan los costos de “derechos de aprovechamiento” en propiedades de los productores), en comparación a otras opciones de usos de suelo que producen mayores ingresos a corto plazo para los propietarios (agricultura migratoria o ganadería extensiva), donde estos altos costos de aprovechamiento legal de madera, podrían ocasionar la tala ilegal considerándose como un incentivo perverso a la conservación del bosque.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, M; Ibrahim, M; Gómez, M; Prins, K. 2001. Potencial y limitaciones para la adopción de sistemas silvopastoriles para la producción de la leche en Cayo, Belice. *Agroforestería en las Américas* 8(30):21-27.
- Barnaud, C; Promburom, P; Gurung, TR; Le Page, C; Trébuil, G. 2006. Companion modelling for collective learning and action in water management: lessons learnt from three case studies in northern Thailand and Bhutan. International symposium towards sustainable livelihoods and ecosystems in mountainous regions, Chiang Mai, Thailand. Communication presented at the International Symposium Towards Sustainable Livelihoods and Ecosystems in Mountainous Regions, Chiang Mai, Thailand, 7-9 March 2006. Disponible en [https://www.academia.edu/20497870/Companion\\_modelling\\_for\\_collective\\_learning\\_and\\_action\\_in\\_water\\_management\\_Lessons\\_learnt\\_from\\_three\\_case\\_studies\\_in\\_northern\\_Thailand\\_and\\_Bhutan](https://www.academia.edu/20497870/Companion_modelling_for_collective_learning_and_action_in_water_management_Lessons_learnt_from_three_case_studies_in_northern_Thailand_and_Bhutan)
- Barnaud, C; Trébuil; Dumrongrojwathana, P; Marie, J. 2008. Area study prior to companion modelling to integrate multiple interests in upper watershed management of Northern Thailand. *Japanese Journal of Southeast Asian Studies* 45(4):559– 585.
- Bennet, A. 2004. Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation. Gland, Switzerland, IUCN. 254 p.
- Betancur, JC. 2017. Informe sobre tierras, viviendas y desplazamiento forzado en Honduras. s. l. ACNUR. 65 p.
- Bommel P; Dieguez, F; Bartaburu, D; Duarte, E; Montes, E; Pereira, M; Corral, J; Lucena, C; Morales, H. 2014. A Further Step Towards Participatory Modelling. Fostering Stakeholder Involvement in Designing Models by Using Executable UML. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 17(1):6. <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/17/1/6.html>
- Barahona, R; Sánchez, S. 2005. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. *Revista Corpoica* 6(1):69-82.
- Canu, F; Wretlind, P; Audia, I; Tobar, D; Andrade, H. 2018. Nama para sector ganadero bajo en carbono y resiliente al clima en Honduras. Copenhague, Dinamarca, DTU. 105 p.
- Cuartas, CA; Naranjo, JF; Tarazona, AM; Murgueitio, E; Chará, JD.; Ku Vera, J; Solorio, F; Flores, M; Solorio, B; Barahona, R. 2014. Contribution of intensive silvopastoral systems to the adaptation and mitigation of climate change. *Rev Colomb Cienc Pecu* 27:76-94.

- d'Aquino, P; Bah, A. 2014. Multi-level participatory design of land use policies in African drylands: a method to embed adaptability skills of drylands societies in a policy framework. *Journal of Environmental Management* 132:207–219. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.11.011>
- d'Aquino, P; Le Page, C; Bousquet, F; Bah, A. 2003. Using self-designed role-playing games and a multi-agent system to empower a local decision-making process for land use management: the selfcormas experiment. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 6(3):5. [online] URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/3/5.html>
- DeClerck, F. & al., e. 2010. Adoption and non-adoption of agroforestry practices II – Rivas, Nicaragua. 16 p. (FUNCiTREE Report no. 4). Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Durango, S; Gaviria, X; González, R; Sotelo Cabrera, M. E; Gutiérrez, J. F; Chirinda, N; Barahona Rosales, R. 2017. Iniciativas de mitigación al cambio climático en sistemas de producción de carne bovina en países tropicales. s. l., CGIAR. (Info Note). Disponible en <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/79950/INFO%20NOTE.pdf>
- Esquivel, H; Ibrahim, M; Harvey, Benjamin, T; Sinclair, F. 2007. Impacts of dispersed trees in pastures on fodder quantity and quality to cattle in seasonally dry ecosystem. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 100 p.
- Esquivel, MJ; Harvey, C; Finegan, B; Casanoves, F; Skarpe, C; Nieuwenhuys, A. 2009. Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos de Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 47:76-84.
- Etienne, M; Monteil, C; Legras, M. 2008. Teaching companion modelling to agronomy students: an original way integrate concepts in agriculture and environment. In 8. European International Farming Systems Association (IFSA) Symposium. INRA Editions. Disponible en <https://hal.inrae.fr/hal-02753554/document>. Consultado 4 dic. 2020.
- Étienne, M. 2014. Companion Modelling: A Participatory Approach to Support Sustainable Development. Avignon, France. ISBN 978-94-017-855-3
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2009. State of the World's Forests 2009. Roma, Italy. 164 p. ISBN-10: 9251060576
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2019. Status of community-based forestry and forest tenure in Honduras. Roma, Italy. 12 p. (Report from FAO) CA5738EN

- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations); UNEP (UN environment programme). 2020. The State of the World's Forests 2020: Forests, biodiversity and people. Rome, Italy. 188 p. Disponible en <https://doi.org/10.4060/ca8642>
- FNUB (Foro de las Naciones Unidas sobre los Bosques). 2010. La biodiversidad biológica forestal. Canadá. 48 p. ISBN: 92 – 9225–302 –6
- FMAM (Fondo para el Medio Ambiente Mundial). 2009. Un nuevo clima para los bosques. Washington, United States of América.
- FRA-Honduras, 2000. Bibliografía comentada Cambios en la Cobertura Forestal en Honduras. FAO.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2020. Evaluación de los recursos forestales mundiales. Roma, Italia. 62 p
- Garcia, C. A; Vende, J; Konerira, N; Kalla, J; Michelle, N; Dray, A; Vast, P. 2018. Understanding coffee farmers: using games to explore future coffee agroforestry landscapes in the Western Ghats (India). In World Congress on Agroforestry Strengthening links between science, society and policy (4th, 2019, Le Corum, France). Book of Abstracts. Montpellier, France. p. 587. Disponible en <https://doi.org/10.31220/osf.io/9374a>
- Garcia C; Speelman EN. 2017. Landscape approaches, wicked problems and role playing games. Tropenbos International ComMod Workshop. 20 p. (ForDev Working Papers, 1).
- Garcia, L; J. Cruz-Morales, J. Vandermeer, and I. Perfecto. 2017. The Azteca Chess experience: learning how to share concepts of ecological complexity with small coffee farmers. Ecology and Society 22(2):37. Disponible en <https://doi.org/10.5751/ES-09184-220237>
- García-Ulloa, J. 2019. Informe final capacitación metodología ComMod-Proyecto Trees on Farms (TonF). Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Godet, M; Durance, P. 2007. Prospectiva Estratégica: problemas y métodos. Conte, París. 2da edición. 104 p. (Cuadernos de LIPSOR).
- Gourmelon, F; Chlous-Ducharme, F; Kerbirou, C; Rouan, M; Bioret, F. 2013. Roleplaying game developed from a modelling process: A relevant participatory tool for sustainable development? A co-construction experiment in an insular biosphere reserve. Land Use Policy 32:96-107.

- Griffith, DC; Isaula, R; Torres, P; Villa Cruz, M. 2016. Migration, Labor Scarcity, and Deforestation in Honduran Cattle Country. *Journal of Ecological Anthropology* 18(1):3.
- Gurung, TR; Bousquet, F; Trébuil, G. 2006. Companion modelling, conflict resolution, and institution building: sharing irrigation water in the Lingmuteychu Watershed, Bhutan. *Ecology and Society* 11(2):36. Disponible en <http://dx.doi.org/10.5751/es-01929-110236>
- Harvey, CA; Komar, O; Chazdon, R; Ferguson, BG; Finegan, B; Griffith, DM. 2008. Working Group on Biodiversity and Conservation Value of Agricultural Landscapes of Mesoamerica. Integrating agricultural landscapes with biodiversity conservation in the Mesoamerican hotspot. *Conservation Biology* 22(1):8-15. doi:10.1111/j.1523-1739.2007.00863.x
- Houghton, R. 2012. Carbon emissions and the drivers of deforestation and forest degradation in the tropics. *Current Opinions in Environmental Sustainability* 4:597-603.
- Ibrahim, M; Abarca, S; Flores, O. 2000. Geographical Synthesis of Data on Costa Rica Pastures and Their potential for Improvement. In Hall C. (ed). *Quantifying Sustainable Development: The Future of Tropical Economies*. New York, United States of América, Academic Press. p. 423 – 448.
- Ibrahim, M; Villanueva, C; Casasola, F; Sepúlveda, C; & Tobar, D. 2013. Potencial de producción sostenible de madera del sistema silvopastoril árboles dispersos en potreros en América Central. In Congreso Latinoamericano de sistemas agrofloresteis para la Producao Pecuária Sustentável. p. 780-790. ISSN 2238-457X
- José, S. Agroforestry for conserving and enhancing biodiversity. 2012. *Agroforest Syst* 85 1–8. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s10457-012-9517-5>
- José, S; Dollinger, J. 2019. Silvopasture: a sustainable livestock production system. *Agroforestry Systems* 93:1–9. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00366-8>
- Kissinger, GM; Herold, M; De Sy, V. 2012. Drivers of deforestation and forest degradation: a synthesis report for REDD+ policymakers. Vancouver, Canadá, Lexeme Consulting. 48 p. Disponible en <http://www.forestbonds.net/sites/default/files/userfiles/1file/6316-driversdeforestation-report.pdf>
- Le Page, C; Bobo, KS; Kamgaing, OWT; Ngahane, FB; Waltert, M. 2015. Interactive simulations with a stylized scale model to codesign with villagers an agent-based model of bushmeat hunting in the periphery of Korup National Park (Cameroon). *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 18(1):8. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18564/jasss.2550>

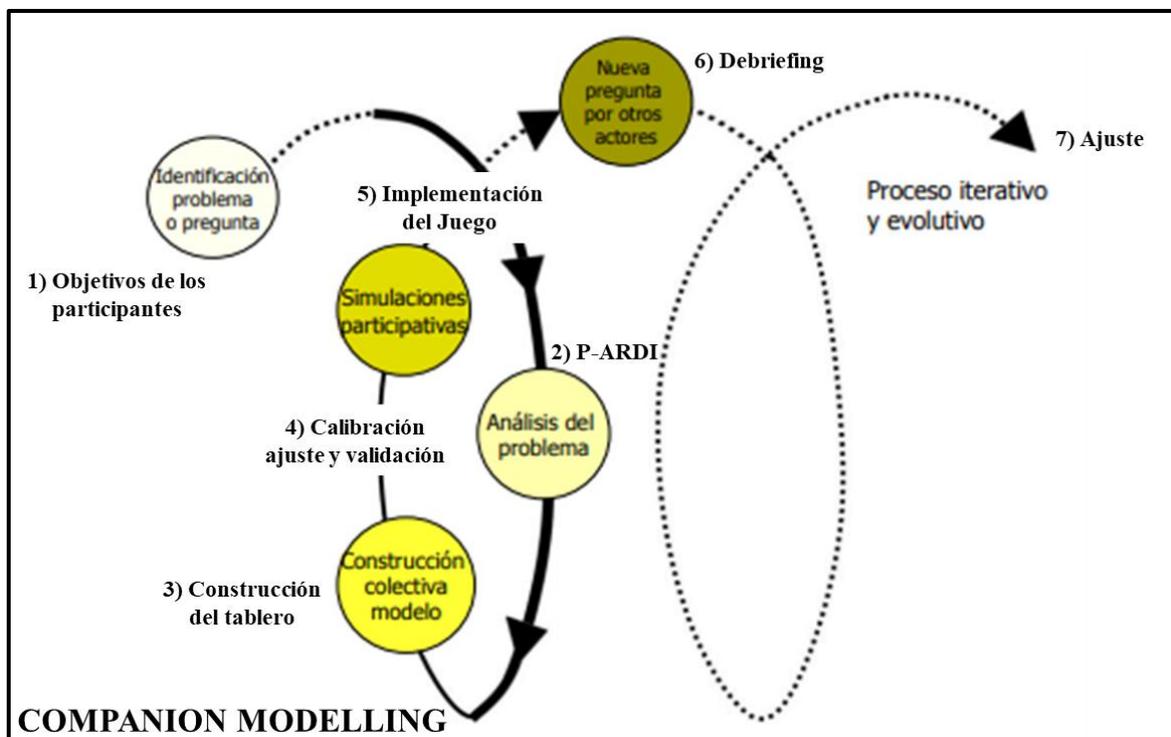
- MacDicken, K; Jonsson, O; Piña, L; Marklund, S; Maulo, S; Contessa, V; Adikari, Y; Garzuglia, M; Lindquist, E; Reams, G; D'Annunzio, R. 2015. How have the World's Forests Changed? Rome, Italy, FAO.
- Marie, C. 2010. Of trees and pastures – management of woody resources and the social dynamic in La Chocolata, Rivas, Nicaragua. Montpellier, France, CIRAD. 328 p.
- Mathevet, R; Etienne, M; Lynam, T; Calvet, C. 2011. Water management in the Camargue Biosphere Reserve: insights from comparative mental models analysis. *Ecology and Society* 16(1):43. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss1/art43/>
- Mercer, DE. 2004. Adoption of agroforestry innovations in the Tropics: A review. *Agroforestry Systems* 61-62(1):311-328.
- MERRA-2, 2019. Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, Version 2 (MERRA-2). Global Modelling and Assimilation Office. National Aeronautics and Space Administration. Disponible en <https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/>
- MiAmbiente; ICF (Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Honduras). 2017. Propuesta de niveles de referencia de emisiones forestales por deforestación en la Republica de Honduras. Tegucigalpa, Honduras.
- Mosquera, D. 2010. Conocimiento local sobre bienes y servicios de especies arbóreas y arbustivas en sistemas de producción ganadera de Rivas, Nicaragua. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 128 p.
- Muñoz, D., Harvey, CA., Sinclair, FL., Mora, J., Ibrahim, M. 2003. Conocimiento local de la cobertura arbórea en sistemas de producción ganadera en dos localidades de Costa Rica.
- Murgueitio, E; Calle, Z; Uribe, F; Calle, A; Solorio, B. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management* 261:1654-1663.
- Norgaard, R. 2010. Ecosystem services: From eye-opening metaphor to complexity blinder. *Ecological Economics* 69(6):1219–1227.
- Perdomo, H. 2020. Caracterización de los sistemas de producción presentes en el municipio de Catacamas, Honduras. Thesis. Catacamas, Honduras, UNAG.
- Pérez, E. 2006. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.

- Pérez, E; Richers, B; Declerck, F; Casanoves, F; Cobbi, J; Benjamin, T. 2011. Uso y manejo de la cobertura arbórea en sistemas silvopastoriles en la subcuenca del río Copán, Honduras. *Agroforestería en las Américas* 48:26-35.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) 2014. Red de Desarrollo Sostenible. Tegucigalpa, Honduras.
- Reyes N; Mendieta B; Fariñas T; Mena M; Cardona J; Pezo, D. 2009. Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación del ganado bovino. Managua, Nicaragua, CATIE. 98 p. (Serie técnica. Manual técnico no.91).
- Reyes, W; Torres, P; Isaula, R. 2012. Migración, remesas y la gestión de los recursos naturales en Olancho, Honduras. *In* Hecht, S; Kandel, S; Morales, A (eds.). *Migración, Medios de Vida Rurales y Manejo de Recursos Naturales*. San Salvador, El Salvador, IDRC, Fundación Ford y Fundación PRISMA.
- Rueda, BL; Blake, RW; Nicholson, CF; Fox, DG; Tedeschi, LO; Pell, AN; Carneiro, J D C. 2003. Production and economic potentials of cattle in pasture-based systems of the western Amazon region of Brazil. *Journal of Animal Science* 81(12):2923-2937.
- Ruiz, F; Gómez, R; Harvey, C. 2005. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de Matiguás, Nicaragua. Matagalpa, Nicaragua. 40p.
- Sánchez, AY. 2007. Manejo participativo de los recursos naturales basados en la descripción de servicios ecosistémicos en la cuenca del río Otún – Pereira, Colombia. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 102 p.
- Santamaría Gutiérrez, OJ. 2017. Aportes al fomento del mercado de productos forestales en Honduras. Lineamientos para una propuesta multisectorial de políticas públicas. Tegucigalpa, Honduras, FAO. 45 p. (Report from FAO)
- Sepúlveda, N; Vågen, TG; Winowiecki, LA; Ordoñez, J; Chiputwa, B; Makui, P; López-Sampson, A. 2020. Sentinel Landscape stocktaking pilot study: Report Nicaragua-Honduras. The CGIAR Research Program on Forests, Trees and Agroforestry (FTA). Disponible en [http://201.207.189.89/bitstream/handle/11554/9455/Sentinel\\_landscape%20\\_stocktaking\\_pilot\\_study.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://201.207.189.89/bitstream/handle/11554/9455/Sentinel_landscape%20_stocktaking_pilot_study.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Consultado 11 de nov 2020.
- Simon, C; Etienne, M. 2010. A companion modelling approach applied to forest management planning. *Environmental Modelling & Software* 25(11):1371-1384.
- Somarriba, E. 1992. Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. *Agroforestry Systems* 19(3):233-240. Disponible en <https://doi.org/10.1007/BF00118781>

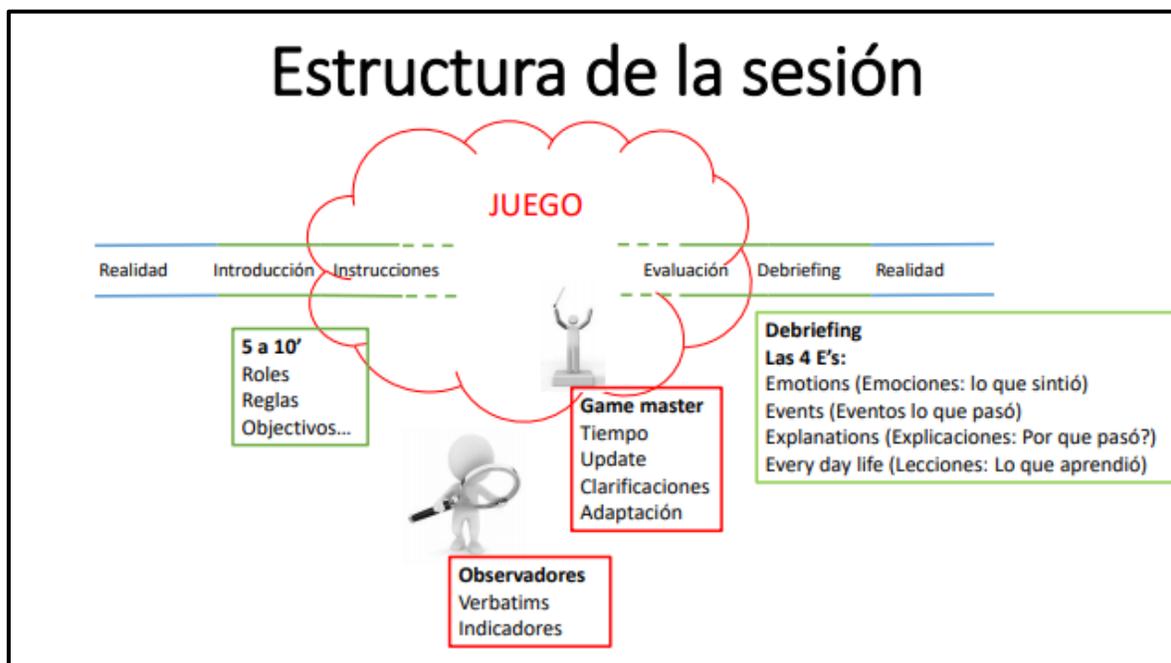
- Somarriba, E. 2009. Planificación agroforestal de fincas. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 100 p. (Materiales de Enseñanza N° 49).
- Steinfeld, H; Gerber, P; Wassenaar, T; Castel, V; Rosales, M; De Haan, C. 2006. Livestock's long shadow. The Livestock, Environment and Development Initiative (LEAD). Rome, Italy, FAO. Disponible en <http://www.fao.org.proxy.library.cornell.edu/docrep/010/a0701e/a0701e00.HTM>
- Sunderlin, W.D. 1997. Deforestation, livelihoods, and the preconditions for sustainable management in Olancho, Honduras. *Agriculture and Human Values* 14:373–386. Disponible en <https://doi.org/10.1023/A:1007306202212>
- Speelman, EN. 2014. Gaming and simulation to explore resilience of contested agricultural landscapes. Thesis PhD, Wageningen, The Netherlands, Wageningen University. 221 p.
- Ticona, A.A. 2019. Potencial socioeconómico de productos maderables provenientes de sistemas silvopastoriles en Copán, Honduras. *Recursos Naturales y Ambiente*, (63). Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- TonF (Trees on Farms for Biodiversity). 2019. Trees on Farms for Biodiversity: Honduras (en línea). Disponible en <https://treesonfarmsforbiodiversity.com/honduras/>. Consultado 11 nov. 2020.
- Turner, MG; Gardner, RH. 2015. *Landscape Ecology in Theory and Practice* (en línea). New York, United States of America, Springer Verlag. DOI: 10.1007/978-1-4939-2794-4
- Use of ComMod on governance processes: ETH ForDev – CIRAD // FSC Congo Basin Office. 2017. Defining indicators for Intact Forest Landscapes in the Congo Basin by using a role-playing game. Brazzaville, Congo, DOI: 10.13140/RG.2.2.29544.16645
- Wassenaar, T; Gerber, P; Verburg, PH; Rosales, M; Ibrahim, M; Steinfeld, H 2007. Projecting land use changes in the Neotropics: The geography of pasture expansion into forest. *Global Environmental Change* 17:86-104.
- Zomer, RJ; Trabuco, A; Coe, R; Place, F; van Noordwijk, M, Xu, JC. 2014. Trees on farms: an update and reanalysis of agroforestry's global extent and socio-ecological characteristics. Bogor, Indonesia: ICRAF. (Working Paper 179).
- Zomer, RJ; Trabucco, A; Coe, R; Place, F. 2009. Trees on Farm: Analysis of Global Extent and Geo- graphical Patterns of Agroforestry. Nairobi, Kenya, ICRAF. (Working Paper no. 89).

## 8. ANEXOS

### Anexo 1. Diagrama de la metodología ComMod



### Anexo 2. Estructura para las sesiones del juego de roles



### Anexo 3. Protocolo del juego de roles

**OBJETIVO:** Identificar qué influye a las estrategias de siembra y conservación de árboles en las fincas del municipio de Catacamas, Honduras

**PARTICIPANTES:** Seis productores ganaderos del área. Se realizó una identificación de productores líderes de la comunidad y a través de ellos se invitó a los participantes.

Agenda tiempo: (duración de 2-2,5 horas aproximadamente)

<b>Hora</b>	<b>Actividad</b>	<b>Objetivo</b>
5 min	Introducción y presentación de la actividad	Informar a los participantes respecto a la actividad
	Presentación de los participantes “dulce presentación”	Conocer a los productores y entre ellos y motivar presentación grupal
15 min	Explicación reglas del juego	Comprensión de la dinámica del juego
1 -1,5h aproximadamente	Desarrollo de la sesión	Abordar la problemática de la baja presencia de árboles en las fincas
10 min	Refrigerio	Descanso
15 min	Compartir resultados y realizar el <i>debriefing</i>	Mostrar los resultados al grupo y esperar respuesta de participantes
20 min	Resumen y valoración del juego de roles	Mejorar la herramienta y retroalimentación

## **METODOLOGÍA**

### **“Dulce presentación”**

#### **Preguntas orientadoras**

- ¿Cuál es su nombre completo?
- ¿Desde hace cuánto vive en la comunidad?
- ¿A qué rubro se dedica?

#### **Descripción:**

Los participantes se presentarán y responderán a cada pregunta mientras tardan en abrir un dulce/chocolate. Esto permitirá que todos se presenten y se rompa el hielo para propiciar la participación.

Inicio de la sesión de juego de roles (realización del número de rondas establecidas).

Al finalizar cada sesión de juego se tomará una fotografía de la configuración final del tablero.

Se realizará un resumen (*debriefing*) de la sesión abordando tres puntos: emociones, historia y lecciones (se tomará notas y solo se grabará con el consentimiento de los participantes).

Las emociones: se preguntará si ¿Fue divertido?, esperando como respuesta un “pulgar hacia arriba/abajo”, preguntando ¿Cómo se sintió? Otorgando la palabra solo a algunos para obtener respuestas cortas y manejar bien el tiempo.

La historia: se buscar una reflexión personal preguntando sobre sus estrategias y resultados obtenidos haciendo las preguntas ¿Te sientes satisfecho con su resultado individual? ¿Estás feliz/preocupado? ¿Por qué? ¿Qué experimentaste?

Luego se realiza una reflexión colectiva con las preguntas ¿Te sientes satisfecho con el resultado colectivo? ¿Estás feliz/preocupado por los resultados colectivos? ¿Por qué? ¿Qué experimentaste?

Las lecciones: se explicará que hemos discutido sobre emociones y alguna situación del juego y se les preguntará ¿Qué significa todo esto? ¿Hay algo que los sorprende? ¿Qué lección llevas a casa?

Cierre de la sesión seguido de un agradecimiento y solicitamos permiso para la toma de algunas fotografías.

Anexo 4. Guion utilizado en las sesiones del juego de roles

<b>Guión del juego de roles</b>				
<b>Nº ronda</b>	<b>Época</b>	<b>Intervención</b>	<b>Mensaje</b>	<b>Impacto</b>
1	Verano	Pagos de producción (banco), colecta de fichas de producción, inversión y préstamos		
2	Invierno	Pagos de producción (banco), colecta de fichas de producción		Certificados de aprovechamiento a 9 o 18 años costo 20 lempiras <b>Nota:</b> Solo en esta ronda el costo del certificado es de 15 lempiras
		Carta de producción ICF	Siembra árboles en plantación forestal o dispersos en potreros (entrega de maderables y/o frutales)	
		Inversión y préstamos		
3	Verano	Pagos de producción (banco), colecta de fichas de producción, inversión y préstamos		
4	Invierno	Pagos de producción (banco)		Solamente los productores con cultivos para ensilar podrán vender las vacas en 120 lempiras; los demás en 100 lempiras y la producción de cacao baja 20 lempiras.
		Carta de Acción "El Niño"	Baja producción de las pasturas y el ganado pierde peso	
		Carta de Cosecha	Los jugadores con plantación forestal de 9 años a más pueden vender si presentan certificados de aprovechamiento	Raleo en plantación forestal 1500 lempiras/plantación forestal
		Colecta de fichas de producción, inversión y préstamos		
5	Verano	Pagos de producción (banco)		Los productores pierden dos vacas por finca y la producción de cacao baja 20 lempiras
		Carta de Acción "La Niña"	Exceso de lluvias ocasiona enfermedades en el ganado	
		Colecta de fichas de producción, inversión y préstamos		
6	Invierno	Cada finca recupera las dos vacas perdidas		20 lempiras/árbol en potrero o en cacao agroforestal 4000 lempiras/plantación forestal
		Pagos de producción (banco), colecta de fichas de producción, inversión y préstamos		
		Carta de Cosecha	Los jugadores con plantación forestal o árboles dispersos en los potreros pueden vender; de igual manera, en el cultivo de cacao se aprovechan 50 árboles maderables si presentan certificados de aprovechamiento	

**Guía de entrevista / entrevistados**

**Presentación y consentimiento informado**

Saludo al entrevistado del territorio

Soy estudiante de maestría en CATIE. Estoy con usted porque para mí es muy interesante conocer sobre las actividades productivas y acciones ante la pérdida de árboles en las fincas en este municipio. Me gustaría saber si usted está de acuerdo, para hacerle algunas preguntas por un tiempo de 30 minutos. Si con alguna de las preguntas que voy a formular no se siente cómodo, no desea responderla o no desea continuar con la entrevista, por favor hágamelo saber. Igualmente, si cree que las preguntas no son claras, por favor no dude en comunicármelo. Las respuestas que usted nos brinde serán tenidas en cuenta con total confidencialidad.

**Identificación**

Fecha y lugar:

Edad:

Nombre:

Teléfono de contacto:

Correo electrónico:

**Conocimiento del territorio**

**Por favor, preséntese y hableme un poco de la actividad productiva a la que se dedica**

**¿Sobre las actividades productivas en las fincas de productores?**

¿Cuáles son las actividades que generan mayor ingreso económico en su hogar?

¿Cuántos animales por mz maneja en su finca? (carga A)

¿En los potreros de su finca, qué utiliza como cercas para linderos y divisiones? (%)

¿En su finca prepara ensilaje? (mz)

¿Qué lo influye a usted como productor a decidir qué actividades agropecuarias realizar en su finca?

**¿El municipio y la pérdida de árboles en las fincas?**

¿Tiene árboles en su finca? ¿En qué parte de la finca? (%)

¿Estos árboles son frutales o maderables en su finca? Común y 2da común

¿Qué importancia tienen los árboles para usted en su finca? Usos

¿Cómo percibe los árboles de su finca?

¿Qué acciones o actividades realiza usted para la conservación o siembra de árboles en su finca?

**¿Cuáles son los factores que favorecen e impiden implementar alternativas que conserven los árboles en su finca?**

Agradecemos su tiempo destinado en la entrevista **¿Tiene alguna pregunta o comentario?**

Anexo 6. Frecuencias absolutas de especies arbóreas mencionadas en las entrevistas

<b>Xi</b>	<b>Especie</b>	<b>Frecuencia absoluta (fi)</b>	<b>Frecuencia absoluta acumulada (F)</b>	<b>Frecuencia relativas hi= (fi/F)</b>
1	Madreado	30	30	0,26
2	Laurel	12	42	0,11
3	Pino	11	53	0,10
4	Guanacaste	11	64	0,10
5	Indio desnudo	8	72	0,07
6	Nance	4	76	0,04
7	Roble	4	80	0,04
8	Cedro	4	84	0,04
9	Caoba	4	88	0,04
10	Quebracho	3	91	0,03
11	Macuelizo	3	94	0,03
12	Ilamo	2	96	0,02
13	Encino	2	98	0,02
14	Guayabo	2	100	0,02
15	Guama	2	102	0,02
16	Gualiqueme	2	104	0,02
17	Ceiba	2	106	0,02
18	Acacia amarilla	2	108	0,02
19	Tigüilote	1	109	0,01
20	Carao	1	110	0,01
21	Biscuite	1	111	0,01
22	Espino	1	112	0,01
23	Carbón	1	113	0,01
24	Ciruela	1	114	0,01
<b>Totales</b>		<b>114</b>	<b>114</b>	<b>1,00</b>

Anexo 7. Sesiones de calibración y validación (estudiantes y docentes UNAG)



Anexo 8. Sesiones de validación con productores (San José de Río Tinto-Quilis, Catacamas, Honduras)



Anexo 9. Resumen de los comentarios del *debriefing* por sesión del Juego de roles

Sesión	Jugador	Cementerio sobre la hipótesis de tipología de fincas
1	Amarillo	“Permitir una CA (carga animal) de cinco, si la finca presenta área de cultivo para ensilaje”.
	Café	“La producción de cultivo cacao agroforestal debe ser afectada por cada evento climático “El Niño” y “La Niña”, reduciendo los ingresos (20 lempiras menos)”.
		“Cada ficha en el juego de árbol frutal o maderable debe representar 15 y 10 árboles respectivamente por manzana y debe tener un costo de establecimiento”.
Todos	“Obtener un ingreso de 120 lempiras cuando el área de cultivo para ensilaje (1 mz) es solo para negocio”.	
2	Morado	“Agregar ilustraciones en el material de explicación de las reglas del juego de roles (Banner) como las fichas presentes en el tablero”.
		“Facilitar a cada jugador formatos de registros para los costos, ganancias, inversiones y préstamos”.
3	Amarillo	“Ajustar la cantidad por ganancias de la producción de cacao agroforestal a 250 lempiras”.
		“Realizar el raleo en la plantación forestal a los nueve años ganando 1500 lempiras y aprovechamiento final a los 15 años obteniendo 3000 lempiras”.
	Azul	“Presentar fincas con plantación forestal y árboles maderables y frutales como características en las fincas iniciales”.
	Rojo	“Obtener una ganancia de 1000 lempiras por la venta de 50 árboles maderables por cada área de cacao agroforestal (1 mz) con mínimo nueve años al finalizar el juego”.
	Todos	“Ajustar a seis rondas por cada sesión del juego de roles”.
4	Morado	“Obtener una ganancia de 30 lempiras por cada área de cacao agroforestal menor a cuatro años, producto de la venta de cosecha del rubro utilizado como sombra temporal”.
5	Rojo	“Proponer en la segunda ronda de juego con la carta ICF que el costo de los certificados de aprovechamiento tendrá un costo menor (10 lempiras menos) solo en ese momento”.
6	Verde	“Los fenómenos naturales “El Niño” y “La Niña”, deben ocasionar la pérdida de dos vacas por fincas si la finca no presenta área de cultivo para ensilaje”.
7	Verde	“Representar la presencia de río en una de las fincas y que todos iniciemos con la misma cantidad de dinero para el manejo de la finca”.
		“Permitir vender el excedente del cultivo para ensilaje cuando la finca presente ocho o menos vacas, obteniendo 60 L/mz.”

Anexo 10. Cronograma de actividades durante la investigación

Actividades/mes	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Redacción y defensa del anteproyecto																	
Diseño del JdR y sesiones de calibración con expertos de CATIE																	
Viaje a la zona de investigación																	
Sesión de validación con expertos de la UNAG Catacamas																	
Selección y coordinación de sesiones de validación del JdR con productores y entrevistas con actores locales																	
Incorporación de mejoras del juego de roles																	
Análisis, redacción e interpretación de resultados																	
Preparación de informe final y sustentación de tesis de investigación																	

Anexo 11. Presupuesto

<b>RUBRO</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario (US\$)</b>	<b>Total</b>
Material de oficina	Global			248
Transporte	Global			587
Internet y llamadas telefónicas	Global/mes			55
Ropa y equipo de campo	Global			70
Alquiler / mes	Global	4	129,16	576
Servicios de filólogo	Global	1	146	146
Apostillado del título	Global	1	48	48
Envío de documentos DHL	Global	1	100	100
Otros gastos (alimentación)	Global			370
<b>TOTAL (US\$)</b>				<b>2200</b>