



**Análisis de las dinámicas de interacción en la intermediación y su incidencia en las
Capacidades de Absorción Potenciales en un Sistema de Innovación Agrícola**

Adriana Lucia Ballesteros Bahamón

Doctora en Gestión de la Tecnología y la Innovación

Directora

Diana Patricia Giraldo Ramírez

Ingeniera Agroindustrial – Doctora en Ingeniería

Universidad Pontificia Bolivariana

Escuela de Ingenierías

Doctorado en Gestión de la Tecnología y la Innovación

Medellín

2024

El contenido de este documento no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o en cualquiera otra universidad.

Dedicatoria

A mi mamá, que ha sido siempre mi soporte para cumplir mis sueños y metas.

A mi pareja por tratar de comprender mi tema de estudio, escucharme y alentarme a seguir adelante.

A mis demás familiares y amigos que creyeron en mí e hicieron posible hoy obtener este título de doctorado.

Agradecimientos

Agradezco el acompañamiento constante de mi directora de tesis Dra. Diana Patricia Giraldo, a los integrantes del comité tutorial por sus comentarios, a mis compañeros y amigos del doctorado en Gestión de la Tecnología e Innovación de la Universidad Pontificia Bolivariana.

Al coordinador del doctorado en Gestión de la Tecnología e Innovación Dr. Luciano Gallón, al comité evaluador, el equipo docente y demás áreas de la Universidad Pontificia Bolivariana por su apoyo en el desarrollo de la tesis doctoral.

Al profesional Hans Sebastián Osorio Torres por su acompañamiento y asesoría para la obtención del modelo de simulación basado en agentes.

A la Universidad de Wageningen, especialmente al profesor Laurens Klerkx y al equipo docente del grupo de Knowledge, Technology and Innovation por su tiempo y apoyo en la estancia de pasantía.

A la Gobernación del Tolima que hizo posible el desarrollo del estudio de doctorado, a los representantes de las instituciones y organizaciones del sector agropecuario que siempre estuvieron dispuestos a colaborar con el desarrollo de la tesis.

A AGROSAVIA por el tiempo que me proporcionó y la posibilidad de aplicar los conocimientos adquiridos en el doctorado a través de mi cargo en la corporación.

Tabla de Contenido

Resumen	18
Abstract	19
Introducción	20
1 Marco Teórico	23
1.1 Los Sistema de Innovación - SI	23
1.1.1 Sistemas de Innovación Agrícola - SIA	24
1.1.1.1 La innovación dentro del SIA	25
1.1.1.1.1 La intermediación agrícola como elemento clave del SIA.....	25
1.1.1.1.2 Las actividades de asesoramiento agrícola como resultado de la intermediación en el SIA.....	26
1.2 La capacidad de absorción	27
1.2.2 La capacidad potencial de absorción.	30
2 Estado del arte	32
2.1 Situación actual de la prestación del servicio de asesoramiento agrícola.	32
2.1.1 Prácticas sugeridas para la prestación del servicio de asesoramiento agrícola	33
2.2 El back-office como estrategia para el desarrollo de las actividades de asesoramiento agrícola	33
2.2.1 El back-office y la capacidad potencial de absorción en el asesoramiento agrícola. .	34
2.2.2 Factores relacionados con el desarrollo de la capacidad potencial de absorción.....	36
3 Metodología	39
3.1 Aproximaciones y métodos implementados para el estudio de los SI	39
3.2 Metodología de investigación propuesta.....	40
3.2.1 Enfoque de la investigación	40
3.2.2 Alcance de la investigación.....	41
3.3 Construcción del Modelo Basado en Agentes MBA.....	42
4 Resultados	45
4.1 Objetivo 1. Identificar los principales elementos de las dinámicas de interacción y de las capacidades de absorción potenciales en el asesoramiento agrícola.....	45

4.1.1 Definición de elementos del sistema de asesoramiento agrícola.	45
4.1.1.1 Elementos endógenos del servicio de asesoramiento agrícola.	48
4.1.1.2 Elementos exógenos del servicio de asesoramiento agrícola.	49
4.1.2 Relación entre los elementos del asesoramiento agrícola y las capacidades potenciales de absorción.	52
4.1.2.1 Exterior – Entorno Competitivo.	53
4.1.2.2 Interior - Entorno Organizacional.....	53
4.1.3 Construcción del instrumento de recolección de datos	54
4.1.3.1 Variables de medición.....	54
4.1.3.2 Definición de escalas de medición.	56
4.1.3.3 Instrumento de medición de las PACAP.....	56
4.1.3.3.1 Análisis de fiabilidad del instrumento.....	63
4.2 Objetivo 2. Caracterizar procesos de asesoría agrícola y sus actores en un sistema de innovación agrícola basados en las dinámicas de interacción y las capacidades de absorción potenciales.	64
4.2.1 El servicio de Asesoramiento Agrícola en Colombia	64
4.2.2 Contexto Agropecuario departamento del Tolima	65
4.2.2.1 La Asesoría Agrícola en el departamento del Tolima	66
4.2.3 Selección de cadenas productivas.....	67
4.2.3.1 Características de las cadenas productivas seleccionadas	70
4.2.3.1.1 Cadena productiva del Café	70
4.2.3.1.2 Cadena productiva de Cacao	71
4.2.3.1.3 Cadena productiva del Aguacate.....	75
4.2.4 Caracterización del proceso de Asesoría Agrícola en el departamento del Tolima. ..	78
4.2.4.1 Análisis Descriptivo – Caracterización proceso de asesoría agrícola.	80
4.2.4.1.1 Variables Nivel de Formación y experiencia	80
4.2.4.1.2 Variable Área de Influencia	81
4.2.4.1.3 Variable Tipología de organización	83
4.2.5 Dinámica de las capacidades potenciales de absorción por tipo de organización y cadena productiva	84
4.2.5.1 Por tipo de Organización.....	84
4.2.5.2 Por cadena productiva	86
4.2.6 Análisis de frecuencia para la verificación de los supuestos planteadas en el instrumento.....	89

4.2.6.1 Verificación de supuestos del instrumento	89
4.2.6.2 Verificación supuestos capacidad de adquisición.....	91
4.2.6.3 Verificación supuestos capacidad asimilación.....	94
4.2.7 Pruebas no paramétricas para el análisis de los datos	95
4.2.7.1 Prueba de chi-cuadrado.....	96
4.2.7.1.1 Chi-cuadrado variables tipo de organización y nivel PACAP	96
4.2.7.1.2 Chi-cuadrado variables experiencia, nivel de formación y nivel PACAP	98
4.2.7.1.3 Chi-cuadrado variables tipo de cadena productiva y nivel PACAP	100
4.2.7.1.4 Coeficiente de correlación por rangos ordenados de Spearman para las variables analizadas	101
4.2.8 Identificación de las dinámicas de interacción y de las capacidades de absorción en el asesoramiento agrícola.....	102
4.2.8.1 Codificación entrevistas	104
4.2.8.1.1 Análisis de la Codificación de Generación de capacidades.....	107
4.2.8.1.2 Principales hallazgos de la Codificación Generación de Capacidades	117
4.2.8.1.3 Análisis de la Codificación Accionar institucional.....	119
4.2.8.1.4 Principales Hallazgos de la Codificación Accionar Institucional.....	123
4.2.8.1.5 Análisis de la Codificación Articulación – Cooperación.....	123
4.2.8.1.6 Principales Hallazgos de la Codificación Articulación - Cooperación.....	126
4.2.8.1.7 Análisis de la Codificación acceso a la información, condiciones de contexto y disponibilidad de recursos financieros y humanos.....	126
4.2.8.1.8 Principales Hallazgos Codificación acceso a la información, condiciones de contexto y disponibilidad de recursos financieros y humanos.	127
4.2.9 Triangulación de los datos recolectados	128
4.3 Objetivo 3. Analizar los patrones que emergen a través de las dinámicas de interacción y de las capacidades potenciales de absorción en los procesos de asesoría en un sistema de innovación agrícola a partir de un modelo de simulación basado en agentes.....	129
4.3.1 Conceptualización del sistema para la construcción del MBA.....	130
4.3.2 Supuestos para la formulación del modelo conceptual del sistema de asesoramiento agrícola.....	130
4.3.3. Agentes competidores y Demandas del Mercado.	131
4.3.4 Modelo conceptual para el análisis de las dinámicas de interacción en el asesoramiento agrícola.	133
4.3.5 Construcción de fórmulas de éxito.....	135

4.3.6 Reglas de decisión que definen el comportamiento de los agentes	136
4.3.7 Parámetros del modelo	137
4.3.7.1 Calibración de los parámetros del MBA.	139
4.3.7.1.1 Diseño factorial	142
4.3.7.1.2 Estimación de la varianza del error experimental	150
4.3.7.2 Experimento de simulación y análisis.....	153
4.3.8 Parámetros del modelo.....	155
4.3.9 Verificación computacional del modelo	156
4.3.9.1 Creación de Demandas del Mercado	157
4.3.9.2 Creación de Agentes Competidores.....	157
4.3.9.3 Creación de vínculos.....	159
4.3.9.4 Generación de nuevas habilidades – capacidades	160
4.3.9.5 Coevolución	161
4.3.9.6 Desempeño del sistema.....	162
4.3.9.7 Costo de las capacidades	162
4.3.10 Validación conceptual del modelo de simulación basado en agentes	164
4.3.10.1 Validación de los supuestos utilizando el método histórico del racionalismo. .	166
4.3.10.2 Validación conceptual utilizando el método histórico amigable.	168
4.3.10.2.1 Análisis de caso, las Mexican Produce Foundation como intermediario en un sistema de innovación agrícola.	168
4.3.10.2.2 Globalización y la capacidad de absorción, señales de la agrupación de empresas en Valle del Rio Sao Francisco – Brasil	170
4.3.10.2.3 Análisis de las condiciones de la capacidad de absorción en proyectos de I+D.....	171
4.3.10.2.4 Comprensión de las relaciones entre la creación de redes, la capacidad de absorción y el desempeño financiero entre los agricultores del sur de Brasil	173
4.3.11 Validación operacional del modelo.....	174
4.3.12 Análisis de las dinámicas de interacción en el asesoramiento agrícola a partir de la comparación de escenarios.	177
4.3.12.1 Comparación de escenarios.....	179
4.3.12.2 Análisis de escenarios y patrones emergentes.	183
5 Análisis de resultados	185
5.1 Elementos de asesoramiento y el desarrollo de PACAP.....	185

5.1.2 El instrumento como herramienta de medición y escala de las PACAP en el asesoramiento agrícola.	186
5.2 Los procesos de asesoría agrícola y las PACAP	187
5.2.1 Dinámicas de interacción para la generación de PACAP en las organizaciones de asesoramiento agrícola	189
5.3 Dinámica del MBA para el asesoramiento agrícola en un SIA	191
5.4 Trabajo futuro	192
5.5 Contribución	193
6 Conclusiones.....	194
Anexos	197
Referencias.....	234

Lista de tablas

Tabla 1 Métodos usados para el análisis de los SI.....	39
Tabla 2 Nivel de incidencia de los elementos endógenos y exógenos del asesoramiento agrícola.	47
Tabla 3 Matriz de relación de elementos endógenos y exógenos y su relación con el servicio de asesoramiento agrícola.	51
Tabla 4 Componente Adquisición - Intensidad, velocidad. Preguntas y Escala de Likert.	57
Tabla 5 Componente Asimilación - Dirección. Preguntas y Escala de Likert.....	58
Tabla 6 Componente Asimilación - Comprensión. Preguntas y Escala de Likert.....	60
Tabla 7 EPSEAS Habilitadas. Septiembre 2023	67
Tabla 8 Variables cuantitativas analizadas para el cálculo del nivel de competitividad por cadena.	68
Tabla 9 Tabla de datos criterios de priorización de cadenas productivas.....	69
Tabla 10 Evaluación y priorización de cadenas productivas.	69
Tabla 11 Tipo de organización por cadena productiva.	83
Tabla 12 Supuestos planteados para el instrumento en relación con las capacidades potenciales de absorción en el asesoramiento agrícola.....	89
Tabla 13 Supuestos planteados en relación con la capacidad de adquisición.....	91
Tabla 14 Frecuencia simple absoluta para la verificación de los supuestos para la capacidad de adquisición.	93
Tabla 15 Supuestos planteados para el instrumento en relación con la capacidad de asimilación de nuevo conocimiento.....	94
Tabla 16 Estadísticos descriptivos medición PACAP.	96
Tabla 17 Valores estimados para niveles de PACAP.	96
Tabla 18 Tabla cruzada variable tipo de organización vs Nivel PACAP.	97
Tabla 19 Prueba de chi-cuadrado variable tipo de organización vs Nivel PACAP.	97
Tabla 20 Tabla cruzada variable Experiencia vs Nivel PACAP.	98
Tabla 21 Prueba de chi-cuadrado variable Experiencia vs Nivel PACAP.	99
Tabla 22 Tabla cruzada nivel de formación vs Nivel PACAP.....	99
Tabla 23 Prueba de chi-cuadrado variable formación vs nivel PACAP.....	99
Tabla 24 Estadísticos descriptivos medición PACAP para las cadenas productivas.	100
Tabla 25 Valores estimados para niveles de PACAP para las cadenas productivas.	100
Tabla 26 Tabla cruzada cadena productiva vs Nivel PACAP.	101
Tabla 27 Prueba de chi-cuadrado para relación cadena productiva vs nivel PACAP.	101

Tabla 28 Coeficientes de correlación de Spearman para las variables analizadas.....	102
Tabla 29 Relación actores entrevistados.....	103
Tabla 30 Lista de códigos para el análisis de las entrevistas semiestructuradas.....	104
Tabla 31 Resultado codificación archivos entrevistas semiestructurada.	106
Tabla 32 Distribución de códigos para la generación de capacidades.	108
Tabla 33 Distribución de códigos en el accionar institucional.....	119
Tabla 34 Distribución de códigos actividades de articulación y cooperación.....	124
Tabla 35 Distribución para los códigos de acceso a la información, condiciones de contexto y disponibilidad de recursos financieros y humanos.....	127
Tabla 36 Triangulación datos cuantitativos (instrumento) - cualitativos (entrevistas).....	129
Tabla 37 Tipología y características de los agentes con base en sus PACAP.	131
Tabla 38 Clasificación de variables para la calibración de parámetros.....	140
Tabla 39 Descripción de los parámetros del modelo.....	141
Tabla 40 Codificación de parámetros y rangos para el desarrollo de experimentos en BehaviorSpace de Netlogo.....	143
Tabla 41 Matriz de diseño factorial número de DM con fórmula de éxito.	144
Tabla 42 Matriz de diseño factorial número de agentes con fórmula de éxito.	146
Tabla 43 Matriz de diseño factorial para stock de excedentes del sistema.....	148
Tabla 44 Resumen de los modelos analizados.	150
Tabla 45 Codificación de parámetros y rangos para el desarrollo de experimentos en BehaviorSpace de Netlogo.....	151
Tabla 46 Valores promedio y desviación estándar del número de demandas con fórmula de éxito para 48 tratamientos y 20 réplicas.	152
Tabla 47 Tabla de Bowman and Kastenbaun (1975) para el cálculo de réplicas.....	153
Tabla 48 Análisis de varianza del experimento para cada una de las variables respuesta.....	153
Tabla 49 Comparación en parejas de Tukey para los 48 tratamientos con un nivel de confianza de 95%.....	154
Tabla 50 Parámetros de entrada al MBA.	156
Tabla 51 Magnitud de las capacidades de los agentes para el modelo computacional.	159
Tabla 52 Enfoques y técnicas de validación de modelos computacionales.....	164
Tabla 53 Codificación de parámetros de entrada al MBA para la validación operacional del modelo.....	175
Tabla 54 Resultados de la simulación aleatoria y con datos reales para las PACAP de los agentes competidores.....	176

Tabla 55 Estadísticos descriptivos de la prueba de t.....	176
Tabla 56 Prueba de t para la comparación de medias del experimento simulado.	177
Tabla 57 Parámetros estimados para los escenarios del modelo de simulación basado en agentes.	178
Tabla 58 Análisis de varianza entre escenarios para las variables respuesta.	180
Tabla 59 Prueba de Tukey entre escenarios para las variables respuesta.....	180

Lista de figuras

Figura 1 Esquema simplificado de un SIA	27
Figura 2 Modelo de capacidades de absorción planteado por Zahra y George (2002).	29
Figura 3 Modelo de Capacidad Potencial de Absorción.....	31
Figura 4 Metodología de investigación propuesta.....	41
Figura 5 Modelo simplificado para la construcción y validación de un modelo de simulación ...	43
Figura 6 Nube de palabras artículos identificación de elementos asesoramiento agrícola.....	46
Figura 7 Dimensiones de análisis para la identificación de elementos endógenos y exógenos del asesoramiento agrícola.	47
Figura 8 Dinámica de la generación de PACAP en el marco del servicio de asesoramiento agrícola.	52
Figura 9 Estructura de la cadena productiva de Café en Colombia	72
Figura 10 Estructura de la cadena productiva de Cacao en Colombia.....	74
Figura 11 Estructura de la cadena productiva de Aguacate en Colombia	77
Figura 12 Nivel de formación asesores agrícolas.	80
Figura 13 Experiencia asesores agrícolas.	81
Figura 14 Presencia de asesores agrícolas por subregión.	82
Figura 15 Mapa de ubicación de los asesores agrícolas del departamento del Tolima.....	82
Figura 16 Tipología de organización prestadora del servicio de asesoramiento agrícola.....	83
Figura 17 Dinámica del componente de intensidad para la adquisición de conocimiento por tipo de organización.....	84
Figura 18 Dinámica del componente de dirección para la adquisición de conocimiento por tipo de organización.....	85
Figura 19 Dinámica de la capacidad de asimilación por tipo de organización.....	86
Figura 20 Dinámica del componente de intensidad para la adquisición de conocimiento por tipo de cadena productiva.	87
Figura 21 Dinámica del componente de dirección para la adquisición de conocimiento por cadena productiva.	88
Figura 22 Dinámica de la capacidad de asimilación por cadena productiva.....	88
Figura 23 Frecuencia simple de respuestas para los supuestos planteados en el instrumento. 90	
Figura 24 Frecuencia de respuestas para supuestos planteados para la capacidad de adquisición.	93

Figura 25 Frecuencia de respuestas para supuestos planteados para medir la capacidad de asimilación de nuevo conocimiento.	95
Figura 26 Mapa jerárquico codificación entrevistas semiestructuradas.....	107
Figura 27 Diagrama de flujo modelo conceptual.	134
Figura 28 Construcción de una SF por parte de un solo agente.	135
Figura 29 Construcción de una SF entre dos agentes.	136
Figura 30 Proceso de análisis de un modelo de simulación basado en DoE.	139
Figura 31 Curva de potencia para el diseño factorial de 2 niveles.	143
Figura 32 Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para demandas del mercado con fórmula de éxito.....	145
Figura 33 Gráfica de efectos principales para las demandas de mercado con fórmula de éxito.	145
Figura 34 Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para los agentes con fórmula de éxito.	147
Figura 35 Gráfica de efectos principales para agentes con fórmula de éxito.	147
Figura 36 Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para el stock de excedentes del sistema.....	148
Figura 37 Gráfica de efectos principales para agentes con fórmula de éxito.	149
Figura 38 Distribución aleatoria de las DM en el entorno competitivo.	157
Figura 39 Asignación aleatoria del vector atributos de tres DM.	158
Figura 40 Asignación aleatoria de magnitudes del vector capacidades de tres agentes competidores.....	158
Figura 41 Generación de vínculos entre agentes competidores y demandas de mercado.....	160
Figura 43 Acumulación de capacidades del sistema para los agentes que generan SF.	161
Figura 44 Capacidades promedio de los agentes que generan SF.....	161
Figura 45 Tasa de nacimiento de agentes competidores y generación de SF según su tipología.	162
Figura 46 Evolución del número de agentes competidores y demandas del mercado en el sistema general y con fórmulas de éxito.....	163
Figura 47 Stock de excedentes.	163
Figura 48 Costo promedio de las capacidades de los agentes del sistema.	163
Figura 49 Configuración propuesta para la medición de capacidades de absorción en proyectos de I+D.	173
Figura 50 Comparación entre escenarios para Agentes con SF.	180

Figura 51 Comparación entre escenarios para Demandas de mercado con SF.	181
Figura 52 Comparación entre escenarios para el stock de excedentes acumulados en el sistema.....	181
Figura 53 Porcentaje de efectividad de los agentes con SF.	182
Figura 54 Porcentaje de efectividad de las demandas del mercado con fórmula de éxito.....	182

Siglas, acrónimos y abreviaturas

ACAP	Capacidad de absorción
ADR	Agencia de Desarrollo Rural
AKIS	Sistemas de innovación y conocimiento agrícola
ASOHOFrucOL	Asociación Hortofrutícola de Colombia
Back-Office	Actividades de actualización de conocimiento
CENICAFE	Centro Nacional de investigación en Café
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CNCh	Compañía Nacional de Chocolates
CTI	Ciencia, tecnología e innovación
DM	Demanda del mercado
DoE	Diseño de Experimentos
ECA	Escuela de Campo
EPSEA	Empresa prestadora del servicio de Extensión Agropecuaria
FEDECACAO	Federación Nacional de Cacaoteros
FNC	Federación Nacional de Cafeteros
FoNC	Fondo Nacional del Café
Front-Office	Actividades de acompañamiento al productor
I+D	Investigación y desarrollo
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MBA	Modelamiento basado en agentes
MinCIT	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
PACAP	Capacidad potencial de absorción
PECTIA	Plan Estratégico de Ciencia, tecnología e innovación Agropecuaria
RACAP	Capacidad de absorción realizada
RELASER	Red Latinoamericana para el servicio de extensión rural
SCA	Sistemas complejos adaptativos
SI	Sistemas de Innovación
SIA	Sistemas de innovación Agrícola
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SF	Fórmula de éxito
SNIA	Sistema Nacional de innovación Agropecuaria
SRI	Sistemas Regionales de Innovación

UMATA

Unidad municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria

Resumen

La intermediación en los sistemas de innovación agrícola se considera un elemento facilitador de procesos de interacción entre las necesidades del productor y los resultados de investigación, sin embargo, no hay claridad de cómo los asesores agrícolas obtienen, gestionan el conocimiento y desarrollan nuevas habilidades para satisfacer dichas necesidades. Este proceso se relaciona con la capacidad potencial de absorción del asesor.

La presente tesis doctoral, permitió analizar la dinámica de interacción en la intermediación y su incidencia en las capacidades potenciales de absorción, utilizando análisis bibliográfico, instrumentos de recolección de datos, entrevistas semiestructuradas y simulación basada en agentes.

El análisis de los datos permitió visualizar la dinámica organizacional en cuanto a la generación de capacidades potenciales de absorción, encontrando diferencias en cuanto a las estrategias implementadas para la adquisición y asimilación de conocimiento respondiendo principalmente a la misionalidad y política de cada organización. Por otra parte, se confirma que la interacción con el entorno organizacional promueve los espacios para la generación de capacidades y el desarrollo de estrategias para la adquisición y asimilación de conocimiento, siendo un proceso secuencial y acumulativo.

El modelo de simulación basado en agentes permitió reconocer la dinámica de interacción entre los agentes competidores y las demandas del mercado a partir de las capacidades potenciales de absorción, encontrando que la cooperación, la complementariedad, el nivel de confianza, el relacionamiento y conocimiento previo emergen del sistema como patrones de comportamiento.

Palabras Claves: Sistema agrario, extensión al medio rural, capacidad tecnológica, interacción social.

Abstract

Intermediation plays a key role for innovation systems to work, enabling interaction processes between the farmer's needs and research results. However, it is not clear how advisors get and manage knowledge and acquire new abilities to deliver proper agricultural advisory according to sector's needs. Abilities acquisition relates to potential absorption capacity.

The research enabled to analysis of interactions dynamics of intermediation and potential absorption capacities, from bibliographic analysis, data collection, semi-structured interviews and agent-based simulation.

Data analysis found differences on generation of potential absorption capacities in terms of the strategies implemented for the acquisition and assimilation of knowledge, responding mainly to the missionally and policy of each organization. The interaction with the organizational environment promotes the generation of capabilities and develops strategies for the acquisition and assimilation of knowledge. These activities occur as a sequential and cumulative process.

Agent-based simulation model recognizes agents' interaction dynamics and market's needs through potential absorption capacities. Agents' cooperation, complementarity, level of trust, relationship and prior knowledge emerge as behavioral patterns of system.

Keywords: Agrarian structure, Agricultural extension, scientific capability, social interaction.

Introducción

La innovación en un sistema de innovación agrícola - SIA se considera un proceso interactivo, social y multidisciplinario caracterizado por el intercambio de conocimientos entre sus actores (EU SCAR, 2012; Hermans et al., 2013). Dentro de SIA las actividades de intermediación facilitan el intercambio de conocimiento, la identificación de nuevas demandas y oportunidades para desarrollar proyectos de investigación en pro del cierre de brechas entre el sector productivo y la investigación (Fukugawa, 2019; Hermans et al., 2015; Klerkx & Leeuwis, 2009; Knierim et al., 2015; Landini et al., 2021; Prager et al., 2017).

Las actividades de intermediación se desarrollan por diferentes organizaciones de asesoramiento agrícola, definidas por Birner et al., (2009) como "conjunto de organizaciones que apoyan y facilitan a las personas dedicadas a la producción agrícola a resolver problemas y obtener información, habilidades y tecnologías para mejorar sus medios de vida y bienestar" (p.342), por tanto, el asesor cumple un rol de soporte en la toma de decisiones (Rose et al., 2018) y facilitador de procesos de innovación agrícola (Eastwood, Klerkx, et al., 2019).

Sin embargo, el servicio de asesoramiento agrícola debe adaptarse al contexto, a las características institucionales (Hermans et al., 2013; Klerkx et al., 2010; Lamprinopoulou et al., 2014), la heterogeneidad de los agricultores y las nuevas demandas emergentes del sector, requiriendo más habilidades, conocimientos y especialización para el desarrollo de las actividades de asesoría (Nettle, Crawford, et al., 2018; Turner, Klerkx, et al., 2017).

Según Nettle, Ayre, et al., (2018), esta situación representa un alto nivel de incertidumbre en el sistema de asesoramiento agrícola, especialmente en la necesidad identificada de mayores habilidades y conocimientos, sumado al limitado acceso a los resultados de investigación y la capacidad de implementarlos en la oferta de servicios. Integrar nuevos conocimientos y habilidades en el servicio de asesoramiento agrícola soporta el desempeño del sistema para enfrentar los desafíos que trae consigo la innovación agrícola (Ayre et al., 2019; Eastwood, Klerkx, et al., 2019; Simon Fielke et al., 2020; Rijswijk et al., 2019).

El desarrollo de nuevas habilidades ocurre cuando los asesores toman cursos, realizan experimentos en campo, revisan literatura técnica y científica y de esta manera actualizan sus bases de conocimiento, a esta serie de actividades se le conoce como *back-office* (Labarthe & Laurent, 2013b; Landini, 2021a). Desde el punto de vista organizacional, el desarrollo de nuevas habilidades está relacionado con la capacidad de absorción - ACAP, definidas para Cohen & Levinthal, (1990) como la capacidad de la organización para reconocer información externa y nueva para asimilar y aplicar a objetivos particulares, figurando las actividades de adquisición y

asimilación de nuevos conocimientos como los primeros pasos para desarrollar capacidades de absorción conocida como capacidad potencial de absorción - PACAP (Zahra & George, 2002).

La PACAP se conciben como el eje central para que las organizaciones desarrollen ventajas competitivas, considerando que la explotación de conocimiento requiere la generación de habilidades sostenibles en el tiempo (Camisón & Forés, 2014). Para ello, aspectos como el intercambio de conocimiento, la participación en redes al interior y exterior de la organización (Crescenzi & Gagliardi, 2018; Ferreras-Méndez et al., 2015; Lau & Lo, 2015; Sancho-Zamora et al., 2021), la estructura organizacional (Chaudhary, 2019), el capital social y la integración social (Micheels & Nolan, 2016; Nätti et al., 2014) resultan relevantes en la generación de nuevos conocimientos y por tanto las PACAP (Knoppen et al., 2022; Sancho-Zamora et al., 2021).

Basados en este planteamiento, la presente tesis doctoral busca analizar las dinámicas de interacción para el desarrollo de PACAP en el servicio de asesoramiento agrícola como intermediario de un SIA, utilizando fuentes de información secundaria, instrumentos de recolección de datos (fuentes primarias) y la construcción de un modelo de simulación basado en agentes - MBA como medio para la validación del comportamiento del sistema de asesoría agrícola en relación con las demandas del mercado - DM, basado en las PACAP.

Como punto de partida se propone la identificación de los elementos que inciden en las dinámicas de interacción del asesoramiento agrícola visualizando su incidencia sobre el desarrollo de las PACAP, planteando un modelo sobre la dinámica de la generación de PACAP en el marco del servicio de asesoramiento agrícola. Adicional, estos elementos sirven de insumo para la construcción del instrumento de recolección de datos con preguntas y respuestas orientadoras para la identificación de posibles escenarios en cuanto a la adquisición y asimilación de conocimiento, diferenciándolos por la naturaleza de la organización y su relación en el desarrollo de PACAP.

A partir de los datos recolectados y la aplicación de entrevistas semiestructuradas se pretende caracterizar el proceso de asesoría agrícola con base en la dinámica de interacción en torno a las PACAP. Esta caracterización busca encontrar las diferencias entre los procesos organizacionales para el desarrollo de PACAP, así como, verificar supuestos relacionados con los componentes de adquisición y asimilación de conocimiento y de manera general validar la hipótesis.

Finalmente, a partir de MBA se propone un sistema conformado por agentes competidores (asesores agrícolas) y demandas del mercado – DM, los cuales generan fórmulas de éxito - SF a partir de la interacción con base en las PACAP para el cumplimiento de las necesidades de las

DM, identificando patrones que permiten visualizar el comportamiento del servicio de asesoramiento agrícola.

La sumatoria de estos tres objetivos busca validar la hipótesis de que conocer las dinámicas de interacción en la asesoría agrícola como intermediario y facilitador de información y conocimiento en un SIA, permitirá identificar aquellos patrones que surgen relacionados con las necesidades emergentes del sector y su incidencia en las PACAP, favoreciendo las condiciones para el desarrollo de procesos de innovación en el sector.

1 Marco Teórico

1.1 Los Sistema de Innovación - SI

Los Sistemas de Innovación - SI han sido objeto de estudio para ampliar la comprensión sobre el comportamiento y el desempeño de naciones y regiones (Edquist, 1997; Lundvall, 1992). En relación, se resaltan aspectos como la participación institucional (Edquist, 1997), la innovación como resultado de un proceso de interacción (Metcalf & Ramlogan, 2008), el conocimiento y el aprendizaje como determinantes de la evolución del sistema.

El funcionamiento, relación y dinámica de estos aspectos determinan y diferencian a los sistemas entre naciones (Edquist, 1997). De aquí que no se pueda definir un SI óptimo e ideal que se adapte de la misma manera a cada situación particular (Edquist, 1997; Metcalfe & Ramlogan, 2008). Aspectos como el aprendizaje contribuyen en esta diferenciación, ya que determinan la capacidad de un país para adquirir, absorber, difundir y aplicar tecnologías dentro del sistema, viéndose reflejadas en su capacidad de innovación (Metcalf & Ramlogan, 2008). Se ha reconocido al conocimiento y a las capacidades de aprendizaje como recurso clave en el desempeño de los SI (Lundvall, 1999).

La noción de SI ya sea local, regional, sectorial o nacional, se ha utilizado ampliamente para mapear y explicar las interacciones entre los agentes que generan y utilizan tecnologías (Archibugi et al., 1999). A nivel de país se puede identificar la existencia de sistemas regionales de innovación - SRI, como prototipos de los sistemas nacionales con diferencias marcadas en su desempeño (Howells, 1999), sin embargo, su concepción es más amplia en relación con el conocimiento y la innovación en el ámbito local y regional (Howells, 1999).

Concebir a los SRI como prototipos de los sistemas nacionales de innovación ha generado en gran medida una visión y análisis "de arriba hacia abajo" (*top-down*) al examinar si muchas de las condiciones y elementos de los sistemas nacionales aún se mantienen al pasar al siguiente nivel de agregación geográfica (Howells, 1999). El estudio de los SRI con enfoque *top-down*, ha limitado su comprensión, dejando de lado el análisis de la dinámica de interacción, la presencia de actores e instituciones y su influencia sobre el desempeño innovador de una región (Iammarino, 2005). Es probable que esta tendencia a identificar y transponer los elementos que caracterizan un sistema nacional a nivel regional conduzca a que las políticas regionales sean políticas nacionales a pequeña escala (Tödtling & Trippl, 2005; Uyarra, 2010), sin embargo, el enfoque hacia las regiones requiere políticas particulares acordes al contexto, la cultura de innovación y la estructura de gobernanza de cada región (Doloreux & Porto-Gomez, 2017).

Una perspectiva "de abajo hacia arriba" (*bottom-up*) podría ser una opción válida para el análisis de SRI como lo proponen Quintero & Giraldo (2018). Esta perspectiva permite identificar procesos claves dinámicos del funcionamiento de los SRI, tales como; patrones de comunicación y aprendizaje localizados, intercambio de conocimiento y resultados de los procesos de innovación (Cooke, 2001; Howells, 1999; Iammarino, 2005). Cuando se trata de procesos de aprendizaje localizado, las políticas más recomendables serían las que se centran en el alcance regional (Cooke et al., 1997) y en el proceso de generación, difusión y uso de conocimiento (Iammarino, 2005).

Uyarra (2010) plantea que la comprensión de un SRI requiere de enfoques evolutivos que permitan ver a las redes y sectores como unidades claves, observando sus características y evolución específica, incluida la de las instituciones. Entendiendo las dinámicas económicas, institucionales y tecnológicas como co-evolutivas generadas a partir de procesos de intercambio de conocimientos (Uyarra, 2010). En ese contexto, la perspectiva evolutiva ha sido útil para obtener una mejor comprensión de los patrones de cambio y de relaciones entre las instituciones y, en consecuencia, de las regiones y las naciones (Castellacci & Natera, 2013; Doloreux, 2002; Doloreux & Porto-Gomez, 2017). Analizar la evolución específica de los factores que influyen sobre los agentes tomadores de decisiones, sus comportamientos y resultados colectivos, permitirá la definición y diferenciación de políticas públicas y estrategias acordes a las dinámicas de aprendizaje y capacidades de innovación de las regiones para un mejor desempeño del sistema (Quintero et al., 2017; Quintero & Robledo, 2013).

1.1.1 Sistemas de Innovación Agrícola - SIA

Los SIA han sido definidos como "una red de organizaciones, empresas e individuos enfocados en llevar nuevos productos, nuevos procesos y nuevas formas de organización al uso económico, junto con las instituciones y políticas que afectan la forma en que diferentes agentes interactúan, comparten, acceden, intercambian y usan el conocimiento " (Lewis & Ban, 2004 p.6). Este concepto abarca todo tipo de actores vinculados en los procesos de innovación y la conformación de redes en los diferentes SIA (Klerkx et al., 2009). Adicional a las actividades relacionadas con el intercambio y uso de conocimiento como eje central de los SIA, el fomento e impulso empresarial, la formación de mercados y la movilización de recursos se encuentran incluidas dentro de las acciones resultado del funcionamiento de dicho sistema (Klerkx et al., 2009).

Los SIA han sido considerados por investigadores y agentes tomadores de decisiones como una mecanismo prometedor para entender y apoyar procesos subyacentes a la innovación,

el intercambio de conocimiento y la transformación de los sectores agrícolas y de alimentos (Klerkx, Van Mierlo, et al., 2012).

1.1.1.1 La innovación dentro del SIA

En el SIA, la innovación surge como resultado de un proceso co-evolutivo, de trabajo en red y aprendizaje interactivo entre un conjunto diverso de actores (Bank, 2006; Hermans et al., 2013; Klerkx et al., 2010; Klerkx, Van Mierlo, et al., 2012; Leewis & Ban, 2004), este enfoque no trata solo de la adopción de tecnologías como innovación, sino también del equilibrio existente entre las nuevas prácticas y formas de organización (Klerkx et al., 2009), pudiendo emerger como una respuesta innata del productor frente a una crisis, amenaza u oportunidad (Cofré-Bravo et al., 2019).

Por tanto, la innovación se concibe como un proceso social, interactivo y multidisciplinario en donde se moviliza conocimiento (EU SCAR, 2012; Hermans et al., 2013) condicionado por los cambios en aspectos institucionales y de contexto, requiriendo formulación de estrategias adaptativas acordes a estas dinámicas (Hermans et al., 2013; Klerkx et al., 2010; Lamprinopoulou et al., 2014).

La innovación agrícola como un proceso de uso de nuevas tecnologías y prácticas, requiere acceso a recursos tales como conocimiento, financiación y capacitación, todo lo cual requiere el apoyo de diferentes actores como pares, asesores e investigadores (Cofré-Bravo et al., 2019). La configuración de estos recursos se consolida como la “capacidad de red” de los sistemas agrícolas, considerándose como facilitador de procesos de adopción de tecnologías y prácticas (Cofre-Bravo et al., 2019; Paschen et al., 2017; Weyori et al., 2018).

Cada productor alinea y configura estas redes de apoyo según sus características personales, objetivos agrícolas (Zossou et al., 2019), y capacidades de innovación, siendo independiente para cada caso, es decir, no aplica una talla única de configuración de red para todos (Cofré-Bravo et al., 2019). Aumentar la diversidad en la red de fuentes de información y de conocimiento soporta la capacidad de los productores para la toma de decisiones frente a la innovación (Joffre et al., 2019), siendo la intermediación un medio para apoyar y estructurar este proceso (Dhraief et al., 2019; Prager & Creaney, 2017).

1.1.1.1.1 La intermediación agrícola como elemento clave del SIA

La movilización de conocimiento en la innovación agrícola se ve facilitada por las acciones de intermediación, actuando como facilitador de la interacción entre múltiples actores en sus

diferentes niveles de acción (Klerkx et al., 2009). Generalmente en el sector agrícola, esta actividad era desarrollada por los extensionistas, sin embargo, el enfoque tradicional de “extensión” o “transferencia de tecnología” no explica los complejos procesos sociales que abarcan la innovación agrícola, así como la heterogeneidad en el contexto de producción y desafíos cambiantes del sector (Klerkx, Schut, et al., 2012).

De aquí que la extensión necesite ir más allá de la conexión de la investigación con el sector, a ser un facilitador sistémico, lo que se ha llamado “intermediación de la innovación” (Klerkx, Schut, et al., 2012). Howells (2006) la definió, como: “una organización u organismo que actúa como agente o intermediario en cualquier aspecto del proceso de innovación entre dos o más partes” (p.720). Esta intermediación cumple con la función de articulación de la demanda, conformación e intermediación de redes, intermediación de conocimiento, gestión de procesos de innovación, desarrollo de capacidades y apoyo al cambio institucional (Howells, 2006; Klerkx et al., 2009; Klerkx, Schut, et al., 2012).

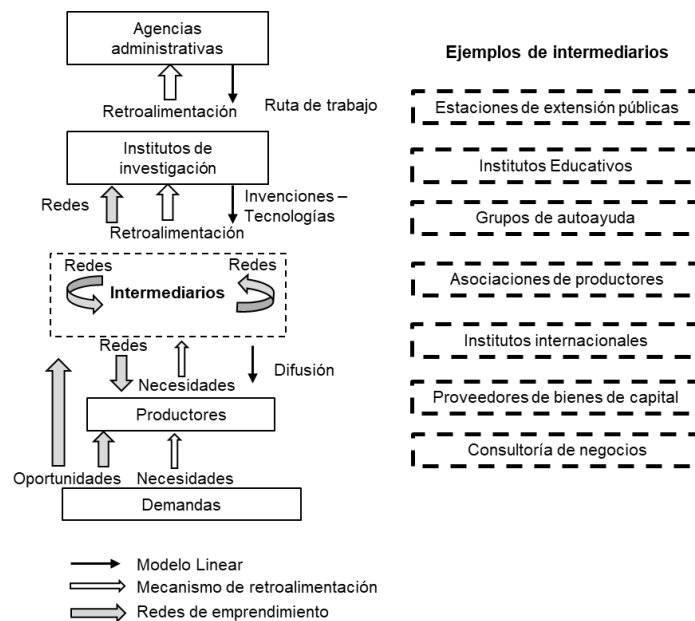
Siguiendo esta línea, Fukugawa (2019) ejemplifica la dinámica de la intermediación en el funcionamiento de un SIA, como se observa en la **Figura 1**.

Los intermediarios aparecen como un elemento central en el funcionamiento de un SIA, ya que, a partir de la interacción con los productores, tienen la capacidad de identificar demandas y oportunidades que pueden ser resueltas a través de la investigación (Fukugawa, 2019). Por tanto, la intermediación se ha visto como un elemento clave para cerrar la brecha entre la investigación y las prácticas de los agricultores en campo (Hermans et al., 2015), promoviendo el intercambio de información experta y de las interacciones locales a través de procesos participativos (Bourne et al., 2017; Prager et al., 2017).

1.1.1.1.2 Las actividades de asesoramiento agrícola como resultado de la intermediación en el SIA

Basados en el planteamiento realizado por Fukugawa (2019), la intermediación está compuesta por una serie diversa de organizaciones conocidas como prestadoras del servicio de asesoramiento agrícola (Rijswijk et al., 2019). Birner et al., (2009) las definió como “el conjunto completo de organizaciones que apoyan y facilitan conocimiento a las personas involucradas en la producción agrícola para resolver problemas y obtener información, habilidades y tecnologías para mejorar sus medios de vida y bienestar” (p. 342).

Figura 1
Esquema simplificado de un SIA



Nota. Fuente (Fukugawa, 2019).

Los proveedores del servicio de asesoramiento son parte de los SIA como actores de la infraestructura de conocimiento (Knierim et al., 2015), teniendo como objetivo promover el uso de nuevas tecnologías y prácticas, al proporcionar acceso al conocimiento y a la información acorde a las necesidades y demandas del sistema productivo (Simon Fielke et al., 2020; Kamara et al., 2019). Siendo entonces, los asesores un apoyo para la toma de decisiones (Rose et al., 2018) en procesos de innovación agrícola por parte de los productores (Eastwood, Ayre, et al., 2019).

El servicio de asesoramiento agrícola debe responder al contexto específico en el cual se desempeña, así como a las características de los productores y de sus predios (Herrera et al., 2019). Sin embargo, esto implica adaptación constante a los cambios por parte de los asesores, adicional a requerir experticia en diferentes áreas de conocimiento para ser certeros en la interpretación de las necesidades de los productores (Klerkx et al., 2010, 2017; Knierim et al., 2017; Nettle, Ayre, et al., 2018). El éxito en la prestación del servicio se verá reflejado en el correcto uso de la información proporcionada (Birner et al., 2009).

1.2 La capacidad de absorción

Requerir adaptación constante a los cambios del sector, implica el desarrollo de nuevas habilidades y competencias para la prestación del servicio (Nettle, Crawford, et al., 2018). Desde

el punto de vista de las capacidades, la reconfiguración de habilidades, recursos y competencias funcionales organizacionales internas y externas para la adaptación a entornos se conoce como capacidades dinámicas (D. Teece & Pisano, 1994).

En relación, dentro de las capacidades dinámicas, llama la atención la capacidad de absorción, definida por Cohen & Levinthal, (1990) como la habilidad de la firma para reconocer el valor de la información nueva y externa, asimilarla y aplicarla para el desarrollo de capacidades innovadoras.

Se pueden identificar dos aspectos importantes en la capacidad de absorción en una organización, primero, el aprendizaje representado en la capacidad de asimilar el conocimiento existente y segundo, la habilidad de resolución de problemas a partir de la generación de un nuevo conocimiento (Cohen & Levinthal, 1990).

El desarrollo de capacidades de absorción en un área en particular, facilita la acumulación de conocimiento para la explotación de cualquier conocimiento externo crítico que pueda estar disponible (Cohen & Levinthal, 1990), de aquí que las organizaciones busquen la especialización en un dominio en particular.

Jansen et al.,(2005), reportan que los antecedentes organizacionales pueden incidir sobre la capacidad de absorber nuevos conocimientos y por ende incidir en la obtención de beneficios para la generación de capacidades de absorción, como lo menciona Cohen & Levinthal, (1990) la capacidad de las organizaciones para absorber nuevo conocimiento externo depende del nivel de conocimientos previos relacionados y la capacidad de combinarlo con el conocimiento existente.

Por su parte, Lane & Lubatkin (1998), conciben la capacidad de absorción, desde el punto de vista del aprendizaje inter-organizacional, justificando que “la capacidad de una empresa para aprender de otra está determinada conjuntamente por las características relativas de la empresa estudiante y la empresa docente” (p. 462), resaltando la importancia de las “alianzas de aprendizaje” para acelerar el desarrollo de capacidades y minimizar la incertidumbre que conlleva la adquisición y explotación del conocimiento desarrollado por externos.

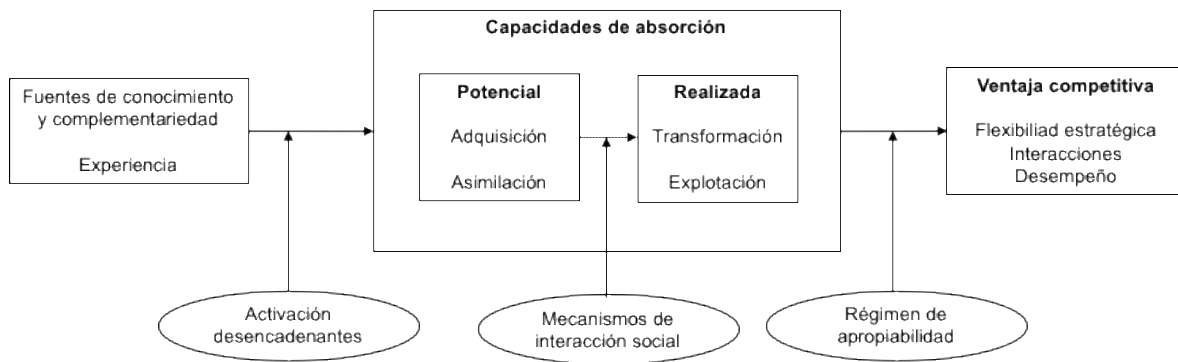
Las capacidades de absorción como “el grupo de rutinas organizacionales y procesos por el cual las empresas adquieren, asimilan, transforman y explotan conocimiento para producir una capacidad dinámica organizacional” (p.186). La sumatoria e interacción de estas cuatro capacidades permite analizar el grado y flujo de conocimiento en la organización para la creación y sustentabilidad de ventajas competitivas, así como de producir capacidades dinámicas organizacionales (Zahra & George, 2002).

La conformación e interacción entre grupos y equipos de trabajo (receptores para la adquisición de nuevo conocimiento), facilita el flujo de conocimiento, promueve el procesamiento y análisis de información (asimilación de nuevo conocimiento), para finalmente tener una mayor comprensión de nuevos conocimientos externos, mejorando la adquisición y asimilación de conocimiento, relacionada con la capacidad de absorción potencial de una organización (Jansen et al., 2005).

El modelo planteado por Zahra & George (2002) (**Figura 2**) contempla dos componentes que definen el proceso; la *capacidad potencial de absorción - PACAP* y la *capacidad de absorción realizada - RACAP*. En el primero se encuentra la *adquisición*, como la capacidad de la firma para identificar y adquirir conocimiento externo, y la *asimilación* que sucede cuando este conocimiento ya ha sido incluido en las rutinas y procesos de la organización. En el segundo componente, aparecen la *transformación*, como la capacidad de la organización para combinar el conocimiento existente junto con el que acaban de adquirir y asimilar y, finalmente su *explotación*, como la capacidad para apalancar competencias existentes y crear nuevas a partir de la adquisición, asimilación y transformación del conocimiento.

Figura 2

Modelo de capacidades de absorción planteado por Zahra y George (2002).



Nota: Fuente (Zahra & George, 2002).

Aunque la transformación y aplicación (RACAP) es la principal fuente de innovación, la innovación empresarial sostenida requiere la renovación continua de las existencias de conocimientos y la asimilación en la base de conocimientos de la empresa (PACAP) para evitar trampas de competencia (Camisón & Forés, 2010).

La distinción teórica entre PACAP y RACAP sugiere que el conocimiento adquirido externamente se somete a múltiples procesos iterativos antes de que la empresa pueda aplicar con éxito este conocimiento para crear valor. PACAP y RACAP no son procesos simultáneos ya

que, por ejemplo, el conocimiento tácito adquirido y asimilado (PACAP) no necesariamente se transformará (RACAP) de inmediato, sino que puede acumularse a lo largo del tiempo y utilizarse en períodos posteriores para adaptarse mejor a las condiciones del mercado (Camisón & Forés, 2010).

Zahra & George (2002) afirman que la PACAP afecta la ventaja competitiva a través de la flexibilidad de gestión y el desarrollo de recursos y capacidades, mientras que RACAP lo hace a través del desarrollo de nuevos productos y procesos.

1.2.2 La capacidad potencial de absorción.

La adquisición como primera dimensión de la PACAP incluye tres atributos: *intensidad*, *velocidad* y *dirección*. La intensidad y velocidad se refiere a la capacidad de la organización para identificar y recolectar conocimiento, determinando la calidad de la información adquirida. El atributo de dirección se refiere a los métodos que la organización sigue para obtener conocimiento externo. La segunda dimensión de la PACAP incluye las rutinas y procesos que permiten analizar, procesar, interpretar y entender la información obtenida de fuentes externas, así como su contexto, como proceso de asimilación (**Aspectos como** la disponibilidad y acceso de la organización a fuentes diversas y complementarias de conocimiento, así como, la trayectoria, experiencia y conocimiento previo relacionada con el área de interés, facilitan el desarrollo de PACAP en la organización (Zahra & George, 2002).

Jansen et al., (2005) señala que la PACAP brinda a las unidades organizacionales ventajas estratégicas, como una mayor flexibilidad en la reconfiguración de los recursos y una sincronización efectiva del despliegue del conocimiento a costos más bajos que son necesarios para mantener una ventaja competitiva (Zahra & George, 2002), sin embargo, las unidades que operan en mercados dinámicos deben actuar selectivamente sobre su PACAP y explotar solo ciertos aspectos del conocimiento recién adquirido, administrando las capacidades oportunamente acorde con la búsqueda de ventajas competitivas.

La PACAP y la RACAP desempeñan papeles complementarios en el desarrollo de la ventaja competitiva. Una empresa no puede explotar conocimiento externo sin previamente adquirirlo, y aquellas empresas que desarrollen habilidades de adquisición y asimilación de conocimiento externo no serán capaces de trasladarlo a la consecución de una ventaja competitiva, a menos que posean las capacidades de explotación necesarias (Camisón & Forés, 2014), sin embargo, las empresas con una mayor PACAP son más propicias a sostener una ventaja competitiva puesto que poseen una mayor flexibilidad para reconfigurar los recursos y desarrollar las capacidades a un bajo costo (Zahra & George, 2002).

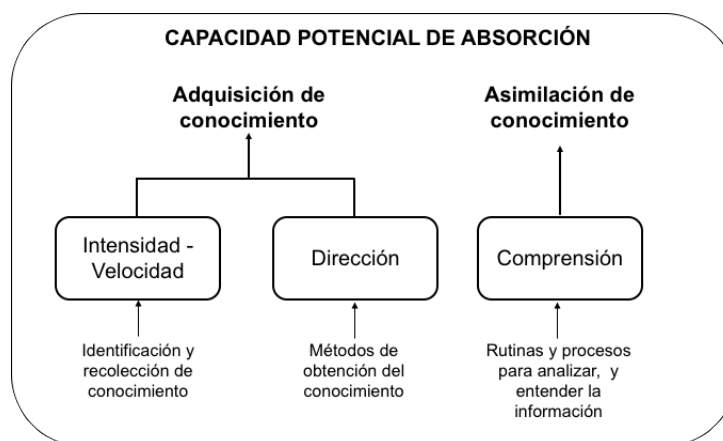
Figura 3) (Zahra & George, 2002).

Aspectos como la disponibilidad y acceso de la organización a fuentes diversas y complementarias de conocimiento, así como, la trayectoria, experiencia y conocimiento previo relacionada con el área de interés, facilitan el desarrollo de PACAP en la organización (Zahra & George, 2002).

Jansen et al., (2005) señala que la PACAP brinda a las unidades organizacionales ventajas estratégicas, como una mayor flexibilidad en la reconfiguración de los recursos y una sincronización efectiva del despliegue del conocimiento a costos más bajos que son necesarios para mantener una ventaja competitiva (Zahra & George, 2002), sin embargo, las unidades que operan en mercados dinámicos deben actuar selectivamente sobre su PACAP y explotar solo ciertos aspectos del conocimiento recién adquirido, administrando las capacidades oportunamente acorde con la búsqueda de ventajas competitivas.

La PACAP y la RACAP desempeñan papeles complementarios en el desarrollo de la ventaja competitiva. Una empresa no puede explotar conocimiento externo sin previamente adquirirlo, y aquellas empresas que desarrollen habilidades de adquisición y asimilación de conocimiento externo no serán capaces de trasladarlo a la consecución de una ventaja competitiva, a menos que posean las capacidades de explotación necesarias (Camisón & Forés, 2014), sin embargo, las empresas con una mayor PACAP son más propicias a sostener una ventaja competitiva puesto que poseen una mayor flexibilidad para reconfigurar los recursos y desarrollar las capacidades a un bajo costo (Zahra & George, 2002).

Figura 3
Modelo de Capacidad Potencial de Absorción



2 Estado del arte

2.1 Situación actual de la prestación del servicio de asesoramiento agrícola.

Hoy en día los sistemas agrícolas requieren nuevas habilidades en los agricultores para adaptar sus actividades a las nuevas tecnologías y los grandes desafíos del sector (Klerkx, 2020). En este contexto, el asesor aparece como la mejor herramienta de apoyo disponible para la toma de decisiones (Rose et al., 2018), desempeñando un papel importante en la prestación de apoyo a los agricultores para facilitar los cambios en las prácticas de gestión agrícola (Eastwood, Ayre, et al., 2019).

Los desafíos emergentes de los sistemas agrícolas requieren nuevas habilidades, capacidades y acceso a una gama de experiencia por parte de los agricultores y asesores (Dockès et al., 2019; Nettle, Crawford, et al., 2018). Bajo esta mirada, se requiere que los modelos de servicio de asesoramiento agrícola evolucionen desde la recopilación de información, hasta un rol de creación de sentido en donde se agrega su "*know-what*" a grandes conjuntos de datos e información (Eastwood, Ayre, et al., 2019). Sin embargo, los nuevos servicios de asesoramiento parecen ser relativamente limitados y encontrarse aún en desarrollo (Rijswijk et al., 2019).

Las tendencias actuales, como la digitalización, la adaptación al clima y la bioeconomía, requieren de una mayor comprensión de su dimensión y complejidad para la prestación del servicio de asesoramiento agrícola, por ende se requiere el desarrollo de nuevos conocimientos y habilidades tanto de los agricultores como de los asesores (Krafft et al., 2021; van Lente et al., 2020).

Igualar la demanda y la oferta requerirá cambios tanto en la capacidad de los agricultores para solicitar servicios relevantes como en la capacidad de los asesores para cumplir con las expectativas y cambiar la mentalidad y la gestión agrícola actual (Krafft et al., 2021).

A pesar de esta dinámica emergente, los agricultores aún prefieren los servicios de asesoramiento tradicionales, donde el asesor asume el papel de especialista (Krafft et al., 2021), sin embargo, el rol del asesor debe ir más allá, propiciando el diálogo con el agricultor para identificar la necesidad real del asesoramiento, ajustar los lineamientos del servicio (Krafft et al., 2021) y nivelar sus habilidades, intereses y motivaciones para apoyar de manera más efectiva el cambio que se espera con su labor (Dockès et al., 2019; Faure et al., 2012). Identificar los objetivos de las actividades del asesoramiento e identificar el perfil del profesional, permitirá comprender sus prácticas y estilos de asesoramiento para el cumplimiento de las demandas de los agricultores (Landini et al., 2021).

2.1.1 Prácticas sugeridas para la prestación del servicio de asesoramiento agrícola

Turner et al., (2021) sugiere que la labor de los asesores agrícolas debería contemplar métodos de diálogo y coordinación institucional que ayuden a los agricultores a solucionar problemas y alcanzar los objetivos de carácter local (sistema productivo) así como nacional (contexto de gobierno), equilibrando los objetivos públicos y privados en su contexto de gobernanza del asesoramiento, combinando perspectivas individuales y de sistemas.

Esta situación lleva a debatir en cuanto a cómo rediseñar los métodos de apoyo a los agricultores, gestionar las habilidades de los actores que prestan servicios de asesoramiento para generar nuevos conocimientos, modificar las estructuras de gobernanza que determinan la naturaleza de las relaciones entre los actores (agricultores, proveedores de servicios de asesoramiento, organizaciones de apoyo y control, agencias de financiación) y cambiar las políticas públicas relativas a los servicios de asesoramiento (Faure et al., 2012).

En relación, para asegurar el cumplimiento de las demandas de información de los agricultores, los asesores asisten a cursos de capacitación y actualización de conocimientos para obtener, compartir y absorber los conocimientos más recientes (Jomantas et al., 2021). Así como, la participación en redes informales de comunidades de expertos y el intercambio de conocimientos colectivos desempeñan un papel crucial en el desarrollo y fortalecimiento de las habilidades del personal asesor (Klerkx & Proctor, 2013; Labarthe & Laurent, 2013b; Landini, 2020; Landini et al., 2021).

La participación en cursos de formación permite que los asesores estén actualizados sobre conocimientos técnicos, sin embargo, debe considerarse la capacidad para generar procesos de aprendizaje en la formación a través del análisis de la práctica desde la teoría, facilitando el intercambio de conocimiento entre profesionales bajo un mismo contexto territorial (Landini, 2021b).

Por otra parte, la inclusión de plataformas para la comunicación, interacción e intercambio de conocimiento ha cobrado importancia en la construcción de conocimiento colectivo para la prestación del servicio de asesoramiento (Jomantas et al., 2021).

2.2 El *back-office* como estrategia para el desarrollo de las actividades de asesoramiento agrícola

El *back-office* hace referencia a todo aquello que contempla actividades de investigación y desarrollo I+D, seguimiento de los avances científicos, construcción de bases de datos y actividades experimentales que permitan tener un conocimiento accesible, relevante y fiable el

cual puede utilizarse para el servicio de asesoramiento agrícola (Labarthe & Laurent, 2013b). Adicional, las actividades de *back-office* complementan la ampliación de las habilidades de los asesores y la capacitación especializada para obtener asesores altamente calificados para tratar temas específicos (Faure et al., 2012), dichas capacitaciones deben estar alineadas con el contexto del asesor y del agricultor en procura de un cambio en el ejercicio de asesoramiento (Dockès et al., 2019).

Estas actividades no difieren significativamente entre organizaciones privada y públicas (Gboko et al., 2021), sin embargo, en las organizaciones privadas pueden generarse mayor número de actividades de capacitación, mientras que en las organizaciones públicas las actividades e inversión en I+D suele ser superior (Prager et al., 2016). Cobra importancia la interacción entre entidades públicas y privadas para el intercambio de conocimiento e inclusión de los resultados de investigación en la prestación del servicio de asesoramiento agrícola (Dockès et al., 2019; Lau & Lo, 2015; Prager et al., 2016).

Sin embargo, vale la pena resaltar que los servicios de asesoramiento agrícola públicos y privados pueden diferir entre sí en términos de objetivo, calidad y alcance. En el caso de las organizaciones de tipo público cumplen con el propósito particular de servir a los agricultores, mientras que las de tipo privado pueden cumplir con funciones adicionales, como la comercialización y publicidad de productos, adicional, a prestar servicio de mejor calidad al contar con mejores recursos para atender a los agricultores (Elahi et al., 2018).

A partir de este planteamiento, la prestación del servicio de asesoramiento agrícola requiere una alineación entre las actividades de acompañamiento al productor o *front-office* y las de *back-office* que permitan ofrecer un entorno propicio para los asesores, en donde se generen las habilidades necesarias para asumir nuevos retos, además de estructuras organizativas que permitan compartir experiencias y construir conocimiento colectivo (Krafft et al., 2021).

Por tanto, resulta de suma importancia que las propias organizaciones asesoras puedan asumir el costo del desarrollo continuo de nuevos servicios y competencias en sus profesionales (Jamjumrus et al., 2019; Krafft et al., 2021), sumado a que las políticas públicas deben centrarse más en el acceso y el alcance de la divulgación de los servicios de asesoramiento agrícola para aumentar la productividad de los cultivos y mejorar los medios de vida de los agricultores (Elahi et al., 2018).

2.2.1 El *back-office* y la capacidad potencial de absorción en el asesoramiento agrícola.

Las actividades de *back-office* en el asesoramiento agrícola se relacionan con la capacidad de adquirir y asimilar nuevos conocimientos o PACAP. La PACAP actúa como un

puente o puerta entre lo que está fuera y lo que está dentro de la organización (Camisón & Forés, 2010).

En consideración, la adquisición y el uso de nueva información en la organización desarrolla la amplitud y profundidad de la base de conocimientos existente de la empresa (Chaudhary, 2019; Yu, 2013). Chaudhary (2019), indica que la amplitud y profundidad del conocimiento existente el cual incluye el conocimiento del mercado, el cliente y la tecnología, ayuda a las organizaciones a reconocer el valor de los nuevos conocimientos externos adquiridos, así como a su explotación. La amplitud y profundidad de las bases de conocimiento de la organización pueden verse mejoradas a partir de interacciones con fuentes externas de conocimiento (Lau & Lo, 2015).

Por su parte, Crescenzi & Gagliardi (2018) indican que el comportamiento de adquisición de conocimiento de las organizaciones es el resultado de la exploración y explotación de fuentes internas y externas de conocimiento. En este contexto, las capacidades de absorción son el factor facilitador clave para la aparición de beneficios de ambidestreza. La ambidestreza organizacional hace referencia “a las rutinas y procesos mediante los cuales las organizaciones movilizan, coordinan e integran conjuntamente esfuerzos de exploración y de explotación” Jansen et al., 2009, p.799).

Bajo este concepto de ambidestreza, las PACAP se refieren a la capacidad real de las organizaciones para comprender y procesar el conocimiento, esta capacidad dependerá en gran medida de los recursos financieros y humanos disponibles para construir activos de conocimiento interno (Crescenzi & Gagliardi, 2018). El comportamiento de las organizaciones en términos de adquisición y explotación de fuentes externas determina el valor de sus interacciones con el entorno externo (Crescenzi & Gagliardi, 2018). Por otra parte, la adquisición es un proceso secuencial que permite absorber el conocimiento externo, reconocer su valor, proceder a su comprensión y combinarlo con el conocimiento interno para posteriormente generar nuevos conocimientos (Knoppen et al., 2022; Sancho-Zamora et al., 2021).

En este sentido, las diferentes etapas de aprendizaje o conocimiento están interconectadas de manera secuencial y acumulativa en el desarrollo de capacidades de absorción. Esto implica que, la atención y los recursos de la organización deben ir primero a mejorar el conocimiento del trabajador, seguido de mejorar el conocimiento del gerente a cerca del sistema o proceso a mejorar y luego mejorar la comunicación. Finalmente, a medida que cada uno de estos pasos se amplía aún más, se puede prestar atención directa al escaneo del conocimiento (Knoppen et al., 2022).

2.2.2 Factores relacionados con el desarrollo de la capacidad potencial de absorción

El conocimiento previo aparece como el primer elemento a tener en cuenta en el desarrollo de PACAP el cual puede diferir dependiendo de los mecanismos relacionados con la estructura organizativa y de gobernanza para compartir, retener y crear conocimiento (Chaudhary, 2019). Contreras et al., (2021), encontró que las organizaciones deben contar con un clima organizacional que proporcione recursos y apoyo mientras mantiene una comunicación abierta entre sus miembros, permitiéndoles absorber, transformar y utilizar el conocimiento adquirido.

Por su parte, Nätti et al., (2014), plantea que la integración social parece ser un factor de contingencia relevante junto con la estructura organizacional y las relaciones de poder (en menor proporción), para el desarrollo de capacidades de absorción. Las estructuras organizacionales permiten la generación de nuevas combinaciones de conocimiento al tiempo que permite la movilidad del conocimiento.

Bajo una estructura de red, la movilidad del conocimiento es considerado como mecanismo de instrumentación y organización para mejorar la PACAP de las organizaciones, por ejemplo, para la identificación de ideas y actores valiosos para la interacción e intercambio de conocimiento surge como un buen punto de partida para adquirir y combinar conocimientos para la generación de procesos diferenciadores (Nätti et al., 2014).

La interacción en diversidad de redes heterogéneas promueve el acceso a diversas fuentes de información, permitiendo a las organizaciones tener una amplia gama de fuentes de conocimiento para mejorar sus procesos de aprendizaje y proporcionar nuevas opciones para asimilar, transformar y aplicar nuevo conocimiento (Ferrerías-Méndez et al., 2015; Lau & Lo, 2015; Sancho-Zamora et al., 2021). En particular, cuanto mayor es la diversidad que proporciona una red, más capacidad de absorción se requiere, por tanto, las organizaciones deben invertir adecuadamente en el desarrollo de su propia capacidad técnica para absorber la información y recursos tecnológicos disponibles en la red (Yu, 2013).

Esta interacción como elemento importante de las relaciones inter-organizacionales debe guiarse a partir del cumplimiento de metas y objetivos comunes, basados en competencias relevantes, capacidades técnicas, habilidades de gestión y la capacidad organizativa para adquirir nueva información y asimilarla dentro de la organización (Pace & Miles, 2020). La heterogeneidad de las empresas en términos de recursos y capacidades para la búsqueda de conocimiento y su adquisición juega un papel crucial en la canalización de los beneficios de la ubicación en entornos contextualmente propicios (Crescenzi & Gagliardi, 2018).

La obtención de conocimiento a través de relaciones de cooperación, permite el descubrimiento de elementos potencialmente útiles que pueden ser combinados efectivamente con el conocimiento disponible, lo cual aumenta el potencial de creación y asimilación de conocimiento (Yu, 2013). Los mecanismos informales de integración social, como las redes sociales, contribuyen a la asimilación de conocimientos para el intercambio de ideas y experiencias (Contreras et al., 2021).

Las fuentes de información de la cadena de valor (proveedores, clientes y competidores) en todas las escalas geográficas (regional, nacional e internacional), son la fuente principal y más frecuente de conocimiento para que las empresas mejoren su capacidad de crear nuevo conocimiento (Lau & Lo, 2015; Pace & Miles, 2020; Savic et al., 2020). Sin embargo, el solo adquirir el conocimiento externo genera beneficios a cortos plazo, es decir, las organizaciones requieren generar beneficios más duraderos a través de una combinación de los conocimientos internos y externos (Crescenzi & Gagliardi, 2018; Denicolai et al., 2016).

La conformación de redes de colaboración internas y externas facilita el intercambio de conocimiento y la generación de capacidades de absorción en los profesionales, adicional a permitir el desarrollo de capital social (Jomantas et al., 2021; Micheels & Nolan, 2016). En otras palabras, existe una relación complementaria entre la capacidad de absorción de una empresa y sus redes de interacción, por tanto, cuanto mayor sea la capacidad de absorción general de una empresa, más podrá acceder al conocimiento de fuentes externas (Ferrerías-Méndez et al., 2015; Yu, 2013), sin embargo, para aplicar este nuevo conocimiento en su propio contexto es necesario desarrollar patrones estables de colaboración entre las partes (Ferrerías-Méndez et al., 2015), así como se requiere de una base de conocimiento común lo suficientemente fuerte para combinar el conocimiento dentro de la red y poder conectarlo con el conjunto de conocimiento interno de una manera significativa (Nätti et al., 2014).

A nivel interno, la interacción entre los individuos y las diferentes áreas de la organización genera capacidades de absorción, identificando que existen niveles micro y macro de interacción, los cuales influenciados por la estrategia organizacional pueden facilitar el proceso de identificación de nuevo conocimiento, asimilación, transformación y explotación (Martinkenaite & Breunig, 2016).

El fortalecimiento de los procesos internos para mejorar la capacidad de absorción de las organizaciones contempla la inversión en procesos de I+D, aunque dichos procesos requieren tiempo para su consolidación, a largo plazo es relativamente más eficiente que adquirir conocimiento de fuentes externas (Denicolai et al., 2016). La I+D contribuye a desarrollar la capacidad de absorción de las organizaciones, es decir, la capacidad de reconocer el valor de la

nueva información, asimilarla y aplicarla a los procesos existentes dentro de la organización (Savic et al., 2020).

Finalmente, las condiciones actuales de intensa competencia, donde los clientes están mejor informados y exigen productos y servicios cada vez de mayor calidad, requiere la generación y adopción de innovaciones que permitan adaptarse a los cambios del entorno y alcanzar sus objetivos (Sancho-Zamora et al., 2021). El desarrollo de una estrategia entorno a esta situación, requiere una combinación de las capacidades internas de aprendizaje y capacidades de absorción de la organización (Camisón & Forés, 2010).

Por tanto, las organizaciones con mayor PACAP hacen un mejor uso de toda la información captada de fuentes externas y mejoran sus resultados. En entornos que cambian rápidamente, esto es esencial para la mejora de sus procesos y productos y por ende su posición competitiva (Sancho-Zamora et al., 2021).

3 Metodología

3.1 Aproximaciones y métodos implementados para el estudio de los SI

El estudio de los SI se fundamenta en metodologías de investigación cualitativa y cuantitativa, las cuales buscan en su mayoría entender la interacción existente entre diferentes actores frente a procesos de generación, difusión y uso del conocimiento. Bajo esta perspectiva, la mayoría de las investigaciones se refieren a estudios de casos (S. Fielke et al., 2019; Turner, Klerkx, et al., 2017), ya sea para entender la estructura del SIA, su funcionamiento o el resultado frente a la implementación y adopción de tecnologías (Eastwood, Ayre, et al., 2019; Knierim et al., 2019).

Entre los principales métodos usados para el estudio de los SI se encuentran (**Tabla 1**):

Tabla 1
Métodos usados para el análisis de los SI

Método	Autor	Principales aspectos
Mapeo de la red de Actores	(Klerkx et al., 2010) (Turner, Williams, et al., 2017)	Descripción de los actores a nivel individual, de organización, de proyecto y de red, identificando conexiones y los vínculos que crean las configuraciones para construir capacidades de innovación en una red.
Análisis de Redes Sociales	(Chang & Shih, 2005) (Hermans et al., 2013) (Reed & Hickey, 2016) (Gava et al., 2017) (Bourne et al., 2017) (Weyori et al., 2018) (Magala et al., 2019) (Madureira & Ferreira, 2019) (Skaalsveen et al., 2020)	Estudio sistemático de estructuras sociales, con carácter descriptivo. Su aplicación busca examinar las características estructurales de las relaciones interactivas de un sistema de innovación a partir del uso de métodos de evaluación mixtos (cualitativos y cuantitativos).
Matriz de desempeño del Sistema de Innovación (ISP)	(Hermans et al., 2015)	Usada para identificar las fallas del sistema, sirve de base para la toma de decisiones frente a la resolución de problemas.
Proceso jerárquico- analítico- AHP	(Heindl & Liefner, 2019) (Joffre et al., 2019) (Joffre et al., 2020)	Análisis de comparación sistemática de componentes, generando una descripción

			analítica de la relevancia de los actores frente a los resultados de la innovación.
Simulación Agentes	basada en	(Albino et al., 2006) (Pyka et al., 2007) (Jianhua et al., 2008) (Antonelli & Ferraris, 2011) (Morris-King & Yilmaz, 2013) (Korber & Paier, 2014) (Korber & Paier, 2014) (Senger & Hartwig, 2016) (Ahrweiler, 2017) (Quintero et al., 2017) (Ponsiglione et al., 2018) (Pyka et al., 2018) (Ruiz-Castañeda et al., 2016) (Uribe-Gómez et al., 2019) (Li et al., 2019) (Cárdenas- Garcés et al., 2020).	Relaciona el comportamiento dinámico y la estructura de un sistema con las propiedades y comportamientos de los agentes individuales y su interacción.

3.2 Metodología de investigación propuesta

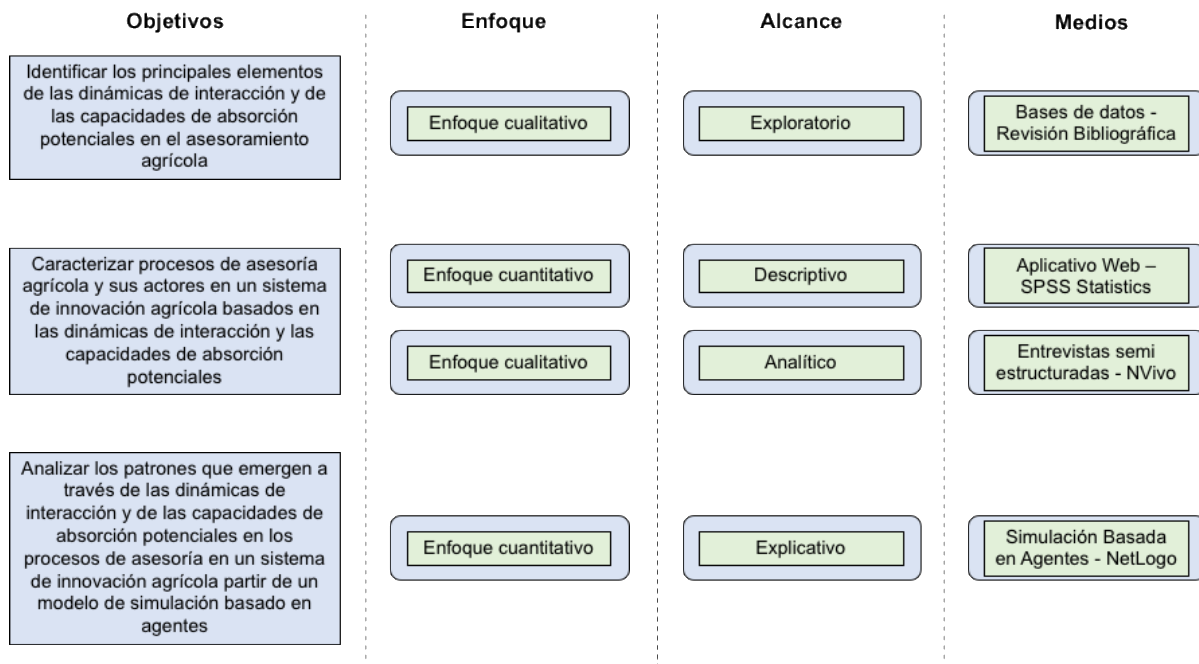
La metodología planteada pretende determinar los elementos necesarios para el desarrollo de un modelo de simulación basado en agentes a partir del análisis de las dinámicas de interacción y las PACAP, identificando los patrones que caracterizan el proceso de asesoramiento y aquellos escenarios posibles frente al comportamiento de sus componentes (agentes), el entorno y las interacciones entre ellos (**Figura 4**) (Gómez- Cruz, 2018).

3.2.1 Enfoque de la investigación

La investigación se plantea bajo un enfoque de tipo cuantitativo y cualitativo aplicado a los diferentes objetivos como medios para lograr la precisión del análisis (Hurtado De Barrera, 2000).

El enfoque cuantitativo tiene como marco general de referencia el positivismo (Hernández-Sampieri et al., 2014; Ñaupas et al., 2018), el cual se basa en la verificación de hipótesis, buscando la relación de causalidad entre dos variables validadas por la experiencia y experimentación para crear conocimiento a partir de la verificación de hipótesis derivada de una teoría (Hurtado De Barrera, 2000).

Figura 4
Metodología de investigación propuesta



Por su parte el enfoque cualitativo responde a la investigación en fenomenología el cual busca describir desde la experiencia del investigador un evento de estudio, explorando simplemente la información proporcionada, dejando de lado creencias y juicios (Hurtado De Barrera, 2000).

El enfoque cualitativo busca principalmente la “dispersión o expansión” de los datos e información, mientras que el enfoque cuantitativo pretende “acotar” intencionalmente la información (medir con precisión las variables del estudio, tener “foco”) (Hernández-Sampieri et al., 2014).

3.2.2 Alcance de la investigación

Dada la particularidad de cada objetivo específico, el alcance de la investigación se plantea de manera independiente para cada uno, citando los siguientes:

- **Investigación Exploratoria:** es la búsqueda de información con el propósito de formular problemas e hipótesis para una investigación más profunda de carácter explicativo (Ñaupas et al., 2018). La exploración como *fase metodológica* conduce a la delimitación del tema para llevar a cabo otro tipo de investigación, haciendo énfasis de la actividad hacia la revisión de bibliografía. En la investigación exploratoria como *estadio*, el énfasis

está hacia la observación, la recolección y procesamiento de la información procedente directamente del contexto y las unidades de investigación (Hurtado De Barrera, 2000).

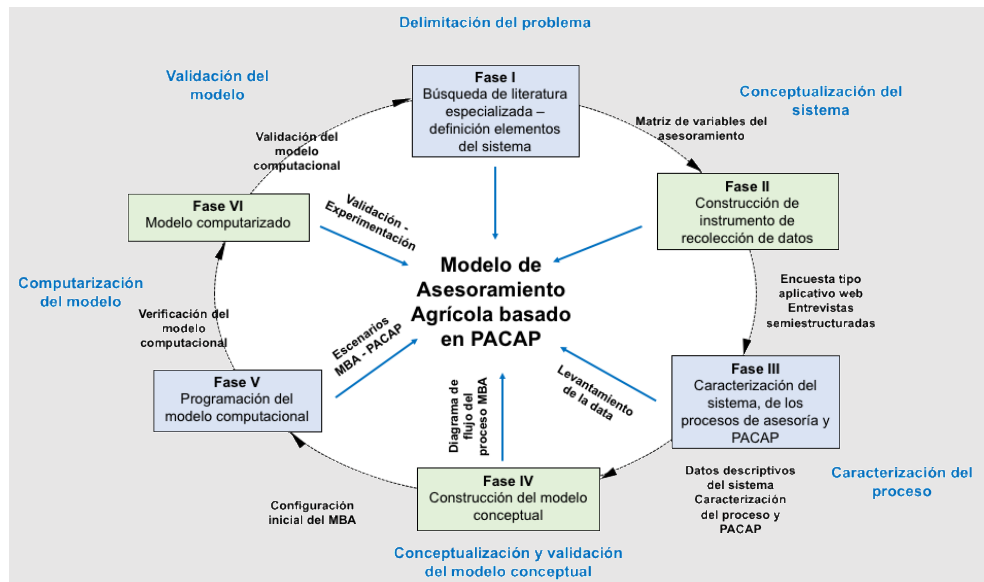
- **Investigación Descriptiva:** es una investigación de segundo nivel, cuyo objetivo principal es recopilar datos e información de los procesos naturales o sociales (Ñaupas et al., 2018). La investigación descriptiva tiene como objetivo central lograr la descripción o caracterización del evento de estudio dentro de un contexto particular. Busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades, objetos o cualquier otro evento sometido a la investigación (Hurtado De Barrera, 2000).
- **Investigación Analítica:** Busca analizar un evento y comprenderlo en términos de sus aspectos más evidentes. Intenta descubrir los elementos que componen la totalidad y las conexiones que explican su integración. Analizar consiste en identificar y reorganizar las sinergias de un evento con base a patrones de relación implícitos o menos evidentes a fin de llegar a una comprensión más profunda del evento (Hurtado De Barrera, 2000).
- **Investigación Explicativa:** su objetivo principal es la verificación de hipótesis causales o explicativas; el descubrimiento de nuevas teorías que expliquen las relaciones causales de las propiedades o dimensiones de los hechos, eventos del sistema y de los procesos sociales (Ñaupas et al., 2018). La teoría constituye el conjunto organizado de principios, inferencias, creencias, descubrimientos y afirmaciones por medio del cual se interpreta una realidad cualquiera. La teoría hace posible entender los resultados de las investigaciones de niveles más profundos de forma concreta como se manifiesta una serie de proposiciones (Hurtado De Barrera, 2000).

3.3 Construcción del Modelo Basado en Agentes MBA

Tomando como base el planteamiento hecho por Sargent (2011) se establecieron 6 fases para la construcción y validación del modelo de simulación (**Figura 5**):

Figura 5

Modelo simplificado para la construcción y validación de un modelo de simulación



- Fase I. Búsqueda de literatura especializada – Definición de elementos del sistema:** Construcción del marco teórico y estado del arte con respecto a las actividades de asesoramiento agrícola y PACAP a partir de bases de datos científicas como Scopus, Science Direct, Taylor and Francis, entre otras. Identificación de las variables que inciden en el proceso de asesoramiento agrícola para construir la matriz ajustada de las variables endógenas y exógenas y su relación con el servicio de asesoramiento agrícola.
- Fase II. Construcción de instrumento para la recolección de datos:** Definición de componentes y variables para la medición de las PACAP en el asesoramiento agrícola. Desarrollo y aplicación del instrumento de recolección de datos tipo aplicativo web a profesionales que cumplen con la labor de asesoramiento agrícola y entrevistas semiestructuradas a los actores de las organizaciones que realizan actividades de asesoramiento agrícola.
- Fase III. Caracterización del sistema, de los procesos de asesoría y PACAP:** Caracterización de los actores y su interacción en el proceso de asesoramiento agrícola e identificación de las dinámicas de interacción y de las PACAP a partir del análisis descriptivo usando el software SPSS Statistics y el análisis cualitativo usando el software NVivo.

- **Fase IV. Construcción del modelo conceptual:** Definición de elementos y relaciones para la construcción del modelo conceptual. Configuración inicial del modelo. Validar que las relaciones definidas sean razonables y coherentes con el objetivo y problema planteado.
- **Fase V. Programación del modelo computacional:** Parametrización y configuración del MBA a partir del uso del software Netlogo versión 6.2.1.
- **Fase VI. Modelo computarizado:** Identificación de los patrones que caracterizan las dinámicas de interacción y las PACAP. Definición de escenarios frente al comportamiento de los agentes y el desempeño del sistema. **Validación del modelo:** Verificar y validar a partir de datos históricos que el comportamiento de salida del modelo tiene suficiente precisión con base a la situación real del sistema.

4 Resultados

4.1 Objetivo 1. Identificar los principales elementos de las dinámicas de interacción y de las capacidades de absorción potenciales en el asesoramiento agrícola.

La identificación de los elementos presentes en el desarrollo de las actividades de asesoramiento agrícola pretende reconocer aquellas variables incidentes en el proceso de asesoría y las dinámicas de interacción entre los actores del SIA para el desarrollo de PACAP.

En primera instancia, a partir del análisis bibliográfico se identifican aquellos elementos endógenos y exógenos del asesoramiento agrícola en relación con las diferentes dimensiones para la prestación del servicio. Este análisis permitió visualizar la relación el nivel de incidencia de los elementos y su relación con el servicio de asesoría agrícola.

Complementario a este análisis, se plantea un modelo que permite la visualización de la dinámica en la generación de PACAP en el marco del servicio de asesoramiento agrícola identificando la complejidad e importancia de cada uno de los elementos y las etapas en el proceso de generación de PACAP a nivel organizacional.

Finalmente, se plantea un instrumento para la medición de las PACAP en el asesoramiento agrícola, en el cual se desglosan las variables de adquisición y asimilación de conocimiento como componentes esenciales de las PACAP. Se propone una escala de medición de Likert partiendo de cuatro posibles escenarios que permitirán la caracterización los procesos a nivel organizacional para el asesoramiento agrícola.

4.1.1 Definición de elementos del sistema de asesoramiento agrícola.

A partir del análisis documental bibliográfico se realizó la revisión sistemática de literatura científica teniendo como unidad de análisis las variables de las dinámicas de interacción agrícola en un SIA y la ecuación de búsqueda: ("*agricultural innovation systems*" OR "*agricultural knowledge and innovation systems*") AND (*advisory* OR *extension*) utilizando la base de datos SCOPUS.

Como resultado se obtuvieron 80 referencias en un rango de 20 años de publicación. De estas referencias, 25 contenían información en sus resúmenes y palabras claves sobre las variables que inciden en el proceso de asesoría agrícola, resaltando palabras claves como *Innovation, Advisory, Agricultural, Services* y *Knowledge* (**Figura 6**). A partir de la revisión de los 25 artículos se determinaron las dimensiones de análisis para la identificación de los elementos endógenos y exógenos del asesoramiento agrícola como se observa en la **Figura 7**.

Figura 6

Nube de palabras artículos identificación de elementos asesoramiento agrícola.



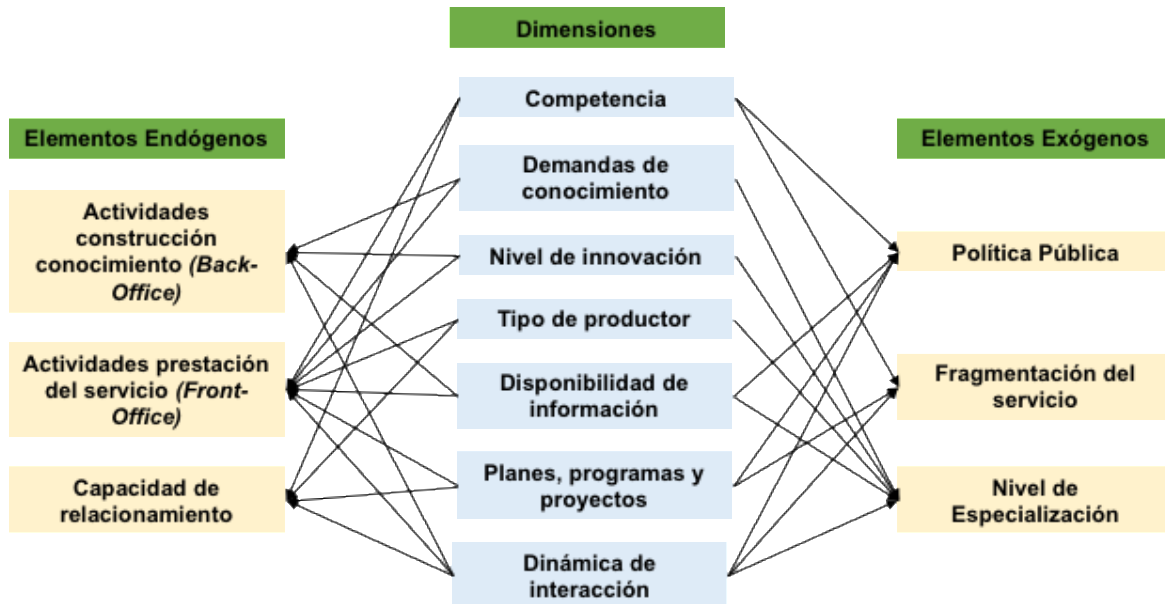
Nota: Fuente Software Nvivo.

Tomando de base lo planteado por Esparza Rodríguez et al., (2020) se consideraron como elementos endógenos a todos aquellos factores tangibles e intangibles que intervienen en el grado del cumplimiento de los objetivos de la organización, y elementos exógenos como “aquellos factores que conforman el medio ambiente de las organizaciones, cuyas interacciones representan una fuente de influencia, presión y fomento en el desarrollo del organismo social” (p. 13).

En relación, se identificaron como elementos endógenos a las actividades de prestación del servicio de asesoría agrícola o *front-office*, las actividades de construcción de conocimiento, de investigación y desarrollo o *back-office* (Labarthe & Laurent, 2013b) y a la capacidad de relacionamiento de los asesores y la organización. Como exógenos se encontraron elementos de política pública, la fragmentación del servicio (Klerkx & Proctor, 2013) y la especialización del servicio de asesoramiento agrícola.

Figura 7

Dimensiones de análisis para la identificación de elementos endógenos y exógenos del asesoramiento agrícola.



Para determinar el nivel de alcance e incidencia de estos elementos, se realizó el análisis cualitativo de la información, resaltando los componentes que inciden en cada uno y su interrelación (**Tabla 2**).

Tabla 2

Nivel de incidencia de los elementos endógenos y exógenos del asesoramiento agrícola.

Elemento	Nivel de alcance e incidencia
Actividades de construcción de conocimiento –	Generado a través del intercambio de conocimiento: formal (alianzas estratégicas), informal, entre productores y redes (Klerkx & Proctor, 2013; Hermans et al., 2013). Actualización y producción de conocimiento como estrategia de I+D ligada a las actividades de back-office del asesoramiento agrícola (Labarthe & Laurent, 2013b). Desarrollo de actividades de monitoreo científico y tecnológico por parte de la organización para la generación de capacidades en los asesores agrícolas (Munthali et al., 2021).
Actividades de prestación del servicio de asesoría	Enfoque hacia el intercambio de información a través de procesos de interacción dentro del SIA (Bourne et al., 2017). Mayor requerimiento de capacidades interprofesionales (Nettle, Ayre, et al., 2018).

	Mayor equilibrio entre las actividades de back-office y front –office (Munthali et al., 2021).
Capacidad de relacionamiento	<p>Dependiente del flujo de conocimiento e interacción entre asesores dentro y fuera de la organización y del SIA (Compagnone & Simon, 2018; Knierim et al., 2017; Ruiz-Castañeda, 2015).</p> <p>La baja interacción genera brechas en la relación investigación – asesoramiento para satisfacer las demandas de los productores (Hermans et al., 2013; Nettle, Ayre, et al., 2018).</p> <p>Requiere complementariedad con el uso de herramientas TIC (Munthali et al., 2021).</p>
Política	<p>Incidencia sobre el nivel de credibilidad e imparcialidad en el desarrollo de actividades de asesoría agrícola (Klerkx et al., 2009).</p> <p>Intereses particulares en la prestación del servicio (Klerkx et al., 2017).</p> <p>Sobrerregulaciones y burocracia que limita la prestación del servicio (Hermans et al., 2015).</p>
Fragmentación del servicio	<p>Pluralidad del sistema de asesoramiento agrícola (Klerkx et al., 2009).</p> <p>Comercialización de servicios segmentado, encarecimiento del servicio, actividades de transferencia de tecnología lineal (Labarthe & Laurent, 2013b).</p> <p>Disminución de recursos, incremento de la competencia, menor intercambio de información (Hermans et al., 2013).</p> <p>Modelo de negocio basado en el mercado (Klerkx et al., 2017).</p> <p>Diversidad de canales de información dirigidos a solucionar problemas del sistema productivo generando incertidumbre en la toma de decisiones (Knierim et al., 2017).</p> <p>Mayor presencia de entes privados y ONG en la prestación del servicio (Niu & Ragasa, 2018).</p>
Especialización del servicio	<p>Requerimiento de competencias específicas no genéricas para la prestación del servicio (Klerkx & Leeuwis, 2008a).</p> <p>Enfoque hacia la especialización de la producción (Howells, 2006).</p> <p>Mayor demanda de generar mejores soluciones (Ingram, 2008) y desarrollo de procesos de innovación rurales (Knierim et al., 2017).</p> <p>Adaptación a la heterogeneidad de productores y sistemas productivos (Nettle, Ayre, et al., 2018).</p> <p>Cambio en el foco de la producción agrícola (Niu & Ragasa, 2018).</p>

4.1.1.1 Elementos endógenos del servicio de asesoramiento agrícola.

Las actividades de prestación del servicio de asesoría o actividades de *front-office*, permiten la coproducción de conocimiento, nivelando la información técnica, el conocimiento adquirido a través de la experiencia junto con el conocimiento tácito de los productores (Labarthe & Laurent, 2013b), identificando una fuerte interdependencia entre la oferta y demanda del

servicio para el cierre de brechas en el sector (Klerkx et al., 2009; Labarthe & Laurent, 2013b), requiriendo adicional el desarrollo de capacidades interprofesionales (Nettle, Ayre, et al., 2018).

Las actividades de *front-office* promueven el intercambio de información a través de actividades participativas y de interacción (Bourne et al., 2017), sin embargo, se ha observado una separación entre el nivel acceso al conocimiento técnico-científico para el desarrollo de las actividades de asesoramiento agrícola (Munthali et al., 2021; Nettle, Ayre, et al., 2018).

Según Labarthe & Laurent, (2013), las actividades de construcción de conocimiento o *back-office* se realizan cuando los asesores toman cursos, actualizan conocimientos, construyen bases de datos, realizan actividades de monitoreo científico y tecnológico y participan de jornadas de entrenamiento (Munthali et al., 2021).

Las actividades de *back-office* podrían ser dependientes de la habilidad de la organización de proveer entrenamiento y promover la coproducción de capacidades (Gboko et al., 2021). Por tanto, el desafío para el servicio de asesoría es crear actividades de *back-office* que conduzcan a un ambiente en el cual la experiencia de los asesores soporten la estructura organizacional (Krafft et al., 2021).

El intercambio de información para la construcción de conocimiento puede ser generado a partir de la interacción formal e informal entre profesionales, con productores y a través de la participación en redes de colaboración (Klerkx & Proctor, 2013). Adicional, a través de alianzas estratégicas con universidades, empresas e industrias se tiene acceso a información producto del trabajo de cooperación institucional (Hermans et al., 2013; Labarthe & Laurent, 2013b).

Finalmente, la capacidad de relacionamiento del asesor condiciona las actividades de *front-office* y *back-office*, siendo el eje central en la infraestructura del conocimiento como intermediario para la toma de decisiones (Fukugawa, 2019; Klerkx & Leeuwis, 2008a), requiriendo que exista un flujo de conocimiento e interacción entre asesores dentro y fuera de la organización para generar capacidades (Faure & Compagnone, 2019; Knierim et al., 2017; Ruiz- Castañeda, 2015), complementándose a partir del uso de herramientas TIC, la participación en plataformas y redes sociales (Munthali et al., 2021).

4.1.1.2 Elementos exógenos del servicio de asesoramiento agrícola.

Los diferentes cambios en el sistema político y las sobrerregulaciones (Hermans et al., 2013) han generado fragmentación y pluralidad del servicio de asesoramiento (Klerkx et al., 2009; Klerkx & Proctor, 2013) evidenciándose en un asesoramiento segmentado y encarecido (Labarthe & Laurent, 2013a), disminución de la disponibilidad de recursos, incremento de la competencia (Hermans et al., 2013) y mayor incertidumbre sobre el acceso a la información para la prestación

del servicio (Nettle, Ayre, et al., 2018). Por otra parte, esta situación genera baja credibilidad y parcialidad por la diversidad de canales de información y duplicidad de acciones en la prestación del servicio de asesoramiento (Klerkx et al., 2009; Niu & Ragasa, 2018).

Adicional, la necesidad de especialización del servicio debido a la heterogeneidad de los sistemas productivos, las particularidades de los productores (Howells, 2006; Nettle, Ayre, et al., 2018), la generación de mejores soluciones (Ingram, 2008) y procesos de innovación rural (Knierim et al., 2017), requieren el desarrollo de competencias específicas para la prestación del servicio (Klerkx & Leeuwis, 2008b) desafiando de manera constante al asesor para mejorar la prestación del servicio (Eastwood, Ayre, et al., 2019; Nettle, Ayre, et al., 2018).

La **Tabla 3** se consolida la información de los elementos endógenos y exógenos y su relación con las dimensiones que inciden con el servicio de asesoramiento agrícola.

Tabla 3

Matriz de relación de elementos endógenos y exógenos y su relación con el servicio de asesoramiento agrícola.

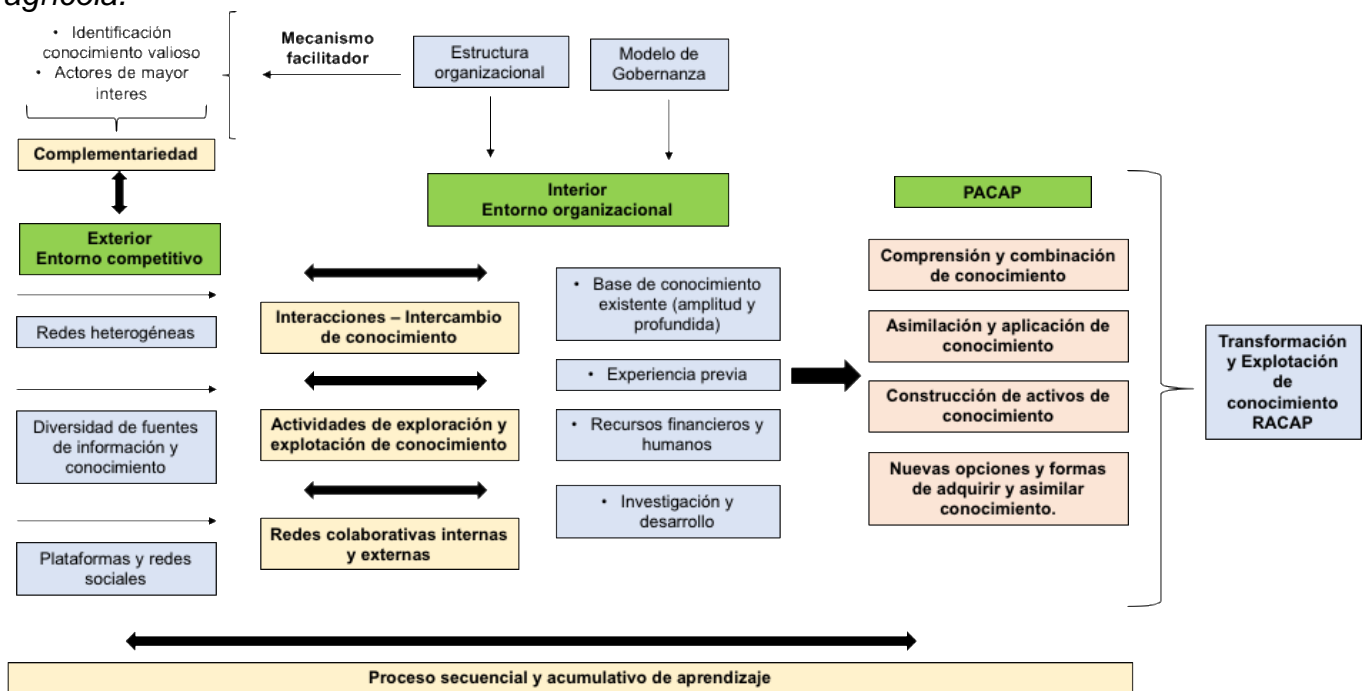
Elemento		Competencia	Demanda de conocimiento	Nivel de innovación	Tipo de productor	Disponibilidad de información	Planes, programas y proyectos	Dinámica de interacción
Endógeno	Actividades de construcción de conocimiento							
	Actividades de prestación del servicio de asesoría							
	Capacidad de relacionamiento							
Exógeno	Política							
	Fragmentación servicio de asesoría							
	Especialización del servicio							

4.1.2 Relación entre los elementos del asesoramiento agrícola y las capacidades potenciales de absorción.

Con enfoque hacia las PACAP y tomando en consideración los aspectos que contemplan las actividades de adquisición y asimilación de conocimiento (Zahra & George, 2002), se plantea un modelo que visualiza la dinámica en la generación de PACAP en el marco del servicio de asesoramiento agrícola (**Figura 8**).

Figura 8

Dinámica de la generación de PACAP en el marco del servicio de asesoramiento agrícola.



Este modelo se plantea en línea con lo mencionado por C. Camisón & Forés, (2014), “se podría decir que la capacidad de absorción es considerada como un subproducto tanto de las actividades de I+D, como de la diversidad o alcance de la base de conocimiento, la experiencia y el aprendizaje previo, un lenguaje compartido, la existencia de lazos inter-funcionales, y de los modelos mentales y capacidades de resolución de problemas de los miembros de la organización” (p.14).

4.1.2.1 Exterior – Entorno Competitivo.

Las PACAP como puente entre el conocimiento que está fuera de la organización y aquel que se encuentra disponible al interior (Camisón & Forés, 2010) contempla la heterogeneidad de las redes y de las organizaciones (Ferrerías-Méndez et al., 2015; Lau & Lo, 2015; Sancho-Zamora et al., 2021). Desde el punto de vista del servicio de asesoramiento agrícola se relaciona con la dimensión de *competencia* para el desarrollo de PACAP reconociendo el rol que desempeña para la interacción e intercambio de información, la planeación y coordinación de actividades, así como la financiación de proyectos (Klerkx et al., 2017; Niu & Ragasa, 2018).

La diversidad de fuentes de información y conocimiento, permite a las organizaciones contar con múltiples alternativas para mejorar sus procesos de PACAP (Ferrerías-Méndez et al., 2015; Lau & Lo, 2015; Sancho-Zamora et al., 2021). En relación, esta diversidad permite satisfacer las dimensiones de *demandas de conocimiento* y *nivel de innovación* al requerir un enfoque multidisciplinario en la prestación del servicio y responder a las dinámicas emergentes del sector (Ingram, 2008; Klerkx & Leeuwis, 2008a; Knierim et al., 2019).

Por su parte, las plataformas y redes sociales aparecen como un mecanismo informal de integración social (Contreras et al., 2021), facilitando el acceso a *información* para el desarrollo de las actividades de *front-office* y *back-office*.

4.1.2.2 Interior - Entorno Organizacional

La amplitud y profundidad de la base de conocimiento existente aparece como primer elemento en la generación de PACAP al interior de la organización (Chaudhary, 2019; Yu, 2013), contar con una base de conocimiento previa permite reconocer el valor de los nuevos conocimientos adquiridos para su posterior explotación (Chaudhary, 2019), de igual manera, la experiencia previa del personal y la organización podría facilitar la adquisición y asimilación de nuevo conocimiento (Pace & Miles, 2020). Estos procesos se relacionan con las dimensiones de *front-office* para el desarrollo de las *actividades de prestación del servicio*.

La construcción de activos de conocimiento interno dependerá en gran medida de los recursos financieros y humanos (Crescenzi & Gagliardi, 2018), actuando como facilitadores en la conformación de redes de colaboración internas y externas (Jomantas et al., 2021), así como, la inversión en procesos de I+D permite reconocer el valor de la nueva información para la generación de nuevo conocimiento (Savic et al., 2020). Estos procesos se relacionan con las actividades de *back-office* para la construcción de conocimiento y la *interacción* en cuanto a las *capacidades de relacionamiento*.

La estructura organizacional y el modelo de gobernanza determinan las condiciones internas de la organización en cuanto a la generación de PACAP (Chaudhary, 2019), condicionando la movilidad de conocimiento en su interior (Nätti et al., 2014). Estas estructuras figuran como mecanismos facilitadores en la identificación del conocimiento valioso y de los actores de mayor interés para establecer un proceso de intercambio de conocimiento y fortalecimiento de PACAP (Nätti et al., 2014). Finalmente, este componente se relaciona con la dimensión de *política* para la prestación del servicio de asesoramiento agrícola.

4.1.3 Construcción del instrumento de recolección de datos

Como eje central del instrumento se pretende indagar sobre los diferentes componentes y elementos relacionados con la adquisición y asimilación de conocimiento desde el punto de vista organizacional y del asesor para el desarrollo de PACAP.

El componente de adquisición busca reconocer las vías que la organización sigue para identificar, recolectar y adquirir conocimiento externo para el desarrollo de las actividades de asesoramiento agrícola (Zahra & George, 2002), evaluando tres variables relacionadas con las actividades de back office, la interacción, la articulación y/o nivel de cooperación institucional y la actualización y uso del conocimiento. Estas tres variables permitirán caracterizar la asesoría agrícola desde el punto de vista de la organización y del asesor en relación con las PACAP.

El componente de asimilación tiene como punto de partida la identificación de rutinas y procesos que la organización realiza para analizar, procesar, interpretar y entender la información obtenida de fuentes externas (Zahra & George, 2002). En este componente, se evalúa la actualización y uso de conocimiento desde el punto de vista de las rutinas y metodologías implementadas, así como los recursos disponibles (técnico, humano, financiero) para acceder y asimilar la información disponible.

Estos elementos permitirán consolidar una visión de los diferentes escenarios presentes en el asesoramiento agrícola desde el punto de vista de la dirección tomada por la organización y de la dinámica del asesor para acceder a nuevo conocimiento según las necesidades de formación y del sector para la generación de PACAP.

4.1.3.1 Variables de medición

Siguiendo el modelo planteado por Jansen et al., (2005) para la medición de capacidades de absorción, con enfoque hacia las PACAP y sus componentes de adquisición y asimilación, se plantean las siguientes variables de medición.

- **Componente Adquisición – Intensidad y Velocidad:** La intensidad y velocidad en la adquisición de conocimiento se refiere a la capacidad de la organización para identificar y recolectar conocimiento valioso (Zahra & George, 2002). En este componente se pretende evaluar el nivel de acceso a la información considerando aspectos como la disponibilidad, pertinencia con base en las necesidades del sector y opciones de formación y motivación del asesor agrícola.
- **Componente Adquisición – Dirección:** La dirección se refiere a los medios y métodos establecidos por la organización que permiten direccionar la obtención de conocimiento externo (Zahra & George, 2002), su medición se plantea a partir de tres variables: nivel de interacción, grado de articulación y/o cooperación institucional y el uso y actualización de conocimiento:
 - *Variable Nivel de interacción;* busca evaluar el nivel de conocimiento, la frecuencia de interacción, el propósito de interacción y la participación en redes de trabajo como soporte de las actividades de asesoramiento agrícola.
 - *Variable Grado de articulación y/o cooperación institucional;* pretende reconocer el nivel de colaboración existente entre las diferentes organizaciones de asesoramiento agrícola, así como las que se encargan de generar conocimiento y el nivel de profundidad de este relacionamiento para el desarrollo de actividades de asesoría agrícola.
 - *Variable uso y actualización de conocimiento;* busca identificar la disponibilidad de espacios de formación y actualización tecnológica en la organización, el nivel de acceso a conocimiento externo, la participación en plataformas, redes sociales y redes de trabajo y el uso de bases de datos y revistas científicas.
- **Componente Asimilación - Comprensión:** La comprensión hace referencia a las rutinas y procesos de la organización que permiten analizar, procesar, interpretar y entender la información obtenida de fuentes externas para el desarrollo de PACAP (Zahra & George, 2002). Se plantea la evaluación de dos variables: las rutinas y metodologías para el uso y/o actualización de conocimiento y la disponibilidad de recursos (técnico, humano, financiero) para acceder y asimilar la información y las actividades de I+D realizadas al interior de la organización.

- *Variable Rutinas y Metodologías para el uso y/o actualización de conocimiento:* incluye la participación en actividades de formación, rutinas y metodologías tanto de la organización como del asesor para el acceso e inclusión de nuevo conocimiento en la prestación del servicio de asesoramiento.
- *Variable Disponibilidad de Recursos:* busca identificar la disponibilidad de personal dedicados a procesos de investigación, el fortalecimiento de capacidades, el nivel de acceso a resultados de investigación tanto internos como externos e inversión de recursos en actividades de I+D.

4.1.3.2 Definición de escalas de medición.

Para la caracterización de los procesos de asesoría agrícola y las PACAP se utilizó la escala de Likert por generalización, planteando cuatro alternativas de respuesta para evaluar el nivel de desempeño o comportamiento de los asesores agrícolas.

Las alternativas de respuesta se construyeron usando enunciados claros y concisos que buscan medir los hechos de las actividades del asesoramiento agrícola a un grupo de profesionales de diferentes tipos de organizaciones entorno a las variables propuestas de la medición para las PACAP (Likert, 1932).

Adicional, la definición de las escalas de medición de las variables PACAP tomó como referencia el instrumento desarrollado por el Grupo de Investigación Gestión de la Tecnología y la Innovación de la Universidad Pontificia Bolivariana para estimar y medir las capacidades tecnológicas para la innovación en una organización. Dicho instrumento fue previamente aplicado en el libro Modelo de transferencia de tecnología para las cadenas agropecuarias: Análisis comparativo de las cadenas del café y el aguacate en Antioquia (Quintero-Ramírez et al., 2020).

4.1.3.3 Instrumento de medición de las PACAP

El instrumento de medición de las PACAP tiene en total 29 preguntas distribuidas en tres componentes; 1) Componente Adquisición – Intensidad y Velocidad (4 preguntas) (**Tabla 4**), 2) Componente Adquisición – Dirección (13 preguntas) (**Tabla 5**) y 3) Componente Asimilación – Comprensión (12 preguntas) (**Tabla 6**).

Tabla 4*Componente Adquisición - Intensidad, velocidad. Preguntas y Escala de Likert.*

Variable	1	2	3	4
¿La información requerida para la prestación del servicio de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria está disponible y es de fácil acceso ?	No tiene conocimiento si la información es accesible para su uso y aplicación	Tiene conocimiento y acceso únicamente a la información que se genera en la organización por los boletines divulgativos y jornadas de capacitación	Tiene conocimiento y acceso a la información que se genera en la organización y a la que generan las demás organizaciones de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria	Tiene conocimiento y acceso a la información que se genera en la organización, la que genera las demás organizaciones de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria y la generada en los institutos y centros de investigación agropecuarios
¿La organización cuenta con procesos de identificación de las necesidades de formación para los asistentes técnicos y/o extensionistas agropecuarios?	No tiene conocimiento si la organización cuenta con dichos procesos	El desarrollo de procesos de formación depende de la financiación de proyectos productivos y las alianzas con terceros	La organización cuenta con un proceso de identificación de necesidades de formación para actualizar conocimientos básicos del personal para el desarrollo de actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria	La organización cuenta con un proceso sistémico de identificación de necesidades de formación del personal de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria para el fortalecimiento de capacidades con base en las necesidades del sector
¿La oferta de formación disponible en la zona es pertinente con base en las necesidades del sector?	No tiene conocimiento de la oferta de formación disponible	La oferta de formación es limitada y desactualizada	La oferta de formación es pertinente y acorde con las necesidades del sector.	La oferta de formación es pertinente y acorde con las necesidades del sector con enfoque hacia nuevos desarrollos tecnológicos y prácticas de mejoramiento para el sistema productivo
¿Qué motiva la búsqueda de nuevo conocimiento para el desarrollo de actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	No tiene motivación para la búsqueda de nuevo conocimiento	Realiza búsqueda de conocimiento de manera personal para mejorar sus habilidades en la prestación del servicio de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria	La búsqueda de conocimiento para el desarrollo de actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria es promovida por el alto nivel de competencia existente en la zona	La búsqueda de conocimiento para el desarrollo de actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria es promovida por la organización, guiada por las nuevas demandas del mercado y problemáticas emergentes del sector

Tabla 5*Componente Asimilación - Dirección. Preguntas y Escala de Likert*

Variable	1	2	3	4
¿Al interior de su organización se promueven espacios de formación y actualización tecnológica para la prestación del servicio de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	La organización no promueve espacios de formación o actualización tecnológica	Las actividades de formación y actualización tecnológica desarrolladas son independientes a la organización	De manera esporádica (cada 3 o 6 meses) la organización genera espacios de formación y actualización tecnológica	La organización cuenta con un plan de formación y actualización tecnológica permante (mensual o trimestral) para el personal de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria.
¿La organización adquiere conocimiento y tecnología externa para fortalecer las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	No tiene conocimiento si la organización adquiere conocimiento y tecnología externa	Se han realizado algunas actividades con externos para fortalecer las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria de manera esporádica	A través de convenios y/o alianzas con externos se transfieren conocimientos y tecnologías como soporte a las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria	La planeación estratégica de la organización incluye adquirir conocimiento y tecnología de externos para fortalecer y soportar las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria de manera permanente
¿Participa de plataformas y redes sociales para el acceso a la información para la prestación del servicio de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	No tiene conocimiento si hay plataformas o redes sociales para el acceso a información	La organización no cuenta con plataformas o redes sociales para el acceso a la información	La organización cuenta con una plataforma y red social para el intercambio de información entre colegas	Participa activamente en las redes de trabajo de la organización y de algunas externas (Linkata, RELASER)
¿ Participa en redes de trabajo como soporte para el desarrollo de las actividades asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	No participa en redes de trabajo para desarrollar las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria	Al interior de la organización existe una red de trabajo, pero su participación no es notoria	Participa activamente en la red de trabajo conformada al interior de la organización	La búsqueda de conocimiento para el desarrollo de actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria es promovida por la organización, guiada por las nuevas demandas del mercado y problemáticas emergentes del sector.
¿ Utiliza las redes de trabajo para acceder a la información e intercambiar conocimiento para la prestación del servicio de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	No utiliza redes de trabajo para desarrollar las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria	Al interior de la organización existe una red de trabajo, pero no hace uso de ella para acceder a información e intercambiar conocimiento	Eventualmente utiliza la red de trabajo conformada en la organización para el acceso a la información e intercambio de conocimiento.	Utiliza con frecuencia las redes de trabajo de la organización y de algunas externas (Linkata, RELASER) para el acceso a la información e intercambio de conocimiento
¿ Conoce y/o utiliza bases de datos y revistas científicas como soporte para las actividades de	No conoce y/o utiliza base de datos para las actividades de asistencia	Ha escuchado sobre las bases de datos y revistas científicas, pero no tiene conocimiento de cómo usarlas	Conoce y/o utiliza de manera aislada bases de datos y revistas científicas como soporte de las	Usa de manera constante bases de datos y revistas científicas para actualizar conocimientos y tomar decisiones en las

asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	técnica y/o extensión agropecuaria	actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria	actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria
¿Tiene conocimiento sobre otras organizaciones de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria en la zona de influencia?	En la zona de influencia no hay presencia (o desconoce) de otras organizaciones que realizan actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria	Tiene conocimiento de que existe al menos 1 organización de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria en la zona de influencia	Tiene conocimiento de que existe al menos 2 organización de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria en la zona de influencia
¿Con qué frecuencia interactúan?	Rara vez interactúa con las demás organizaciones de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria (Menos de una vez al año)	Ocasionalmente interactúa con las demás organizaciones de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria (Al menos una vez al año)	Interactúa con frecuencia con las demás organizaciones de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria (Al menos una vez cada 6 meses)
¿Cuál es el propósito de interactuar con las demás organizaciones de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria de la zona de influencia?	No hay un propósito en particular de la interacción	Interactúan con el propósito de compartir información e intercambiar experiencias	Interactúan para planificar y desarrollar algunas actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria en conjunto
¿Qué tipo de colaboración establece la organización con las demás organizaciones de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria de la zona de influencia?	La organización no promueve espacios de colaboración con los demás organizaciones de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria	La organización desarrolla actividades de colaboración informales con las algunas de las organizaciones de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria de la zona de influencia	La organización establece vínculos formales/convenios específicos con las algunas de las organizaciones de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria de la zona de influencia
¿La organización cuenta con vínculos formales con grupos de investigación para las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	No se cuenta con vínculos formales con grupos de investigación	Han existido vínculos con grupos de investigación pero a la fecha no se encuentran vigentes	De manera activa la organización participa en actividades con grupos de investigación
¿La organización cuenta con vínculos formales con Institutos de Educación superior- IES y centros de investigación para las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	No se cuenta con vínculos formales con IES y centros de investigación	Han existido vínculos con IES y centros de investigación pero a la fecha no se encuentran vigentes	De manera activa la organización participa en actividades con IES y centros de investigación

¿La organización cuenta con vínculos formales con empresas/industrias del sector para el desarrollo de las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	No se cuenta con vínculos formales con empresas/industrias del sector	Han existido vínculos con empresas/industrias del sector pero a la fecha no se encuentran vigentes	De manera activa la organización participa en actividades con empresas/industrias del sector	En la zona de influencia todas las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria incluyen la participación de empresas/industrias del sector
---	---	--	--	---

Tabla 6
Componente Asimilación - Comprensión. Preguntas y Escala de Likert

Variable	1	2	3	4
¿ Participa de actividades de formación y/o actualización tecnológica para soportar las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	No participa de actividades de formación y/o actualización tecnológica	Participa solo de las actividades de formación y/o actualización tecnológica programadas por la organización	Ha participado de manera aislada y particular de algunos cursos, seminarios y talleres de formación y/o actualización tecnológica	Participa de manera activa y particular de cursos, seminarios y talleres de formación y/o actualización tecnológica para soportar las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria
¿Cuenta con una metodología y/o rutina para actualizar conocimiento y mejorar las capacidades requeridas para la prestación del servicio de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	No cuenta con una metodología y/o rutina clara para mejorar sus capacidades	Actualiza los conocimientos y mejora sus capacidades solo cuando la organización promueve espacios de formación	Actualiza los conocimientos y mejora sus capacidades cuando existen nuevas demandas de mercado para el sector	Actualiza los conocimientos y mejora sus capacidades de manera constante participando activamente de redes, grupos de profesionales y comunidad científica
¿Considera que existe alineación entre la demanda del mercado y la disponibilidad de información para la prestación del servicio de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	Desconoce la relación entre la demanda del mercado y la información disponible para la prestación del servicio de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria	La información disponible para la prestación del servicio de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria es limitada y no es acorde a las necesidades del mercado	Aunque se está generando información constante está no responde a las necesidades del mercado para la prestación del servicio de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria	La información generada es pertinente y veráz en relación con la demanda del mercado
¿La organización utiliza metodologías para transferir conocimiento a asistentes técnicos y/o extensionistas agropecuarios?	La organización no aplica ninguna metodología para transferir los conocimientos	La organización cuenta con algunos procedimientos para transferir conocimientos a asistentes técnicos y/o extensionistas agropecuarios	La organización cuenta con procedimientos y metodologías participativas para transferir conocimientos a asistentes técnicos y/o extensionistas agropecuarios	La organización cuenta con procedimientos, metodologías participativas e indicadores de evaluación y seguimiento para transferir conocimientos a asistentes técnicos y/o extensionistas agropecuarios

¿ Utiliza metodologías para la inclusión de conocimiento externo en las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	No utiliza ningún tipo de metodologías para la inclusión de conocimiento externo en las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria	A través de ayudas audiovisuales da a conocer el conocimiento externo en el desarrollo de las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria	Cuenta con una estructura metodológica clara (diarios y notas de campo, planeación de actividades) para incluir nuevos conocimientos en las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria	Utiliza métodos participativos para nivelar conocimientos y dar a conocer los nuevos conocimientos por los productores asesorados
¿Los resultados de los proyectos desarrollados por los grupos de investigación, Institutos de educación superior - IES y centros de investigación son difundidos para tener de referencia en las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	No tiene conocimiento si los resultados de los proyectos de grupos de investigación, IES y centros de investigación son divulgados en la zona de influencia	Los resultados de los proyectos de grupos de investigación, IES y centros de investigación no son divulgados con frecuencia	La organización participa en la divulgación de los resultados de los proyectos de grupos de investigación, IES y centros de investigación con	Los resultados de los proyectos de grupos de investigación, IES y centros de investigación son incluidos en las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria
¿Los resultados de los proyectos desarrollados por las empresas/industrias del sector son difundidos para tener de referencia en las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	No tiene conocimiento si los resultados de los proyectos de las empresas/industrias son divulgados en la zona de influencia	Los resultados de los proyectos de las empresas/industrias del sector no son divulgados con frecuencia	La organización participa en la divulgación de los resultados de los proyectos de las empresas/industrias del sector con frecuencia.	Los resultados de los proyectos de las empresas/industrias del sector son incluidos en las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria
¿La organización cuenta con procesos de investigación y actividades de divulgación de resultados como insumo para el desarrollo de actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	La organización no realiza ningún proceso de investigación y actividades de divulgación de resultados como insumo para las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria	La organización cuenta con un proceso de identificación de necesidades del sector para formular proyectos productivos y/o de investigación	La organización cuenta con procedimientos claros para llevar a cabo procesos de investigación de manera sistemática, sin embargo, su divulgación de los resultados no es permanente	La organización cuenta con un departamento de investigación para el desarrollo de proyectos de investigación de manera sistemática y articulada con el área de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria
¿La organización cuenta con personal dedicado a llevar a cabo procesos de investigación ?	No se cuenta con personal para el desarrollo de actividades de investigación	Los profesionales, asistentes técnicos y/o extensionistas agropecuarios son los encargados de realizar los procesos de investigación en la organización	A través de proyectos de financiación externa se vincula personal para desarrollar procesos de investigación	La organización cuenta con personal especializado para el desarrollo de procesos de investigación
¿La organización cuenta con personal dedicado a capacitar a los profesionales para el desarrollo de las	No se cuenta con personal que cumpla con la función de capacitación del personal	La empresa contrata profesionales externos para desarrollar actividades de formación a asistentes técnicos	Los investigadores son los encargados de divulgar los resultados de los procesos de	La organización cuenta con profesionales dedicados a diseñar y dirigir programas de formación articulados con los

actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	y/o extensionistas agropecuarios	investigación en la organización	resultados de investigación y la demanda del sector
¿La organización cuenta con recursos de inversión para el desarrollo de procesos de investigación ?	La organización no cuenta con recursos para el desarrollo de procesos de investigación	La inversión en procesos de investigación depende del acceso a recursos externos de financiación	El recurso invertido en procesos de investigación depende de la demanda del mercado y el sector (varia anualmente)
¿La organización cuenta con medios de divulgación de los resultados de los procesos de investigación?	No se cuenta con procesos divulgativos de la investigación realizada en la organización	La organización genera boletines como medio de divulgación de los resultados de investigación	La organización genera boletines, informes y cartillas como medio de divulgación de los resultados de investigación

4.1.3.3.1 Análisis de fiabilidad del instrumento

El análisis de fiabilidad permite estudiar las propiedades de las escalas de medición de los elementos que la componen. El procedimiento de análisis de fiabilidad calcula el número de medidas de fiabilidad de escala que se utilizan normalmente y también proporciona información sobre las relaciones entre elementos individuales de la escala (Cronbach, 1951).

Dentro de los modelos de fiabilidad se encuentra el Alfa de Cronbach, el cual es un modelo de consistencia interna que se basa en la correlación entre elementos promedio (Cronbach, 1951) medida a partir de:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum Si^2}{ST^2} \right] \quad (1)$$

α = Coeficiente alfa de Cronbach.

K= Número de ítems

Si^2 = Sumatoria de varianzas de los ítems

ST^2 = Varianza de la suma de los ítems

Con base en los resultados del coeficiente del alfa de Cronbach se considera que:

- Si el coeficiente es > a 0.9 el instrumento de medición es excelente
- Si el coeficiente está entre 0.9 y 0.8 el instrumento es bueno.
- Si el coeficiente está entre 0.8 y 0.7 el instrumento es aceptable.
- Si el coeficiente está entre 0.7 y 0.6 el instrumento es débil.
- Si el coeficiente está entre 0.6 y 0.5 el instrumento es pobre.
- Si el coeficiente es < 0.5 el instrumento no es aceptable.

Aplicando la ecuación 1 se calculó el **alfa de Cronbach** para el total de 29 preguntas del instrumento obteniendo un valor de **0,955**, es decir, el instrumento de medición es **excelente** sin necesidad de excluir ninguna pregunta para mejorar la fiabilidad.

4.2 Objetivo 2. Caracterizar procesos de asesoría agrícola y sus actores en un sistema de innovación agrícola basados en las dinámicas de interacción y las capacidades de absorción potenciales.

La caracterización del proceso de asesoría agrícola y las PACAP parte del contexto del servicio de asesoramiento agrícola en el país, así como, la dinámica del sistema en el departamento del Tolima, seleccionado como laboratorio para la caracterización de las actividades de asesoría agrícola, seguido por la identificación de aquellas cadenas que tienen un sistema de asesoría estructurado y que son relevantes para la economía departamental utilizando el método de decisión multicriterio proceso de análisis jerárquico – AHP. Estas cadenas productivas se caracterizaron con base en las condiciones para la prestación del servicio.

Como segundo paso, tomando de insumo los datos recolectados en el aplicativo web, se realizó el análisis descriptivo para caracterizar los procesos de asesoría agrícola y visualizar la situación actual de las dinámicas de interacción en relación con las PACAP a nivel organizacional, seguido por la aplicación de pruebas no paramétricas para encontrar la relación entre las diferentes variables evaluadas y las PACAP.

Complemento a la caracterización descriptiva, se realizó el análisis cualitativo de los datos recolectados a partir de la aplicación de entrevistas semiestructuradas a actores claves de las organizaciones prestadoras del servicio de asesoría agrícola en las cadenas productivas priorizadas, permitiendo contrastar las condiciones relacionadas con la generación de PACAP en las organizaciones.

La aplicación de los métodos de análisis cualitativo y cuantitativo permite realizar la triangulación de los datos para verificar la validez de los resultados encontrados y tener una mejor interpretación global del objeto de estudio.

4.2.1 El servicio de Asesoramiento Agrícola en Colombia

La ley 1876 de 2017 creó el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria – SNIA constituido por los subsistemas nacionales de: 1) Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario, 2) Extensión Agropecuaria y 3) Formación y Capacitación para la Innovación Agropecuaria. El subsistema Nacional de Extensión Agropecuaria orienta, planifica, implementa, hace seguimiento y evalúa la prestación del servicio de extensión agropecuaria que tiene lugar en el ámbito rural nacional (Ley 1876, 2017).

El artículo 24 de la Ley, define “*Servicio Público de Extensión Agropecuaria*. La extensión agropecuaria es un bien y un servicio de carácter público, permanente y descentralizado; y comprende las acciones de acompañamiento integral orientadas a diagnosticar, recomendar, actualizar, capacitar, transferir, asistir, empoderar y generar competencias en los productores agropecuarios para que estos incorporen en su actividad productiva prácticas, productos tecnológicos, tecnologías, conocimientos y comportamientos que beneficien su desempeño y mejoren su competitividad y sostenibilidad, así como su aporte a la seguridad alimentaria y su desarrollo como ser humano integral [...]”(Ley 1876, 2017).

Previo a la Ley 1876, las actividades de acompañamiento técnico al sector agropecuario se regían por la Ley 607 de 2000, la cual buscaba que la prestación del servicio de Asistencia técnica directa rural se desarrollara de manera eficiente, autónoma y autofinanciable como responsabilidad de los municipios departamentales (MADR, 2003). En ese momento, la prestación del servicio podía ser desarrollada por pluralidad de organizaciones, tanto entidades públicas, privadas y mixtas que tengan como función la prestación de esos servicios (Ley 607, 2000).

Mediante la Ley 1876 se amplía el carácter y tipo de organizaciones que pueden prestar el servicio, citando en el artículo 32 “*Entidades prestadoras*. Las Entidades Prestadoras del Servicio de Extensión Agropecuaria (EPSEA) podrán ser las unidades municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA), Centros Provinciales de Gestión Agroempresarial (CPGA), gremios agropecuarios, empresas privadas o de naturaleza mixta, asociaciones de profesionales, universidades y demás instituciones de educación superior, Agencias de Desarrollo Local (ADL), entidades sin ánimo de lucro, colegios agropecuarios, cooperativas, organizaciones o asociaciones de productores, entre otros, que tengan por objeto la prestación del servicio de extensión o asistencia técnica agropecuaria [...]”(Ley 1876, 2017). Dichas organizaciones deben cumplir con un procedimiento para ser habilitadas como EPSEAS.

4.2.2 Contexto Agropecuario departamento del Tolima

El departamento del Tolima se encuentra situado en la región Andina, abarcando parte del territorio de los valles interandinos y el costado oriental de la cordillera Central. Comprende un área superficial de 23.562 km² que se distribuyen en cuarenta y siete (47) municipios, en los cuales se incluye su capital (Ibagué), y a su vez se clasifican en 6 subregiones (Sur, Suroriente, Centro, Oriente, Norte y Nevados), cada una con una serie de características distintivas de tipo productivo, social, histórico y estratégico (UPRA & Gobernación del Tolima, 2021).

Cabe resaltar que por su ubicación en el valle cálido del alto magdalena cuenta con disponibilidad de recursos hídricos que permiten el desarrollo de cultivos como es el caso de los transitorios, los cuales tienen gran importancia, es especial el sistema productivo arroz, maíz, algodón, reportando para el 2021 144.545 ha sembradas (MADR & UPRA, 2021). En segundo lugar aparecen los cultivos permanentes como plátano, aguacate, café, caña panelera, limón y mango con un área sembrada al 2021 de 174.813 ha (MADR & UPRA, 2021). El plátano es el principal cultivo permanente del departamento con 22,7% de participación en el área sembrada, a su vez, el arroz es el cultivo transitorio más representativo con el 65,9% (MinCIT, 2023).

A manera de contexto, según estudios del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, la seguridad alimentaria del departamento de Tolima está centrada en 397.200 hectáreas, las cuales presentan los mejores suelos para cultivar (IGAC, 2016). Estas hectáreas netamente productivas abarcan el 12,9% del departamento. Con esta cifra, Tolima ocupa el puesto 11 de los 32 departamentos que conforman el territorio nacional, con mayor cantidad de hectáreas aptas para el desarrollo de cultivos (UPRA & Gobernación del Tolima, 2021). De aquí que el departamento sea reconocido a nivel nacional por su amplia diversidad agropecuaria, siendo representativos algunos de sus cultivos a nivel nacional como el aguacate, limón, arracacha y arroz.

4.2.2.1 La Asesoría Agrícola en el departamento del Tolima

Siendo la asesoría agrícola un medio para la intermediación en un SIA, este se desarrolla de tres formas; la asistencia técnica o extensión agropecuaria prestada por los entes gremiales (Asohofrucol, Fedecacao, Federación Nacional de Cafeteros), los servicios prestados por el sector privado, especialmente para los cultivos de carácter agroindustrial (exportadoras, cooperativas y casas comerciales) y los servicios prestados por el estado a través de las Unidades municipales de asistencia técnica agropecuaria - UMATA. Según el Censo Nacional Agropecuario 2014, sólo el 29% de los agricultores reciben asistencia técnica en el departamento, con enfoque hacia las buenas prácticas agrícolas, la comercialización, el crédito y la financiación (DANE & MADR, 2016).

En relación, con corte a septiembre de 2023 se reportan habilitadas ante la Agencia de Desarrollo Rural – ADR 126 EPSEAS, de las cuales, 6 se encuentran registradas en la Unidad técnica territorial del departamento del Tolima (**Tabla 7**).

Tabla 7
EPSEAS Habilitadas. Septiembre 2023

EPSEA	Cadenas productivas atendidas	Resolución de habilitación	Fecha de resolución
Corporación para el desarrollo agroindustrial GAIYA – CADAG	Transversal	Resolución 624 de 2022	25/10/22
Corporación Los Yarumos – Corpoyarumos*	Café, Cacao, Cítricos.	Resolución 537 de 2021	17/12/21
Federación para el desarrollo Agrario del Tolima – Fedecampo	Hortalizas, Forestales, Silvopastoriles, Piscícola	Resolución 106 de 2022	08/03/22
Red de mujeres Chaparralunas por la Paz	Transversal – proyectos sociales	Resolución 121 de 2022	30/03/22
Corporación Acciones Diferentes – CADI	Panela, Aguacate, Cacao.	Resolución 130 de 2022	07/04/22
Corporación para la promoción del desarrollo rural y agroindustrial – PROHACIENDO	Café	Resolución 716 de 2022	21/11/22

* La vigencia de la habilitación de las EPSEAS es de un (1) año. *Se reporta a Corpoyarumos quien se encuentra en proceso de renovación del registro.

Adicional, como se mencionó anteriormente, las entidades gremiales también pueden ser habilitadas como EPSEAS, por tanto, se incluyen la Asociación Hortofrutícola de Colombia – ASOHOFRUCOL habilitada mediante resolución 716 de 2022 y la Federación Nacional de Cacaoteros – FEDECACAO habilitada mediante resolución 713 de 2022, las cuales tienen como objeto la prestación del servicio de asistencia técnica nacional en las cadenas de frutales y cacao para el departamento del Tolima.

4.2.3 Selección de cadenas productivas.

La selección de cadenas productivas a caracterizar se realizó aplicando la metodología de análisis multicriterio de procesos analíticos jerárquico AHP, definiendo los criterios de priorización de: 1) nivel de competitividad de la cadena 2) inclusión en los instrumentos de política pública del departamento del Tolima y 3) disponibilidad de asesoramiento agrícola formal (**Tabla 9**, para las principales cadenas productivas del departamento del Tolima.

El nivel de competitividad se calculó usando la fórmula propuesta por el ISNAR (Lima et al., 2001) para cada una de las cadenas preseleccionadas en el departamento, tomando de base variables de producción cuantitativas definidas en la **Tabla 8**.

Tabla 8

Variables cuantitativas analizadas para el cálculo del nivel de competitividad por cadena.

Variable	Arroz	Aguacate	Cacao	Café	Limón	Mango	Plátano
Área cosechada 2021 (ha)	96.029	15.736	11.451	90.778	1.722	6.032	21.023
Rendimiento 2021 (ton/ha)	7,43	8,36	0,57	1,03	11,56	10,46	7,09
Índice de rendimiento (rendimiento 2021/rendimiento promedio nacional) (%)	1,15	1,00	1,10	0,86	1,10	1,06	0,95
Área sembrada (ha)	93.376	17.691	12.009	107.028	1.970	6.257	22.794
Participación Nacional (%)	36,44	14,83	4,91	12,72	9,88	17,96	4,77
Índice de crecimiento departamental (área sembrada 2021/área sembrada 2019) (%)	0,96	1,19	1,09	0,99	1,87	1,04	1,16
Participación departamental (%)	24,94	4,73	3,21	28,59	0,53	1,67	6,09

Nota: Fuente (MADR & UPRA, 2021)

La estimación del nivel de competitividad se midió utilizando la ecuación:

(2)

$$NC_{ij} \left\{ \left\{ \frac{X_{ij} - X_{ijmin}}{X_{ijmax} - X_{ijmin}} \right\} X (N - 1) \right\} + 1$$

Donde:

i: Producto por evaluar, i= 1, ..., N.

j: Criterio cuantitativo por utilizar, j=1 ..., N.

X_{ij} : Información del criterio j por producto i

X_{ijmin} : Mínimo valor del criterio j por producto i

X_{ijmax} : Máximo valor del criterio j por producto i

N: Número total de productos por priorizar

NC_{ij} : Nivel de competitividad del producto i

Tabla 9*Tabla de datos criterios de priorización de cadenas productivas.*

Cadena	Criterio	Nivel de Competitividad	Instrumentos de política*	Disponibilidad Asesoramiento agrícola
Aguacate		2,55	4	Asohofrucol; UMATA; Cooperativas; Empresas privadas
Arroz		4,83	3	Fedearroz; Asiatol
Cacao		1,87	5	Fedecacao; Nacional de Chocolates; Cooperativas; Empresas privadas; UMATA
Café		3,33	5	Federación Nacional de Cafeteros; Comités municipales de cafeteros; Cooperativas; Empresas privadas; UMATA
Limón		3,09	4	Asohofrucol; UMATA
Mango		2,56	4	Asohofrucol; UMATA
Plátano		2,20	3	Asohofrucol; UMATA

* Instrumentos de política evaluados: Plan departamental de desarrollo “El Tolima nos une 2020-2023”, Plan departamental de extensión Agropecuaria - PDEA 2020-2024, Política de ordenamiento productivo y social de la propiedad rural - POPSPR, Agenda departamental de competitividad e innovación – ADCI, Plan Estratégico de Ciencia, tecnología e innovación Agropecuaria – PECTIA. Departamento del Tolima 2022.

Aplicando la metodología de AHP, se construyeron las matrices de comparaciones cruzadas normalizadas para revisar la consistencia de las evaluaciones y se valoraron las cadenas productivas para cada uno de los criterios (Anexo 1) para tomar la decisión de cuáles cadenas productivas priorizar (**Tabla 10**).

Tabla 10*Evaluación y priorización de cadenas productivas.*

Criterios	Nivel de competitividad	Inclusión instrumentos de política	Disponibilidad de asesoría	Priorización	%
Aguacate	0,0973	0,1212	0,1753	0,1348	13%
Arroz	0,3427	0,0419	0,0426	0,0643	6%
Cacao	0,0382	0,2902	0,3272	0,2821	28%
Café	0,1885	0,2902	0,3272	0,2931	29%
Limón	0,1885	0,1088	0,0426	0,0959	10%
Mango	0,0973	0,1088	0,0426	0,0892	9%
Plátano	0,0474	0,0390	0,046	0,0406	4%
Ponderación criterios	0,0738	0,6434	0,2828	1,000	100

Con base en la matriz anterior en cuanto al orden de prioridad, se considera pertinente desarrollar el trabajo en las cadenas productivas de **Café 29%**, **Cacao 28%** y **Aguacate 13%**.

4.2.3.1 Características de las cadenas productivas seleccionadas

Tomando de base fuentes de información secundaria, se mencionan a continuación aspectos claves de las cadenas productivas seleccionadas.

4.2.3.1.1 Cadena productiva del Café

El café es el cultivo por excelencia en el país, para el 2021 se registraron 841.201 ha de café sembradas para un total de 539.741 caficultores en 23 departamentos, con un área promedio de 1,57 ha/agricultor y rendimiento de 1,17 ton/ha (MADR & UPRA, 2021). En Colombia, el 96% de los productores son pequeños (hasta 5 ha), 3% medianos (entre 5 y 10 ha) y 1% son grandes (más de 10 ha) (FNCC, 2021).

El principal departamento productor de café es el Huila con 143.915 ha sembradas y una producción de 178.319 ton/año (MADR & UPRA, 2021). Por su parte, el departamento del Tolima tiene un área sembrada de 107.028 ha en 38 municipios (MADR, 2021c).

El 95% del café producido en el país se exporta, siendo Norteamérica (Estados Unidos y Canadá) el principal destino con una participación del 49,5%, en segundo lugar se encuentra el mercado Europeo con un 29% y el mercado Asiático con un 17% de participación de las exportaciones totales (FNCC, 2021). En el 2021, la producción nacional fue de 14,6 millones de sacos de 60 kg de café verde, de los cuales 12,4 millones se exportaron y 2 millones se destinaron a consumo interno nacional (FNCC, 2021).

A nivel técnico productivo, la cadena productiva de café enfrenta varios retos, tales como avanzar en la transformación digital para potenciar las empresas cafeteras, aumentar la productividad para nivelar volúmenes de producción con base en la demanda del mercado internacional, renovar cultivos envejecidos, modernizar esquemas de recolección para reducir costos de producción, impulsar y visibilizar la gestión ambiental para la adaptación a la variabilidad climática y fortalecer herramientas de comercialización y mercadeo (FNCC, 2021).

- **Regulación y financiación de las actividades en la cadena productiva de Café.**

A través del Fondo Nacional del Café – FoNC administrado por la Federación Nacional de Cafeteros - FNC desde 1928, se financian actividades que benefician a los caficultores en cuanto a; garantía de compra, investigación científica y desarrollo tecnológico llevada a cabo por el

Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFE), asistencia técnica brindada por el Servicio de Extensión y labores de comercialización mercadeo del café (FNCC, 2023).

El FoNC es una cuenta parafiscal conformada por dineros considerados públicos, que provienen principalmente de la contribución cafetera pagada por cada libra de café exportado (verde, tostado, soluble o en extracto). En este sentido, los productores deben aportar al FoNC 6 centavos de dólar estadounidense (US \$c) por cada libra de café verde exportado, US \$c 1,08 para café tostado, US \$c 0,48 para café soluble y US \$c 0,36 para extracto de café (FNCC, 2023).

- **Estructura de la cadena productiva**

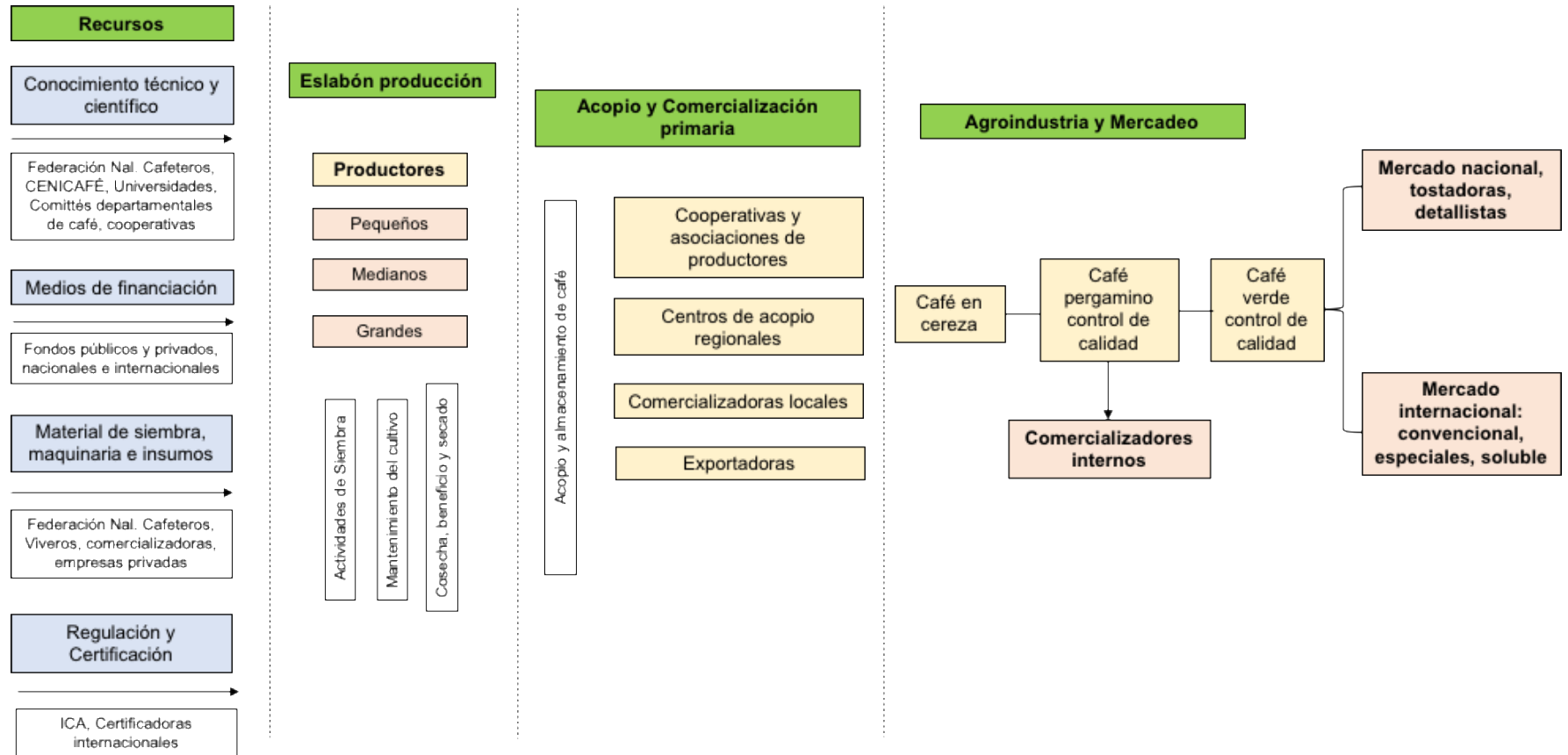
La cadena productiva del café está compuesta por tres eslabones: 1) producción agrícola (productores de café), 2) acopio y comercialización y 3) agroindustria y mercadeo tal y como se observa en la **Figura 9** (MADR, 2021c).

4.2.3.1.2 Cadena productiva de Cacao

El cacao como sistema productivo es sembrado en 30 departamentos de Colombia, constituido principalmente por pequeños productores con un área promedio de 2,66 ha y rendimiento de 453 kg/ha/año de cacao por productor (Fedecacao, 2022). En el año 2019 se reportaron 183.497 ha sembradas en cacao en el país, siendo Santander el departamento con mayor superficie cultivada, representando el 32% del área total (Fedecacao, 2020) . El departamento del Tolima ocupa la quinta posición con 12.009 ha y 4.027 ton/año de cacao (MADR & UPRA, 2021).

La producción de cacao se destina principalmente al consumo nacional, el cual representa el 79,5% del total del mercado, el consumo Colombiano de cacao es significativamente mayor en comparación con el consumo interno de los principales países exportadores (Fedecacao, 2020). En el 2020 se lograron exportaciones de 11.148 ton con principales destino de exportación; México, Italia, Bélgica, Holanda, Argentina, Estados Unidos y Malasia (MADR, 2021b).

Figura 9
Estructura de la cadena productiva de Café en Colombia



El sistema productivo de cacao en el país presenta bajo nivel de productividad, considerando que con un correcto manejo del sistema productivo y adopción de tecnología puede llegar a superar los 1,5 ton/ha/año (Fedecacao, 2020), presentando limitantes en cuanto a; 1) recursos como capital de trabajo (89,36%), 2) disponibilidad de mano de obra (3,92%), 3) conocimiento técnico (3,51%), 4) precio de venta (1,69%), 4) vías de acceso (1,04%) y 5) agua (0,40%) (Fedecacao, 2022). Adicional, falta asistencia técnica agrícola, hay baja renovación de plantaciones y la transferencia de tecnología y de acceso a la información en prácticas agrícolas como la poda, la gestión de la sombra y la fertilización es limitada (Fedecacao, 2020).

- **Estructura de la cadena productiva**

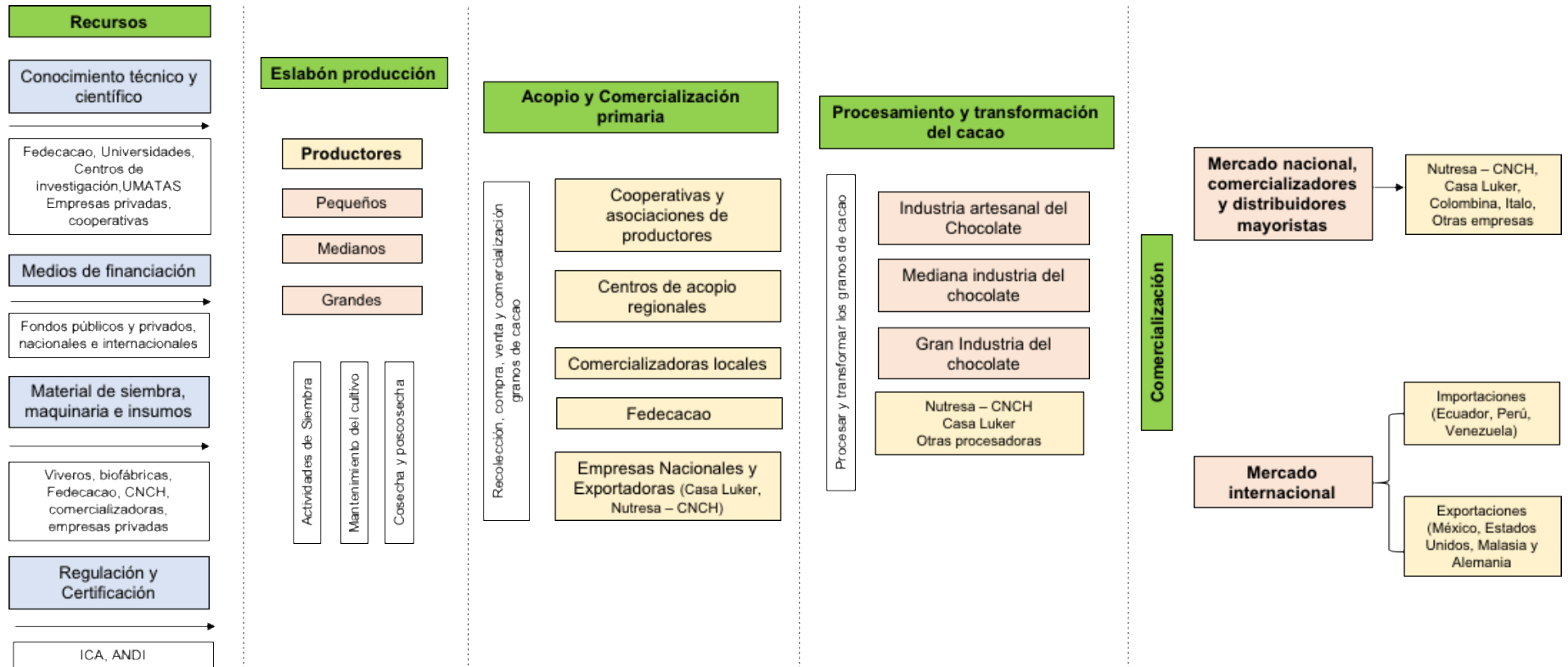
La cadena productiva del cacao está compuesta por cuatro eslabones: 1) producción agrícola (productores de cacao), 2) comercialización primaria 3) procesamiento de cacao y manufactura de chocolate y 4) comercialización en mercados nacional e internacional (**Figura 10**) (Fedecacao, 2020).

- **Regulación y financiación de las actividades en la cadena productiva de Cacao.**

La Ley 67 de 1983 estableció que todas las personas naturales o jurídicas que adquieran o reciban cualquier título, beneficien o transformen cacao de producción nacional, ya sea destinado al mercado nacional o de exportación, deben recaudar el 3% del precio de venta de cada kilogramo de cacao de producción nacional, conocido como la cuota de fomento cacaotero (Fedecacao, 2020).

El Fondo Nacional del Cacao (FNC) es una cuenta especial creada por ley para el recaudo y manejo de los recursos provenientes de la cuota de fomento cacaotero, cuyo propósito es la financiación de programas y proyectos de beneficio para la actividad cacaotera nacional. El Gobierno Nacional a través del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR contrata con la Federación Nacional de Cacaoteros – Fedecacao, la administración, recaudo e inversión de la cuota de fomento (Fedecacao, 2023).

Figura 10
Estructura de la cadena productiva de Cacao en Colombia.



La inversión de los recursos del fondo se destina a: 1) investigación (7%), identificación de materiales genéticos con características sobresalientes y técnicas en el manejo integrado del cultivo de cacao; 2) transferencia de tecnología (66%), asistencia técnica y apoyo al productor en el manejo integrado del cultivo de cacao, capacitación y transferencia a técnicos y productores, escuelas de campo, responsabilidad medioambiental y desarrollo sostenible y Buenas Prácticas Agrícolas – BPA y 3) comercialización (7%) posicionamiento del cacao colombiano a nivel nacional e internacional (MADR, 2021b).

4.2.3.1.3 Cadena productiva del Aguacate

El aguacate se siembra en 27 departamentos del país, ocupando el tercer lugar en frutales de mayor importancia en Colombia (Asohofrucol, 2021). Para el 2021 se registraron 119.283 ha sembradas en el país, de las cuales 54.896 ha están sembradas en aguacate Hass (MADR & UPRA, 2021) con 21.716 ha registradas como predio exportador (ICA, 2021). Los departamentos de Antioquia, Tolima, Caldas, Quindío y Risaralda representan el 68% del total del área sembrada de aguacate en el país (MADR & UPRA, 2021). Se estima que en el país existen alrededor de 19.200 productores para quienes el cultivo de aguacate representa la principal actividad económica (MADR, 2021a).

El aguacate Hass ha incrementado en número de hectáreas y certificación como predio exportador asociado a la apertura de mercados internacionales y el apoyo del gobierno nacional en el proceso de apertura sanitaria de mercados estratégicos para la exportación de fruta (Asohofrucol, 2021), sin embargo, el 65% de la producción nacional de aguacate Hass se queda en el mercado nacional y el 35% restante es entregado a mercado de exportación (MADR, 2021a).

En el contexto mundial, Colombia aparece como el tercer país en producción de Aguacate Hass, en primer lugar, está México con 261.777 ha, seguido por Perú con 56.807 ha. Países bajos es el principal destino de exportación del aguacate colombiano con 53% de participación, seguido de España con 11%, Reino Unido con 13%, Francia 6% y Estados Unidos con 2% (ITC, 2023).

Para dar respuesta a la dinámica del mercado internacional, la cadena productiva del Aguacate debe enfrentar retos en relación con mejorar la cobertura para el seguimiento de los protocolos de admisibilidad para la exportación de aguacate, armonización de las políticas ambientales con el uso del suelo, promover la certificación en protocolos de trazabilidad, calidad e inocuidad (BPA, Global GAP), calcular la huella ambiental del cultivo y establecer criterios de sostenibilidad para

plantaciones comerciales, consolidar la organización de cadena e incentivar la asistencia técnica para la implementación de paquetes tecnológicos (MADR, 2021a).

- **Regulación y financiación de actividades en la cadena de Aguacate.**

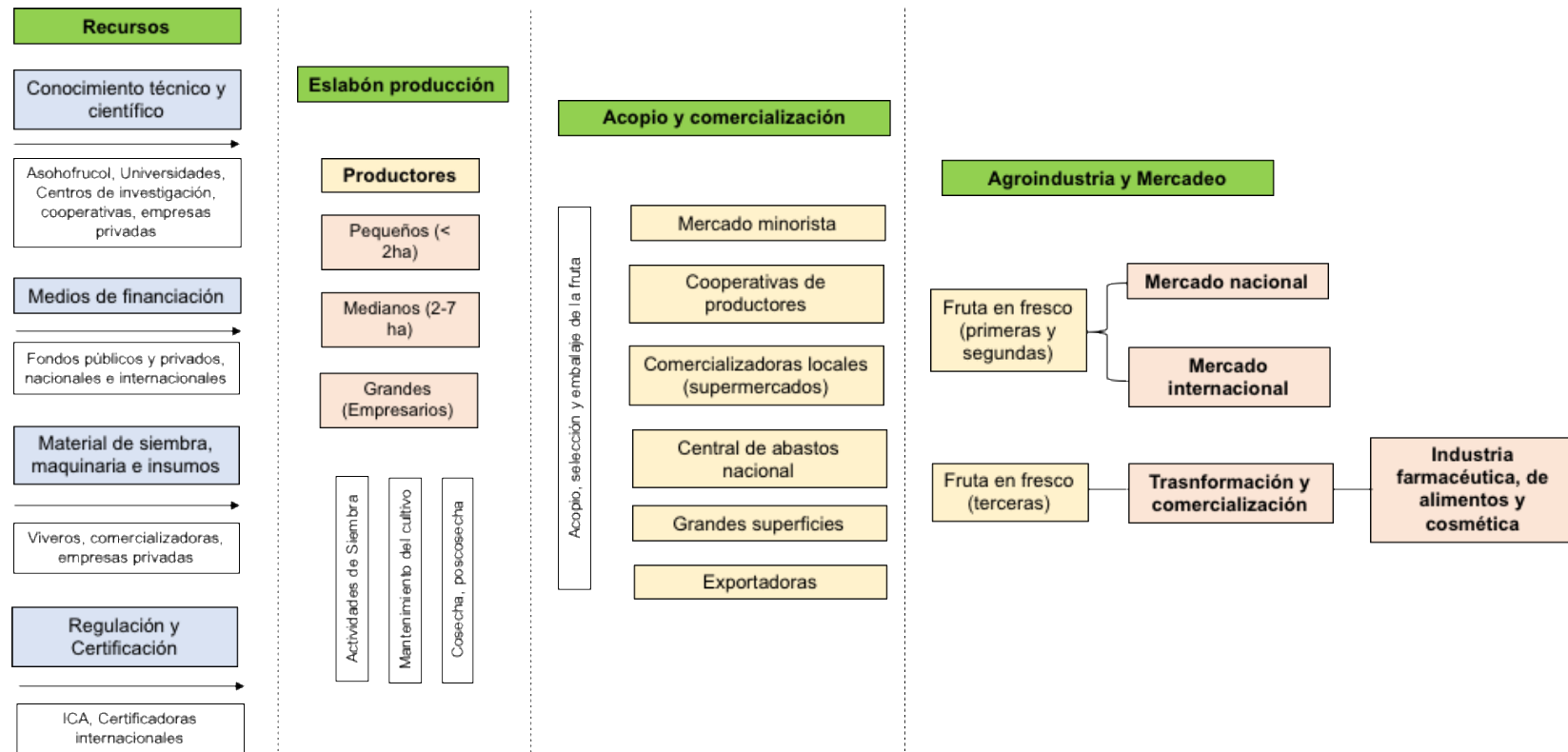
A partir de la Ley 118 de 1994 y el decreto 3748 de 2004 se estableció y reglamentó el Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola y la cuota de Fomento Hortofrutícola. La Cuota de Fomento Hortofrutícola está constituida por el equivalente al 1% del valor de venta de frutas y hortalizas, aplicable a productores, comercializadores y vendedores de frutas y hortalizas del territorio nacional (Ley 118, 1994).

Asohofrucol como administrador del Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola y el recaudador de la Cuota de Fomento Hortofrutícola, promueve la investigación, presta asistencia técnica, transfiere tecnología, capacita, acopia y difunde información, promueve la formación de empresas comercializadoras, canales de acopio y distribución, apoya la exportación y propender a la estabilización de precios de frutas y hortalizas, de manera que se consigan beneficios tanto para los productores como para los consumidores nacionales, y el desarrollo del Subsector (Ley 118, 1994; Decreto 3748, 2004).

- **Estructura de la cadena productiva**

La cadena productiva del café está compuesta por tres eslabones: 1) producción agrícola (productores de café), 2) acopio y comercialización y 3) agroindustria y mercadeo (**Figura 11**) (MADR, 2021a).

Figura 11
Estructura de la cadena productiva de Aguacate en Colombia



4.2.4 Caracterización del proceso de Asesoría Agrícola en el departamento del Tolima.

La caracterización del proceso de asesoría agrícola se realizó mediante la aplicación del instrumento de medición desarrollado como aplicativo web a profesionales de las organizaciones que prestan el servicio de asesoramiento agrícola en las cadenas de Café, Cacao y Aguacate teniendo como laboratorio el departamento del Tolima. Dicho aplicativo está compuesto por 4 secciones; una primera sección con información de contexto del estudio, la segunda sección para el registro de información de caracterización del actor, y la sección de preguntas tipo encuesta conformada por 3 componentes para un total de 29 preguntas, mencionadas previamente en el capítulo 4.1.3.3. Las opciones de respuesta se midieron a través de la escala de Likert, planteando 4 posibles escenarios los cuales responden a la dinámica de la asesoría agrícola en relación con las PACAP. Al finalizar el diligenciamiento, el encuestado podía visualizar los resultados de la encuesta en la última sección del aplicativo.

Adicional, se plantearon 4 hipótesis para validar la hipótesis definida en el estudio de tesis doctoral y 4 posibles supuestos para cada componente. De esta manera se pudo verificar cómo es el comportamiento de los asesores agrícola en cuanto al desarrollo de PACAP.

- **Unidad de análisis:** Asesores agrícolas (asistentes técnicos/extensionistas) de las cadenas productivas de café, cacao y aguacate del departamento del Tolima.
- **Variable:** Capacidades potenciales de absorción (Adquisición y Asimilación).
- **Validez:** Se tomó de referencia la encuesta diseñada por el grupo de Gestión de la tecnología y la innovación para medición de las capacidades de innovación tecnológica.
- **Fiabilidad:** Aplicado previamente a profesionales del área.
- **Muestreo:** El muestreo fue de tipo no probabilístico intencional, primando la condición de que el encuestado debía realizar actividades de asesoramiento agrícola en las cadenas productivas de café, cacao y aguacate en el departamento del Tolima.
- **Descripción de la cobertura:** Departamento del Tolima.
- **Fecha y duración:** Nov 2021 – Feb 2022.
- **Tamaño de la muestra:** 135

Teniendo como unidad de análisis el asesor agrícola de las cadenas de café, cacao y aguacate del departamento del Tolima, se identificaron aquellas organizaciones que cuentan con profesionales que realizan actividades de asesoramiento en dichas cadenas productivas en el departamento, encontrando las siguientes:

1. Asohofrucol
2. Fedecacao
3. Cooperativas
4. EPSEAS
5. Alcaldías municipales (UMATAs)
6. Compañía Nacional de Chocolates
7. Federación Nacional de Cafeteros
8. Comercializadoras
9. Exportadoras
10. Consultores independientes
11. Empresas privadas

El levantamiento de información a través del uso del aplicativo web inició en el mes de noviembre de 2021 realizando jornadas virtuales con los equipos de trabajo de las principales organizaciones de asesoría agrícola del departamento. Posteriormente, se envió vía correo electrónico el enlace de la encuesta tipo aplicativo web con su respectivo instructivo para el diligenciamiento, realizando recordatorios cada semana entre los meses de noviembre y diciembre. A partir de enero, el recordatorio de diligenciamiento fue enviado con una frecuencia quincenal hasta finales de febrero. Adicional al recordatorio por correo electrónico, vía WhatsApp se compartió el enlace del aplicativo y recordatorio semanal.

Es importante aclarar que la FNC accedió a participar de una entrevista semiestructurada para tener mayor certeza y confiabilidad de la información proporcionada, ya que el aplicar la encuesta a los extensionistas del departamento podría causar sesgos sobre la realidad de la organización. Con la información proporcionada por los profesionales de la Federación, se cuantificó en una encuesta las diferentes variables evaluadas en el instrumento.

Por otra parte, realizando una depuración de la base de datos de la comunidad *Linkata* proporcionada por AGROSAVIA, se invitó a profesionales que realizan actividades particulares en las cadenas de Café, Cacao y Aguacate en el departamento del Tolima a participar de la encuesta vía correo electrónico.

En total se socializó y envió vía correo electrónico y WhatsApp el aplicativo a 135 asesores agrícolas del departamento, de los cuales respondieron 70, teniendo una participación del 52% de la población seleccionada.

4.2.4.1 Análisis Descriptivo – Caracterización proceso de asesoría agrícola.

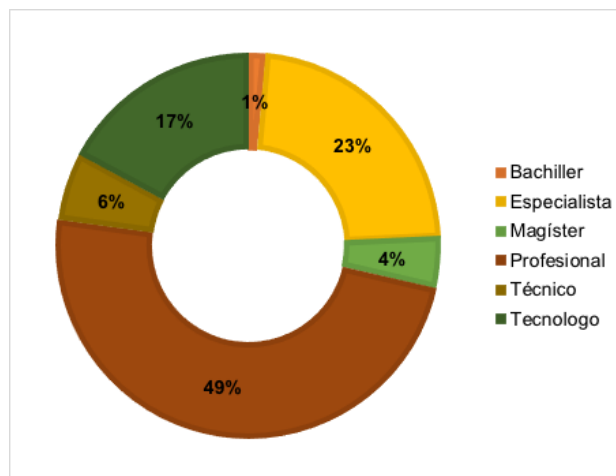
El análisis descriptivo se realizó a partir de los datos cuantitativos de caracterización recolectados en la encuesta tipo aplicativo web para las variables de: nivel de formación, experiencia, área de influencia y tipología de organización.

4.2.4.1.1 Variables Nivel de Formación y experiencia

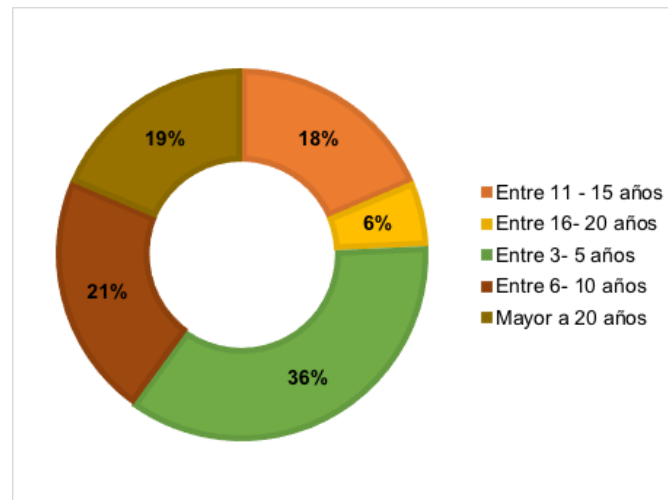
En cuanto al nivel de formación de los encuestados 49% (34) tienen nivel de formación profesional, 23% (16) especialistas, 17% (12) tecnólogo, 6% (4) técnicos, 4% (3) magíster y 1% (1) bachiller (**Figura 12**).

Figura 12

Nivel de formación asesores agrícolas.



De estas personas, el 36% (25) tiene una experiencia como asesor agrícola entre 3 y 5 años, 21% (15) entre 6 y 10 años, 19% (13) entre 11 y 15 años, 6% (4) entre 16 y 20 años y 18% (13) más de 20 años (**Figura 13**).

Figura 13*Experiencia asesores agrícolas.*

4.2.4.1.2 Variable Área de Influencia

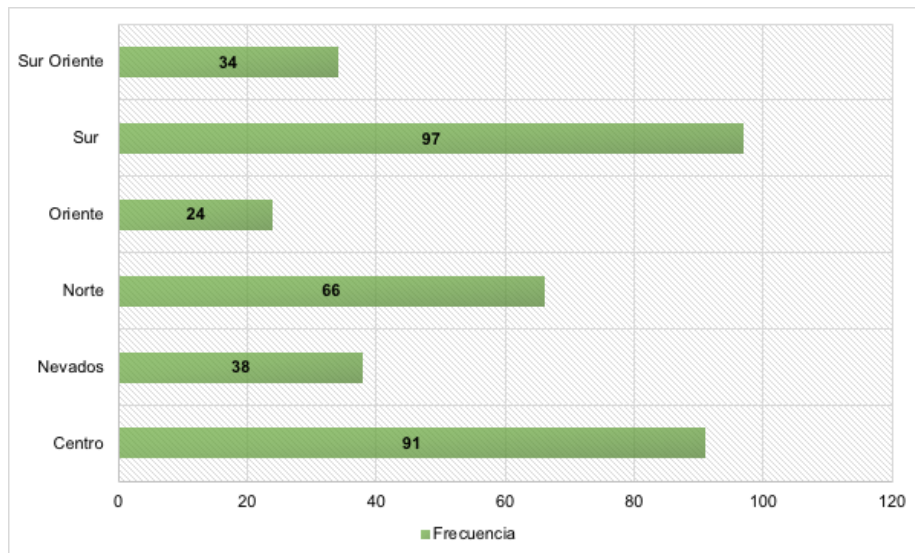
Uno de los criterios de selección de los encuestados fue que su área de influencia se ubicara en el departamento del Tolima, por tanto, para el análisis se consideran las 6 subregiones del departamento así; **I) Centro** (Alvarado, Anzoátegui, Cajamarca, Coello, Espinal, Flandes, Ibagué, Piedras, Rovira, San Luis, Valle del San Juan) ; **II) Nevados** (Casabianca, Herveo, Lérída, Líbano, Murillo, Santa Isabel, Venadillo, Villahermosa); **III) Norte** (Ambalema, Armero, Falan, Fresno, Honda, Mariquita, Palocabildo); **IV) Oriente** (Carmén de Apicala, Cunday, Icononzo, Melgar, Villarica); **V) Sur** (Ataco, Chaparral, Coyaima, Natagaima, Ortega, Planadas, Rioblanco, Roncesvalles, San Antonio); **VI) Sureste** (Alpujarra, Dolores, Guamo, Prado, Purificación, Saldaña, Suarez).

Entendiendo que muchos de ellos trabajan en diferentes municipios, la frecuencia por subregión observada fue la siguiente (**Figura 14** y **Figura 15**):

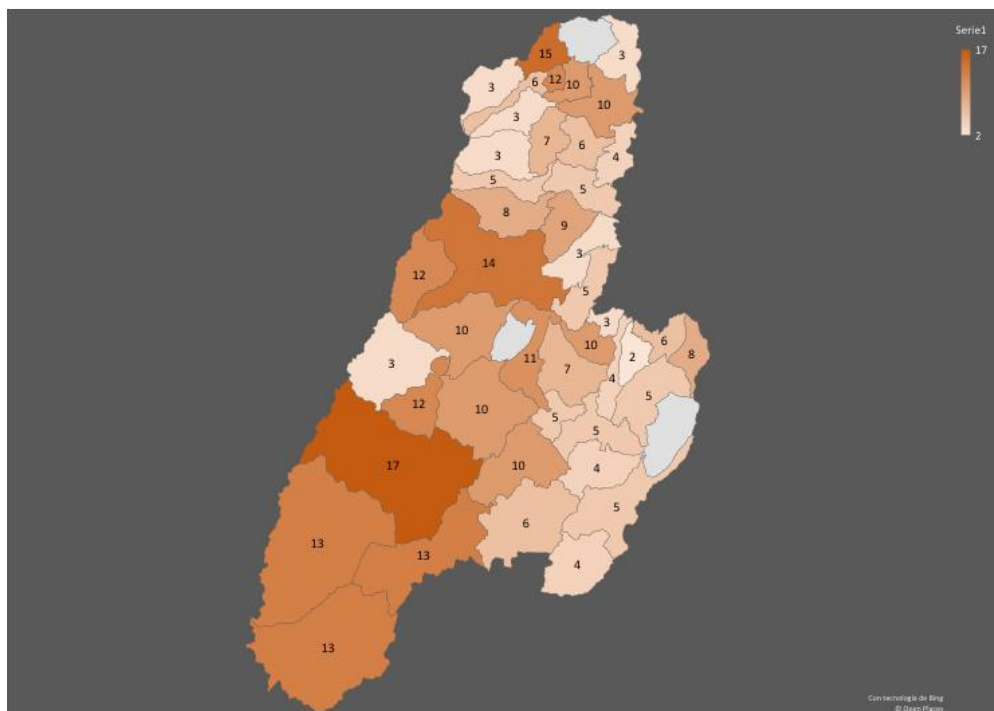
Como se observa en el mapa y en la tabla de frecuencia, la zona sur del departamento del Tolima es la que cuenta con mayor presencia de acompañamiento técnico para los cultivos evaluados, cabe resaltar que, en los municipios del sur del departamento las cadenas productivas de café y cacao representan una de las principales fuentes de ingresos de los productores, sumado a mayor presencia de instituciones que realizan actividades de asesoramiento agrícola.

Figura 14

Presencia de asesores agrícolas por subregión.

**Figura 15**

Mapa de ubicación de los asesores agrícolas del departamento del Tolima.

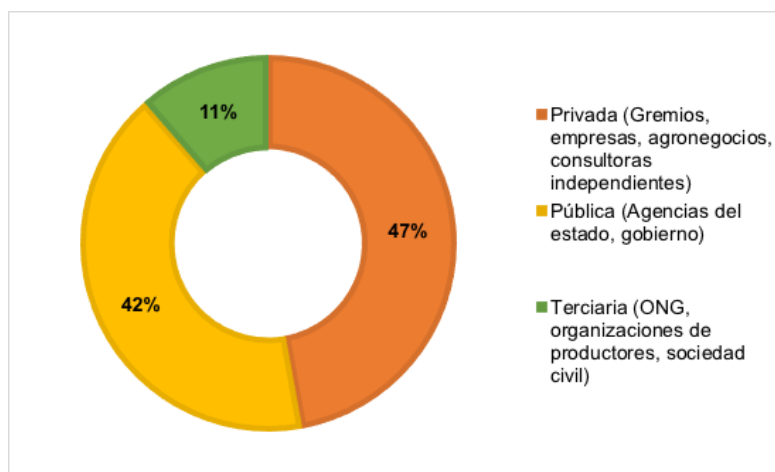


4.2.4.1.3 Variable Tipología de organización

Teniendo en cuenta que el servicio de asesoría agrícola se considera pluralista, en el departamento del Tolima se encontró la participación de 42% (29) organizaciones de tipo público (agencias del estado, gobierno), 47% (33) de tipo privado (gremios, empresas, agronegocios, consultoras independientes) y 11% (8) de naturaleza terciaria (ONG, organizaciones de productores y sociedad civil) (**Figura 16**).

Figura 16

Tipología de organización prestadora del servicio de asesoramiento agrícola.



En cuanto a las cadenas productivas, no se observa que exista una especialización en particular de un tipo de organización para una cadena productiva. De los 70 encuestados, 32 realizan actividades en la cadena productiva de 32 Aguacate, 30 en Cacao y 30 en Café (**Tabla 11**).

Tabla 11

Tipo de organización por cadena productiva.

Cadena productiva	Tipo de organización			Total
	Pública	Privada	Terciaria	
Aguacate	12	14	6	32
Cacao	13	11	6	30
Café	12	11	7	30

4.2.5 Dinámica de las capacidades potenciales de absorción por tipo de organización y cadena productiva

Para analizar la dinámica de las PACAP se estableció el porcentaje de respuesta por escala de Likert diferenciando por tipo de organización y cadena productiva evaluada. Este ejercicio se realizó para los componentes de intensidad y dirección de la capacidad de adquisición y para la capacidad de asimilación.

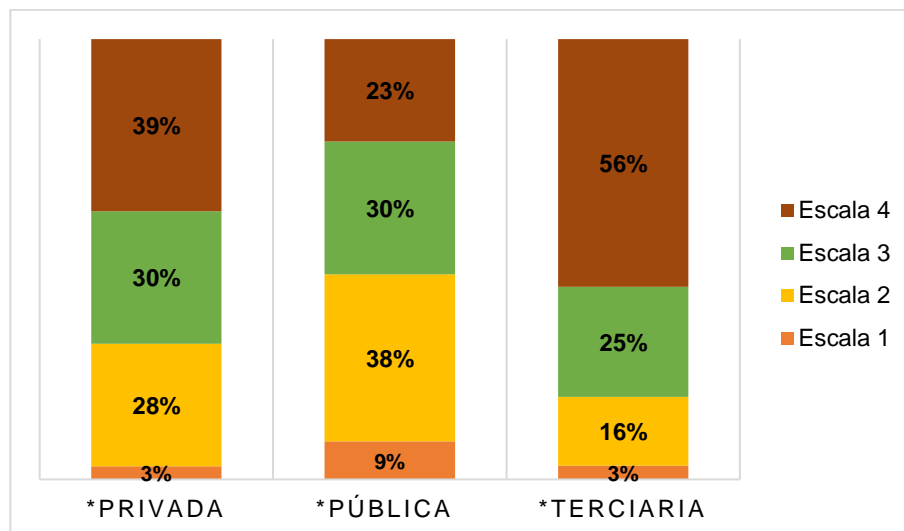
4.2.5.1 Por tipo de Organización

Con el propósito de encontrar diferencia o relación entre las PACAP y el tipo de organización, se analizaron los datos para cada una de las variables en relación con los componentes de adquisición y asimilación.

Como se mencionó en la sección 4.1.3.1, el componente de adquisición se divide en dos: intensidad o velocidad (**Figura 17**) y dirección (**Figura 18**). A continuación, se muestran los resultados para cada uno de ellos.

Figura 17

Dinámica del componente de intensidad para la adquisición de conocimiento por tipo de organización.

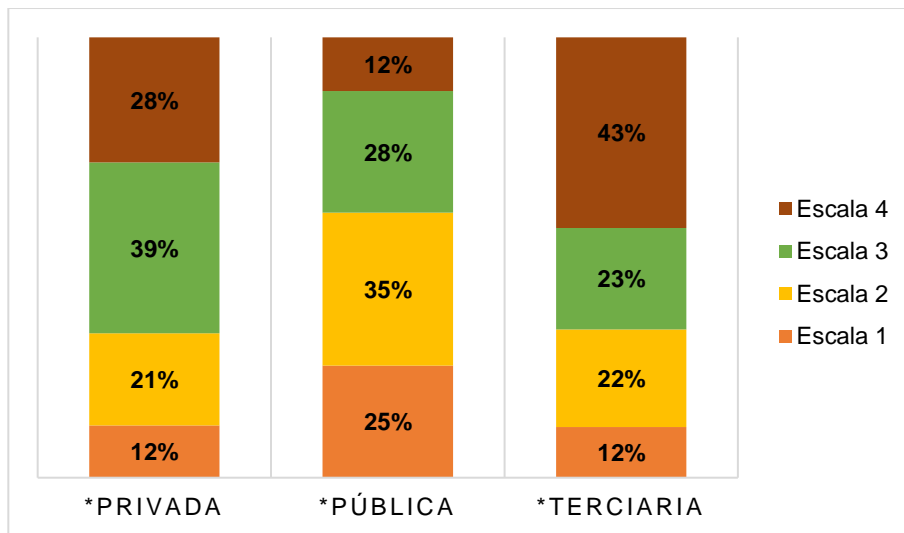


El 39% de los encuestados de las organizaciones privadas y el 56% de las organizaciones de tipo terciario ubicaron sus respuestas en la escala de Likert 4, considerando que la información es accesible y se encuentra disponible para el desarrollo de sus actividades de asesoramiento

agrícola. El 38% de los encuestados de las organizaciones públicas ubicaron sus respuestas en la escala de Likert 2, considerando que la información es limitada y no es acorde a las necesidades del sector.

Figura 18

Dinámica del componente de dirección para la adquisición de conocimiento por tipo de organización.



El 43% de las personas de las organizaciones de tipo terciario, ubicaron sus respuestas en la escala de Likert 4, considerando que conoce, utiliza e interactúa en los diferentes espacios de formación y medios internos y externos para adquirir nuevo conocimiento.

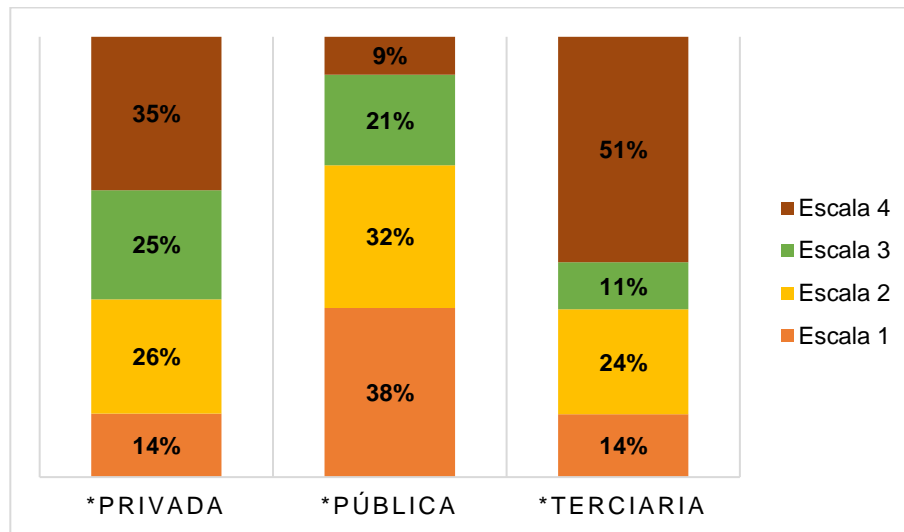
El 39% de los encuestados de las organizaciones privadas ubicaron sus respuestas en la escala de Likert 3, considerando que conocen y utilizan los diferentes espacios de formación internos de la organización.

El 35% de los encuestados de las organizaciones públicas ubicaron sus respuestas en la escala de Likert 2, considerando que conocen los diferentes espacios de formación, pero no hacen uso de ellos.

En cuanto al componente de asimilación, se analizaron las respuestas de las organizaciones para cada escala como se muestra en la **Figura 19**.

Figura 19

Dinámica de la capacidad de asimilación por tipo de organización.



El 35% de los encuestados de las organizaciones privadas y el 51% de las personas de las organizaciones de tipo terciario ubicaron sus respuestas en la escala de Likert 4, considerando que incluye de manera sistemática la información en sus actividades de asesoramiento agrícola.

El 38% de los encuestados de las organizaciones públicas ubicaron sus respuestas en la escala de Likert 1, considerando que no cuentan con un proceso sistemático y diferenciado para integrar nuevos conocimientos en su labor.

4.2.5.2 Por cadena productiva

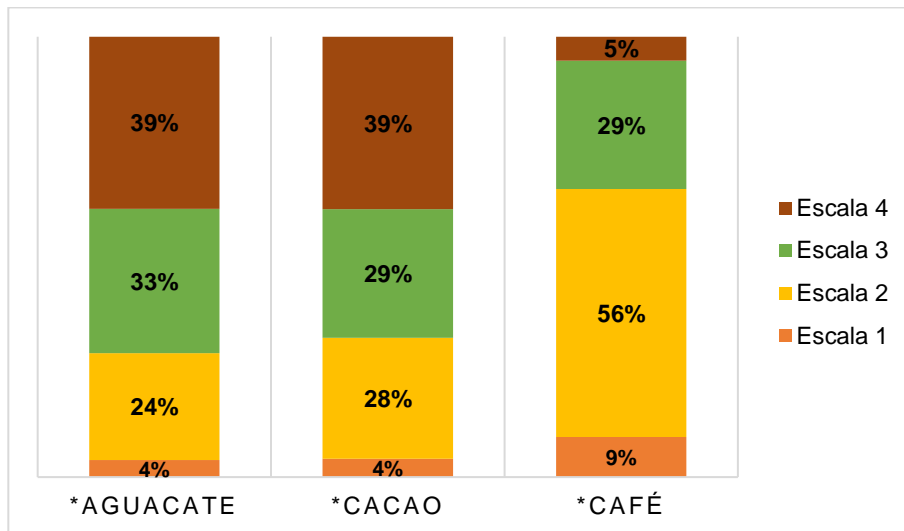
A continuación, se muestran los resultados correspondientes a la dinámica de los componentes de adquisición y asimilación de la PACAP para el desarrollo de actividades de asesoramiento agrícola por cadena productiva, observando que, las respuestas entre las diferentes escalas de medición se distribuyeron en su mayoría de manera equitativa entre los encuestados para cada cadena y componente, sin encontrar una diferencia notoria entre estas. Este resultado puede indicar que, al tener un bajo nivel de especialización por cadena, no se evidencia una diferencia o especificidad al interior de las organizaciones de asesoramiento agrícola.

La **Figura 20** y **Figura 21** corresponden al componente de adquisición en cuanto a la intensidad para reconocer conocimiento y direccionarlo y la **Figura 22** al componente de asimilación relacionado con la capacidad de analizar, procesar e interpretar la información

obtenida por fuentes externas, diferenciando en cada componente la dinámica de las tres cadenas productivas (aguacate, cacao y café).

Figura 20

Dinámica del componente de intensidad para la adquisición de conocimiento por tipo de cadena productiva.



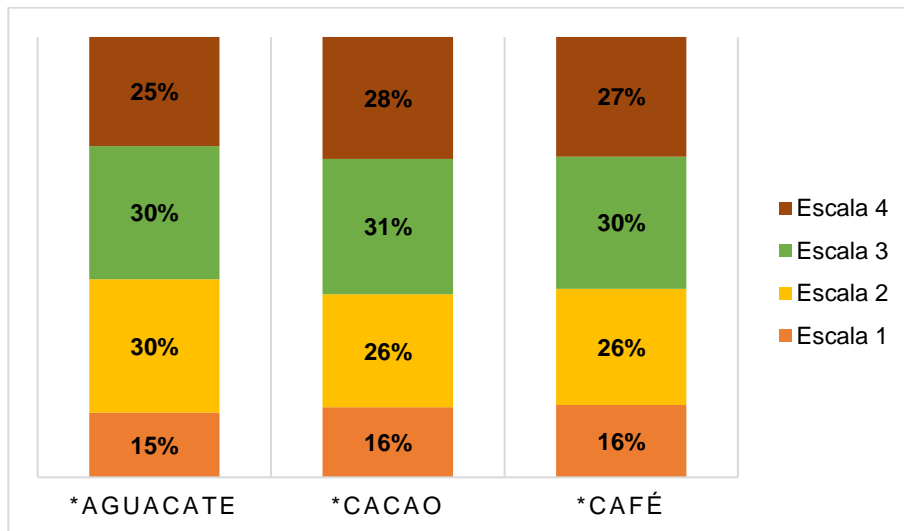
El 39% de los encuestados de las cadenas de aguacate y cacao ubicaron sus respuestas en la escala de Likert 4, considerando que en sus actividades de asesoramiento se incluye de manera sistemática la información disponible y la oferta de formación es pertinente y acorde a las necesidades del sector.

El 33% de los encuestados de la cadena de aguacate y el 29% de la cadena de cacao ubicaron sus respuestas en la escala de Likert 3, considerando que tienen acceso a la información generada para las actividades de asesoramiento agrícola y la organización a la que pertenece identifica las necesidades de formación para su respectiva actualización.

El 56% de las respuestas de los encuestados de café se ubicaron en la escala de Likert 2, considerando que el desarrollo de las actividades de formación depende de los recursos de financiación, por tanto, la oferta de formación es limitada.

Figura 21

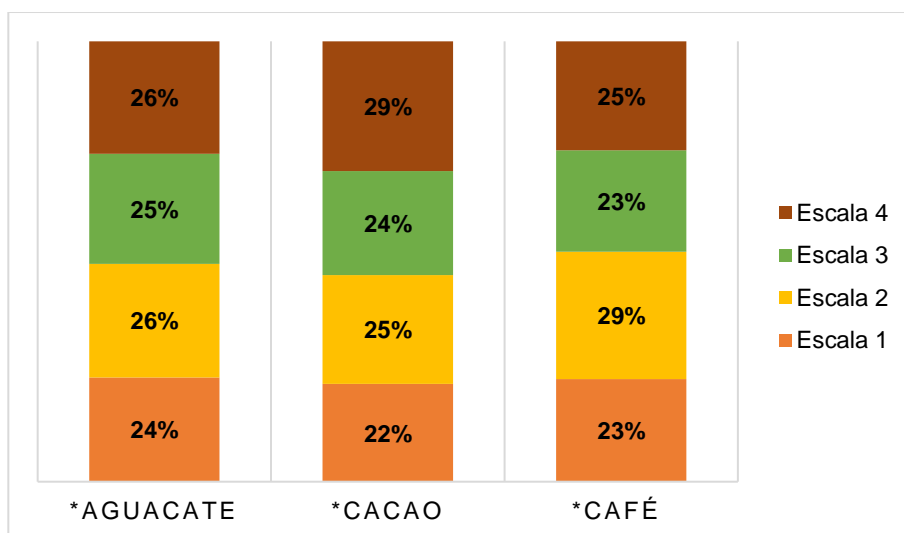
Dinámica del componente de dirección para la adquisición de conocimiento por cadena productiva.



El 30% y 31% de los encuestados de las cadenas productivas ubicaron sus respuestas en la escala de Likert 3, considerando que eventualmente interactúan con plataformas, redes de trabajo y redes sociales para acceder a la información e intercambiar conocimiento para el desarrollo de las actividades de asesoramiento agrícola.

Figura 22

Dinámica de la capacidad de asimilación por cadena productiva.



Se observa que las respuestas en cuanto a los diferentes niveles (escalas de Likert) evaluados tuvo una distribución equitativa entre ellas (25% aproximadamente cada una), lo cual indica que la percepción de los profesionales en cuanto a las rutinas y procesos de la organización para analizar, procesar e interpretar la información obtenida a partir de fuentes externas es variable, pudiendo responder a la dependencia de las rutinas individuales que realizan para asimilar el conocimiento.

4.2.6 Análisis de frecuencia para la verificación de los supuestos planteadas en el instrumento

Para comprender mejor el comportamiento de las dinámicas de las PACAP se realizó un análisis de frecuencia simple absoluta para verificar supuestos planteados para los componentes de intensidad y dirección de la capacidad de adquisición y el componente de comprensión para la capacidad de asimilación, de igual manera, se plantearon supuestos relacionados con la hipótesis de la tesis doctoral.

4.2.6.1 Verificación de supuestos del instrumento

En relación con el instrumento se plantearon 4 supuestos para que de manera general con base en las respuestas de los entrevistados permita tener una visión del comportamiento de los asesores agrícolas en respuesta a la generación de PACAP con respecto a las dinámicas de interacción en la intermediación y la emergencia de patrones en un SIA (**Tabla 12**).

Tabla 12

Supuestos planteados para el instrumento en relación con las capacidades potenciales de absorción en el asesoramiento agrícola.

Supuesto 1 (S1)	Las dinámicas de interacción en la asesoría agrícola como intermediario y facilitador de información y conocimiento en un SIA no son claras para definir patrones de comportamiento y su relación con las PACAP.
Condición	La mayoría de las respuestas pertenecen al grupo 1
Supuesto 2 (S2)	Existe información sobre las dinámicas de interacción en la asesoría agrícola como intermediario y facilitador de información y conocimiento en un SIA, sin embargo, los patrones identificados no son suficientes para identificar su relación con las necesidades emergentes del sector y la incidencia en las PACAP.
Condición	Respuestas entre valores de 1 y 2
Supuesto 3 (S3)	La información existente sobre las dinámicas de interacción en la asesoría agrícola como intermediario y facilitador de información y conocimiento en un SIA permite identificar algunos

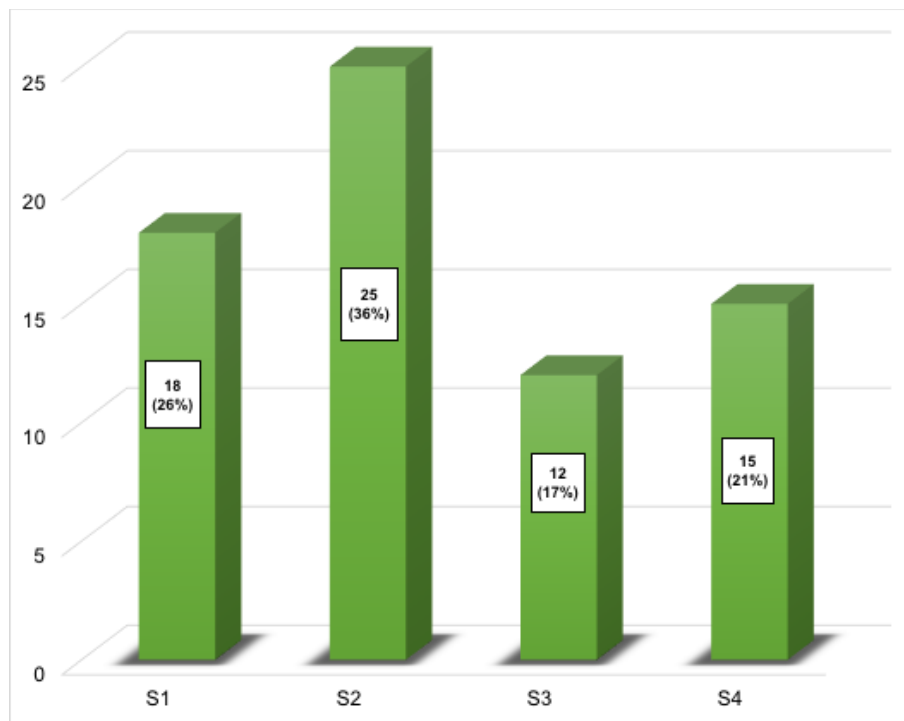
patrones relacionados con las necesidades emergentes del sector para definir parcialmente su relación con las PACAP.

Condición	Respuestas entre valores de 2 y 3
Supuesto 4 (S4)	El conocimiento sobre las dinámicas de interacción en la asesoría agrícola como intermediario y facilitador de información y conocimiento en un SIA es suficiente para identificar aquellos patrones que surgen relacionados con las necesidades emergentes del sector y su incidencia en las PACAP.
Condición	Respuestas entre valores de 3 y 4

A partir del cálculo de la frecuencia simple absoluta se espera tener información de la cantidad de veces que se repite las respuestas de los asesores agrícolas en los intervalos planteados como condiciones para verificar los supuestos del instrumento en relación con la hipótesis de la tesis doctoral. El comportamiento de esta frecuencia se observa en la **Figura 23**.

Figura 23

Frecuencia simple de respuestas para los supuestos planteados en el instrumento.



Según estos resultados de análisis general del instrumento, se podría decir que, el comportamiento del 36% de los encuestados indica que existe conocimiento sobre las dinámicas de interacción en la asesoría agrícola como intermediario y facilitador de información y conocimiento en un SIA, sin embargo, los patrones identificados no son suficientes para identificar

su relación con las necesidades emergentes del sector y la incidencia en las PACAP, por otra parte, la posición del 26% señala que las dinámicas de interacción en la asesoría agrícola como intermediario y facilitador de información y conocimiento en un SIA no son claras para definir patrones de comportamiento y su relación con las PACAP.

4.2.6.2 Verificación supuestos capacidad de adquisición

La capacidad de adquisición de la firma se ve determinada por la intensidad y velocidad para identificar y recolectar conocimiento externo como primer paso en la generación de PACAP. Sin embargo, en este proceso la organización debe generar ciclos de aprendizaje fácilmente adaptables a las condiciones del contexto interno organizacional (Zahra & George, 2002).

La dirección de las actividades para acumular conocimiento en la organización se relaciona con las vías o mecanismos que la firma sigue para obtener conocimiento externo en respuesta a las demandas del mercado. Para esto se requiere que existan áreas especializadas dentro de la firma para generar las estrategias necesarias para importar dicho conocimiento de manera exitosa (Zahra & George, 2002).

En la **Tabla 13** se relacionan los supuestos planteados para la capacidad de adquisición, componentes de intensidad – velocidad y la dirección. El análisis del componente de dirección en el proceso de adquisición de conocimiento se dividió en dos partes; la primera en relación con el uso, interacción y medios para adquirir nuevo conocimiento y la segunda parte el nivel de conocimiento e interacción entre organizaciones prestadoras del servicio y entidades de investigación.

Tabla 13

Supuestos planteados en relación con la capacidad de adquisición.

Componente Supuestos	Intensidad	Dirección
Supuesto 1 (S1)	No tiene conocimiento sobre la oferta de formación, disponibilidad de información y su relación con las necesidades del sector.	No tiene conocimiento e interés de trabajar de manera articulada con las demás organizaciones de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria de la zona de influencia
Condición	La mayoría de las respuestas pertenecen al grupo 1	

Supuesto 2 (S2)	La información requerida para la toma de decisiones y desarrollo de las actividades de asesoría agrícola es limitada y no es acorde a las necesidades del sector	Conoce los diferentes espacios de formación y medios de adquisición de conocimiento externo a la organización	Tienen conocimiento de al menos una de las organizaciones de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria presentes en la zona de influencia. Con algunas de ellas se ha realizado trabajo anterior para el desarrollo de actividades, pero este no se encuentra vigente.
Condición	Respuestas entre valores de 1 y 2		
Supuesto 3 (S3)	La información requerida para la toma de decisiones y desarrollo de las actividades de asesoría agrícola esta disponible en la organización respondiendo a las necesidades identificadas en el sector	Conoce y utiliza los diferentes espacios de formación y medios de adquisición de conocimiento como parte de la organización	Tienen conocimiento de al menos dos organizaciones de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria presentes en la zona de influencia, con las cuales interactúa regularmente y desarrolla trabajo en conjunto para la prestación del servicio
Condición	Respuestas entre valores de 2 y 3		
Supuesto 4 (S4)	La información requerida para la toma de decisiones y desarrollo de las actividades de asesoría agrícola se encuentra disponible y es generada por las diferentes entidades del sector agropecuario respondiendo de manera articulada a las necesidades identificadas en el sector	Conoce, utiliza e interactúa en los diferentes espacios de formación y medios de adquisición de conocimiento particular y de la organización.	Conoce las organizaciones de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria presentes en la zona de influencia, con las cuales interactúa con bastante frecuencia y trabaja articuladamente en el desarrollo de proyectos de investigación y la prestación del servicio
Condición	Respuestas entre valores de 3 y 4		

En la **Tabla 14** se consolidan las respuestas del cálculo de la frecuencia simple absoluta para la capacidad de adquisición, dividida en tres componentes; disponibilidad y pertinencia de la información (intensidad), nivel de conocimiento y uso de espacios para adquirir conocimiento e interacción entre organizaciones para adquirir conocimiento (dirección). La sumatoria de cada

una de las frecuencias por componente nos da el número total de la muestra analizada. La **Figura 24** presenta la comparación de las respuestas obtenidas agrupada por supuestos para su posterior análisis.

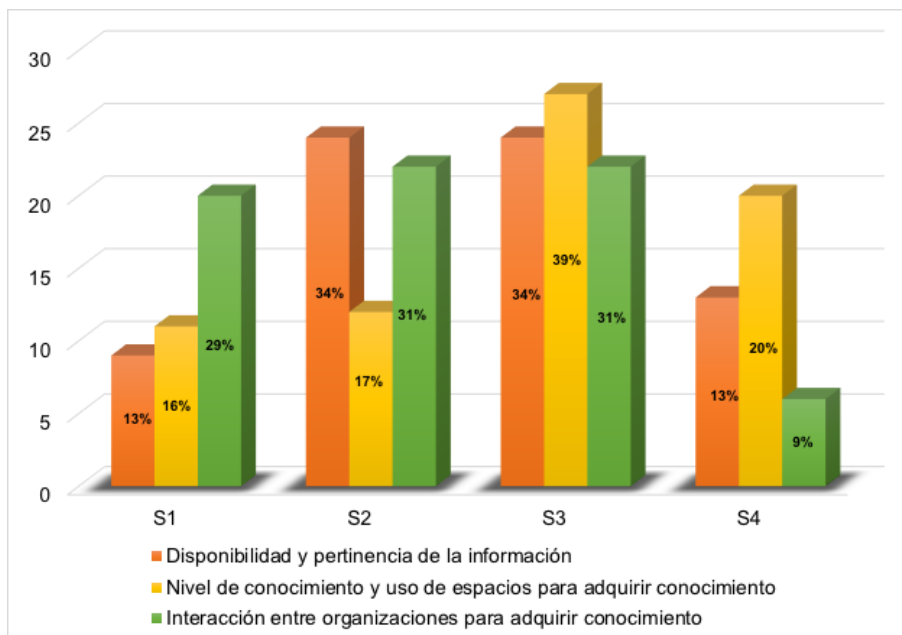
Tabla 14

Frecuencia simple absoluta para la verificación de los supuestos para la capacidad de adquisición.

Supuestos	Disponibilidad y pertinencia de la información		Nivel de conocimiento y uso de espacios para adquirir conocimiento		Interacción entre organizaciones para adquirir conocimiento	
	Frecuencia	Porcentaje (%)	Frecuencia	Porcentaje (%)	Frecuencia	Porcentaje (%)
S1	9	13	11	16	20	29
S2	24	34	12	17	22	31
S3	24	34	27	39	22	31
S4	13	19	20	28	6	9
Total	70	100	70	100	70	100

Figura 24

Frecuencia de respuestas para supuestos planteados para la capacidad de adquisición.



Con relación a la capacidad de adquisición, se observa que, con un nivel de frecuencia del 31 al 39%, a nivel organizacional los asesores consideran que, se cuenta con la información, los espacios de formación y los medios requeridos para responder a las necesidades del sector e interactúa para su labor de manera regular con algunas organizaciones prestadoras del servicio.

En menor proporción (del 9 al 20%) consideran que tanto al interior de la organización como los aliados externos generan información para el desarrollo de actividades de asesoría, así como, participan en espacios de formación internos y externos y se articulan constantemente con los demás agentes para desarrollar actividades de I+D y asesoría agrícola.

4.2.6.3 Verificación supuestos capacidad asimilación

La capacidad de asimilación se refiere a las rutinas y procesos que permiten analizar, procesar, interpretar y entender la información obtenida de fuentes externas al interior de la organización. La comprensión es especialmente difícil cuando el valor del conocimiento depende de la existencia de activos complementarios que podrían no estar disponibles para la organización. Sin embargo, la comprensión promueve la asimilación de conocimiento que permite a la firma procesar e internalizar conocimiento externo (Zahra & George, 2002).

Los supuestos planteados para este componente se relacionan con los métodos y metodologías para incluir nuevo conocimiento en las actividades de asesoramiento agrícola promovidos por la organización (**Tabla 15**).

Tabla 15

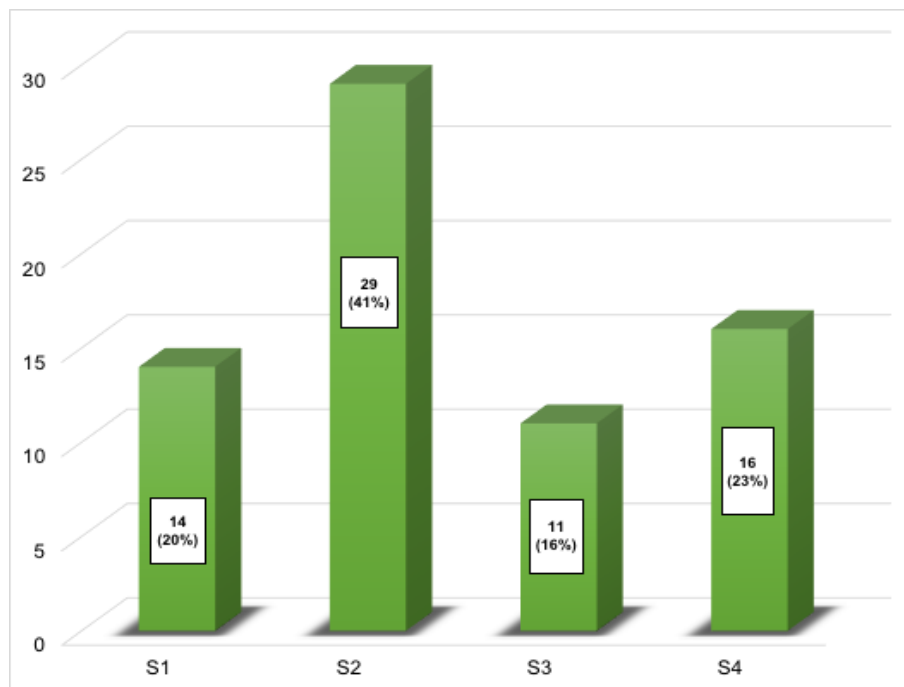
Supuestos planteados para el instrumento en relación con la capacidad de asimilación de nuevo conocimiento.

Supuesto 1 (S1)	No cuenta con un proceso diferenciado y sistemático que permita integrar el conocimiento en las actividades de asesoría agrícola.
Condición	La mayoría de las respuestas pertenecen al grupo 1
Supuesto 2 (S2)	Reconoce la información disponible (nuevo conocimiento) para el desarrollo de las actividades de asesoría agrícola, pero no implementa ninguna estrategia en sus actividades y toma de decisiones.
Condición	Respuestas entre valores de 1 y 2
Supuesto 3 (S3)	Reconoce y utiliza algunas metodologías para la inclusión de nuevos conocimientos en sus actividades de asesoría agrícola
Condición	Respuestas entre valores de 2 y 3
Supuesto 4 (S4)	Incluye de manera sistemática la información (nuevo conocimiento) disponible en sus actividades de asesoría agrícola con base en las necesidades del sector.
Condición	Respuestas entre valores de 3 y 4

Como se presentó previamente, se calculó la frecuencia simple absoluta para tener información sobre el comportamiento de las respuestas en relación con los intervalos planteados como condiciones para verificar los supuestos de la capacidad de asimilación. El comportamiento de esta frecuencia se observa en la **Figura 25**.

Figura 25

Frecuencia de respuestas para supuestos planteados para medir la capacidad de asimilación de nuevo conocimiento.



Según la frecuencia de respuesta de los encuestados, el 41% (29) ubicó sus respuestas entre las escalas de Likert 1 y 2, seguido por el 23% (16) con la mayoría de las respuestas en las escalas 3 y 4, 20% (14) con la mayoría de las respuestas en la escala 1 y 16% (11) con la mayoría de las respuestas entre las escalas 1 y 2.

Según estos resultados, se podría decir que gran parte de los encuestados, reconocen la información disponible (nuevo conocimiento) para el desarrollo de las actividades de asesoría agrícola, pero no implementa ninguna estrategia en sus actividades y toma de decisiones.

4.2.7 Pruebas no paramétricas para el análisis de los datos

Debido a que los datos no responden a una distribución normal, se aplica la prueba no paramétrica de chi-cuadrado y se calcula el coeficiente de correlación por rangos ordenados de

Spearman para las variables analizadas. Las pruebas no paramétricas parten de supuestos sobre la forma o los parámetros de la distribución de la población subyacente, encargándose de analizar datos que no tienen una distribución particular y no están organizados de forma normal, considerándose una metodología de prueba de hipótesis (Mayorga-Ponce et al., 2022; Ñaupás et al., 2018).

4.2.7.1 Prueba de chi-cuadrado

Con el propósito de evaluar la hipótesis de relación entre dos variables categóricas se aplicó la prueba de chi – cuadrado utilizando el software SPSS.

4.2.7.1.1 Chi-cuadrado variables tipo de organización y nivel PACAP

Como punto de partida para el análisis, se generó una variable categórica en relación con el nivel de PACAP, tomando de base los valores de la media y desviación estándar de las encuestas realizadas (**Tabla 16**).

Tabla 16

Estadísticos descriptivos medición PACAP.

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
PACAP Sumatoria	41	114	75,63	19,61

La variable categórica se construyó utilizando un factor de ajuste del 68,2% de la desviación estándar con relación a la media de los datos. Este factor de ajuste busca que los intervalos definidos se ajusten a una distribución normal, considerando que en una distribución normal el 68,2% de los datos ordenados se encontrarán en el intervalo de $1+\sigma$ y $1-\sigma$ (**Tabla 17**).

Tabla 17

Valores estimados para niveles de PACAP.

	Bajo	Medio	Alto
Nivel PACAP	62	89	114

Utilizando tablas cruzadas o tablas de contingencia (**Tabla 18**) se aplicó la prueba de chi-cuadrado (**Tabla 19**) para probar la hipótesis de relación entre la variable tipo de organización (pública, privada y terciaria) y el nivel de PACAP (bajo, medio y alto), postulando la siguiente hipótesis:

H₀: El nivel de PACAP es independiente del tipo de organización

H₁: El nivel de PACAP es dependiente del tipo de organización.

Considerando un nivel de significancia de 0,05, si $p < 0,05$ se rechaza **H₀** y si $p > 0,05$ se acepta **H₀**.

Tabla 18

Tabla cruzada variable tipo de organización vs Nivel PACAP.

Tipo de organización	Nivel PACAP			Total
	Bajo	Medio	Alto	
Pública	14	15	0	29
Privada	6	13	14	33
Terciaria	1	3	4	8
Total	21	31	18	70

Tabla 19

Prueba de chi-cuadrado variable tipo de organización vs Nivel PACAP.

	Valor	gl	Significancia asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de pearson	19,081 ^a	4	<,001
Razón de verosimilitud	25,516	4	<,001
Asociación lineal por lineal	14,988	1	<,001
N de casos válidos	70		

a. 3 casillas (33,3%) han esperado un recuento menor de 5. El recuento mínimo esperado es de 2,06

Considerando un nivel de significancia α de 0,05, para los resultados obtenidos del chi-cuadrado de pearson de 19,081 con significancia $< 0,001$ y la razón de verosimilitud de 25,516 con significancia $< 0,001$ se acepta la **H₁** indicando que el nivel de PACAP es dependiente del tipo de organización, existiendo una asociación estadísticamente significativa entre las variables.

4.2.7.1.2 Chi-cuadrado variables experiencia, nivel de formación y nivel PACAP

Tomando de base los datos obtenidos en la **Tabla 18** y **Tabla 19** se aplicó el mismo procedimiento citado anteriormente para probar la relación entre las variables categóricas de:

- Experiencia: Entre 3 y 5 años, entre 6 y 10 años, entre 11 y 15 años, entre 16 y 20 años y mayor a 20 años.
- Nivel de formación: Bachiller, técnico, tecnólogo, profesional, especialista y magíster.
- Nivel PACAP: Bajo, medio, alto.

Hipótesis variable Experiencia – Nivel PACAP

H₀: El nivel de PACAP es independiente de la experiencia

H₁: El nivel de PACAP es dependiente de la experiencia

Hipótesis Variable Nivel de Formación – Nivel PACAP

H₀: El nivel de PACAP es independiente del nivel de formación.

H₁: El nivel de PACAP es dependiente del nivel de formación.

Considerando un nivel de significancia de 0,05, si $p < 0,05$ se rechaza **H₀** y si $p > 0,05$ se acepta **H₀**. La **Tabla 20** y **Tabla 21** muestran los resultados de la tabla cruzada y prueba de chi-cuadrado para la variable experiencia vs nivel de PACAP.

Tabla 20

Tabla cruzada variable Experiencia vs Nivel PACAP.

Experiencia	Nivel PACAP			Total
	Bajo	Medio	Alto	
Entre 3 – 5 años	8	10	7	25
Entre 6 – 10 años	6	7	2	15
Entre 11 - 15 años	2	5	6	13
Entre 16 – 20 años	0	3	1	4
Mayor a 20 años	5	6	2	13
Total	21	31	18	70

Tabla 21*Prueba de chi-cuadrado variable Experiencia vs Nivel PACAP.*

	Valor	gl	Significancia asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de pearson	7,651 ^a	8	0,468
Razón de verosimilitud	8,716	8	0,367
Asociación lineal por lineal	0,003	1	0,957
N de casos válidos	70		

a. casillas (60%) han esperado un recuento menor de 5. El recuento mínimo esperado es de 1,03

Los valores de significancia obtenidos para chi-cuadrado de pearson de 0,468 y para la razón de verosimilitud de 0,367, son mayores a 0.05, aceptando la H_0 indicando que el nivel de PACAP es independiente de la experiencia, ya que no hay evidencia suficiente para concluir que las variables están asociadas

La **Tabla 22** y **Tabla 23** muestran los resultados de la tabla cruzada y prueba de chi-cuadrado para la variable nivel de formación vs nivel de PACAP.

Tabla 22*Tabla cruzada nivel de formación vs Nivel PACAP.*

Nivel de formación	Nivel PACAP			Total
	Bajo	Medio	Alto	
Bachiller	0	0	1	1
Técnico	1	0	2	3
Tecnólogo	3	6	4	13
Profesional	12	15	7	34
Especialista	5	8	3	16
Magíster	0	2	1	3
Total	21	31	18	70

Tabla 23*Prueba de chi-cuadrado variable formación vs nivel PACAP.*

	Valor	gl	Significancia asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de pearson	8,933 ^a	10	0,538
Razón de verosimilitud	10,379	10	0,408
Asociación lineal por lineal	1,031	1	0,310
N de casos válidos	70		

a. 13 casillas (72,2%) han esperado un recuento menor de 5. El recuento mínimo esperado es de 0,26

Los valores de significancia obtenidos para chi-cuadrado de pearson de 0,538 y para la razón de verosimilitud de 0,408, son mayores a 0.05, aceptando la H_0 indicando que el nivel de PACAP es independiente del nivel de formación, ya que no hay evidencia suficiente para concluir que las variables están asociadas

4.2.7.1.3 Chi-cuadrado variables tipo de cadena productiva y nivel PACAP

Al igual que el cálculo anterior, se generó una variable categórica en relación con el nivel de PACAP tomando de base los valores de la media y desviación estándar de la medición de las PACAP para las 92 respuestas relacionadas con las cadenas productivas de Aguacate, Cacao y Café (**Tabla 24**).

Tabla 24

Estadísticos descriptivos medición PACAP para las cadenas productivas.

	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
PACAP Sumatoria	41	114	77,34	19,54

De igual manera, se consideraron tres niveles de PACAP; bajo, medio y alto. Para su cálculo se utilizó el mismo factor de ajuste mencionado anteriormente del 68,2% de la desviación estándar con relación a la media queriendo simplificar los resultados a partir de esta clasificación (**Tabla 25**).

Tabla 25

Valores estimados para niveles de PACAP para las cadenas productivas.

	Bajo	Medio	Alto
Nivel PACAP	64	91	114

Utilizando tablas cruzadas o tablas de contingencia (**Tabla 26**) se aplicó la prueba de chi-cuadrado (**Tabla 27**) para probar la hipótesis de relación entre la variable cadena productiva (Aguacate, Cacao y Café) y el nivel de PACAP (bajo, medio y alto), postulando la siguiente hipótesis:

H₀: El nivel de PACAP es independiente de la cadena productiva.

H₁: El nivel de PACAP es dependiente de la cadena productiva.

Considerando un nivel de significancia de 0,05, si $p < 0,05$ se rechaza **H₀** y si $p > 0,05$ se acepta **H₀**.

Tabla 26*Tabla cruzada cadena productiva vs Nivel PACAP.*

Cadena productiva	Nivel PACAP			Total
	Bajo	Medio	Alto	
Aguacate	8	16	8	32
Cacao	8	12	10	30
Café	7	15	8	30
Total	23	43	26	92

Tabla 27*Prueba de chi-cuadrado para relación cadena productiva vs nivel PACAP.*

	Valor	gl	Significancia asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de pearson	0,920 ^a	4	0,922
Razón de verosimilitud	0,922	4	0,921
Asociación lineal por lineal	0,034	1	0,854
N de casos válidos	92		

a. 0 casillas (0%) han esperado un recuento menor de 5. El recuento mínimo esperado es de 7,50

Los valores de significancia obtenidos para chi-cuadrado de pearson de 0,922 y para la razón de verosimilitud de 0,921, son mayores a 0.05, aceptando la H_0 indicando que el nivel de PACAP es independiente de la cadena productiva, ya que no hay evidencia suficiente para concluir que las variables están asociadas.

4.2.7.1.4 Coeficiente de correlación por rangos ordenados de Spearman para las variables analizadas

Complemento a la prueba de chi-cuadrado, se calculó el coeficiente de correlación de Spearman para medir la asociación entre los órdenes de los rangos definidos para las variables categóricas de: tipo de organización, experiencia, nivel de formación y cadena productiva en relación con el nivel de PACAP (**Tabla 28**).

Para el análisis se plantean las siguientes hipótesis de correlación

- Variable Tipo de organización – Nivel PACAP

H₀: No existe correlación entre la variable tipo de organización y el nivel de PACAP.

H₁: Existe correlación entre la variable tipo de organización y el nivel de PACAP.

- Variable Experiencia – Nivel PACAP

H₀: No existe correlación entre la variable experiencia y el nivel de PACAP.

H₁: Existe correlación entre la variable experiencia y el nivel de PACAP.

- Variable Nivel de Formación – Nivel PACAP

H₀: No existe correlación entre la variable nivel de formación y el nivel de PACAP.

H₁: Existe correlación entre la variable nivel de formación y el nivel de PACAP.

- Variable Cadena Productiva – Nivel PACAP

H₀: No existe correlación entre la variable cadena productiva y el nivel de PACAP.

H₁: Existe correlación entre la variable cadena productiva y el nivel de PACAP.

Tabla 28

Coefficientes de correlación de Spearman para las variables analizadas.

Coeficientes	Tipo de organización	de Experiencia	Nivel de formación	Cadena productiva
Coeficiente de correlación <i>rho</i>	0,482	0,014	-0,095	0,020
Significancia (bilateral)	<0,001**	0,908	0,432	0,852

**La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)

Teniendo un nivel de significancia de α 0,05, para los valores de p (significancia bilateral) <0,5 se rechaza la H₀ y para los p > 0,05 se acepta H₀. En relación, los resultados obtenidos en la tabla 33 indican que solamente la variable tipo de organización tiene una correlación con el nivel de PACAP (p<0,001) aceptando H₁, sin embargo, el valor de *rho*= 0,482 indica un bajo nivel de correlación entre las variables. Las demás variables evaluadas muestran un nivel de significancia > 0,05 aceptando H₀ indicando que no existe correlación entre las variables experiencia, nivel de formación, cadena productiva y el nivel PACAP.

4.2.8 Identificación de las dinámicas de interacción y de las capacidades de absorción en el asesoramiento agrícola

Realizado el ejercicio de aplicación de encuestas para la caracterización de los procesos de asesoría agrícola, se identificaron las organizaciones de mayor representatividad a nivel

departamental y nacional en temas de asesoramiento agrícola para las cadenas productivas de Café, Cacao y Aguacate para reconocer las dinámicas de interacción y las PACAP.

En total se realizaron 15 entrevistas semiestructuradas a profesionales de 9 instituciones (**Tabla 29**). La selección de las personas a entrevistar se basó en el perfil y relación con las actividades de asesoramiento agrícola, tanto las encargadas de realizar actividades de fortalecimiento de capacidades a asesores agrícolas, como las entidades que desarrollan el acompañamiento técnico a productores de las cadenas productivas priorizadas.

Tabla 29
Relación actores entrevistados.

Entidad	Rol	Nombre	Cargo y/o dependencia
Agencia de desarrollo rural ADR	Generar capacidades para la gestión del desarrollo rural	Manuel Mazorra	Dirección de asistencia técnica
		Claudia Patricia Uribe	Dirección de planeación institucional
AGROSAVIA	Soporte al subsistema de Extensión Agropecuaria	María Fernanda Garrido	Dirección de vinculación
		Sandra Xiomara Pulido	Dirección de vinculación
		Andrés Parra	Jefe Abastecimiento
CARTAMA	Comercialización – Exportación	Andrés Parra	Jefe Abastecimiento
Nacional de Chocolates	Apoyo, Comercialización, Exportación.	Oscar Darío Hincapié	Analista de compras y fomento Agrícola
FEDECACAO	Gremio Cacaotero	Freddy Quiñonez	Coordinador Unidad técnica territorial Chaparral Tolima
		Paula Alejandra Arenas	Gestor de investigación Coordinador técnico Plan
		Nini Yohana Arango	Nacional de fomento Hortofrutícola
ASOHOFrucol	Gremio Hortofrutícola	César Antonio Jaramillo	Coordinador técnico Tolima
Federación Nacional de Cafeteros	Gremio Cafetero	Hernando Duque	Gerente técnico
		Álvaro Gaitán	Directo CENICAFÉ
		Carlos Mario Jaramillo	Líder Nacional programa Extensión
SENA	Formación de capacidades Extensión	Martha Viviana Cediél	Profesional AGROSENA
UNIAGRARIA	Formación de capacidades Extensión	Leonor Hernández	Jefe centro de pensamiento para la extensión

4.2.8.1 Codificación entrevistas

Según el accionar de cada actor, se aplicaron preguntas orientadoras basados en el instrumento para la caracterización del proceso de asesoría agrícola. Realizadas las entrevistas, se procedió con el análisis utilizando el software NVivo versión 12.

Como punto de partida se definieron siete códigos nivel superior: 1) acceso a la información; 2) accionar institucional; 3) articulación, cooperación; 4) contexto, 5) generación de capacidades; 6) recursos financieros y 7) recursos humanos. Con el propósito de ampliar la comprensión de los códigos de nivel superior, se identificaron códigos descendentes para cada uno de ellos (**Tabla 30**).

Tabla 30

Lista de códigos para el análisis de las entrevistas semiestructuradas.

Código	Descripción
1. Acceso a la información	Disponibilidad de información interna y externa para la formación de capacidades en asesores agrícolas.
Difusión resultados externos	Publicación y acceso de resultados para el fortalecimiento de capacidades
Disponibilidad de información	Acceso de información para la generación de capacidades.
Disponibilidad de plataformas	Plataformas disponibles para la consulta de información para el desarrollo de actividades de asesoramiento agrícola.
2. Accionar Institucional	Accionar, enfoque y roles del asesoramiento agrícola
Accionar Institucional	Incluye la trayectoria y experiencia de las instituciones en temas de asesoramiento agrícola.
Enfoque del asesoramiento	Desde la institucionalidad como se concibe el asesoramiento agrícola.
Roles Asesoramiento	Roles que desempeñan los asesores agrícolas desde las diferentes perspectivas e instituciones
3. Articulación Cooperación	Actividades llevadas a cabo en las organizaciones para desarrollar actividades dentro del accionar institucional y la generación de capacidades en los asesores agrícolas.
Interacción con otros actores	Actividades de articulación y cooperación institucional, interacción en diferentes instancias y para diferentes propósitos. El eje central de la articulación es la interacción.
Redes de trabajo	Participación en redes de trabajo, mesas interinstitucionales para el desarrollo de estrategias conjunto para el sector agropecuario.
4. Contexto	Aspectos generales del funcionamiento del asesoramiento agrícola.
Origen de las actividades	Origen de las actividades de prestación del servicio de asesoramiento agrícola.

Situación actual Serv. Asesoramiento	Aspectos que rodean el accionar del servicio de asesoramiento agrícola.
5. Generación de Capacidades	Proceso que lleva a cabo la organización para la generación de capacidades de los asesores agrícolas.
Articulación de procesos de investigación y generación de capacidades	Alineación de la oferta de investigación con los requerimientos de capacidades de los asesores agrícolas.
Espacios de formación y actualización tecnológica	Disponibilidad y generación de espacios a nivel organizacional para generar capacidades.
Identificación necesidades formación	Proceso que se lleva a cabo al interior de la organización para definir las temáticas a fortalecer en los asesores agrícolas.
Investigación para el sector agropecuario	Desarrollo de actividades de I+D para generar conocimiento.
Medio para divulgar la información	Estrategias que implementan las organizaciones para dar a conocer la información disponible resultado de procesos de investigación y de formación.
Metodologías para la Transferencia Conocimiento	Métodos utilizados por las organizaciones para transferir conocimientos al personal, pueden ser resultados de investigación o prácticas implementadas en la organización
Necesidades agropecuarias	Estrategia para la identificación de necesidades del sector agropecuario para el desarrollo de actividades de asesoramiento agrícola.
Necesidades Investigación	Planes, programas, estrategias de las instituciones para generar procesos de investigación en pro de la generación de capacidades en los asesores agrícolas.
Oferta de formación disponible	Oferta de formación disponible por las organizaciones para la generación de capacidades
6. Recursos financieros	Recursos disponibles en las organizaciones para desarrollar actividades de investigación y generación de capacidades en los asesores.
Financiación actividades Investigación	Recursos disponibles para desarrollar actividades de I+D
Financiación generación capacidades	Recursos disponibles para desarrollar actividades para la generación de capacidades en los asesores agrícolas.
7. Recursos humanos	Personal disponible para desarrollar actividades de generación de conocimiento (investigación) y generación de capacidades en los asesores agrícolas.
Personal dedicado a formación capacidades	Disponibilidad de personal para desarrollar programas de formación de capacidades en los asesores agrícolas.
Personal dedicado a la investigación	Disponibilidad de personal dedicado a desarrollar procesos de I+D en las organizaciones

Para identificar las propiedades y dimensiones de los datos (entrevistas), se procedió con el análisis detallado de cada uno de los archivos transcritos y disponibles en formato Word utilizando un proceso de codificación abierta (**Tabla 31**).

Tabla 31

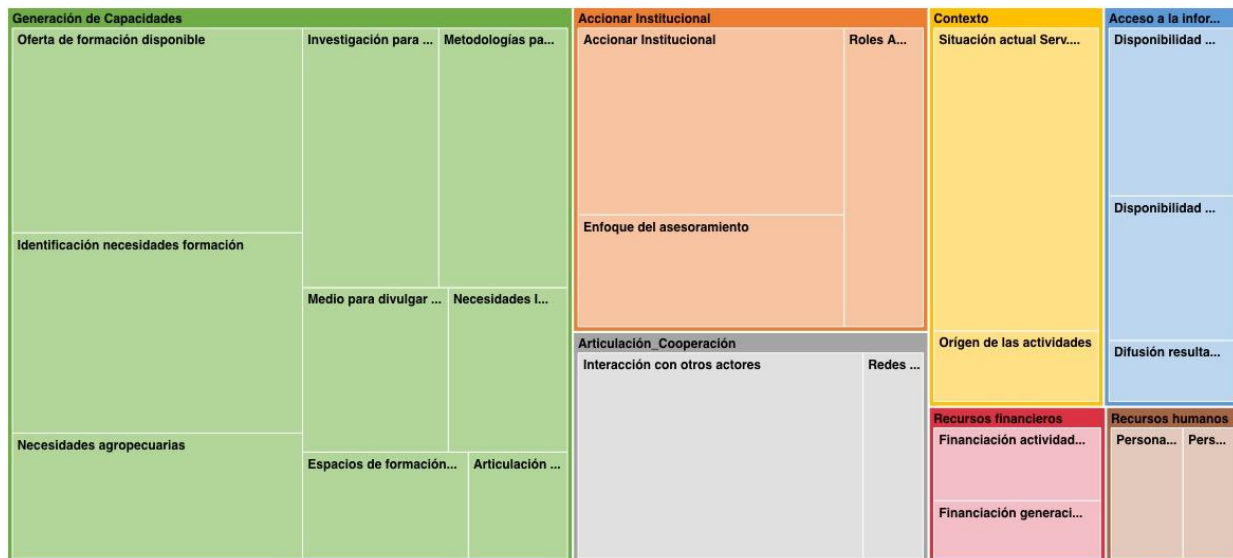
Resultado codificación archivos entrevistas semiestructurada.

Nombre	Archivos	Referencias
Acceso a la información	12	49
Difusión resultados externos	5	8
Disponibilidad de información	11	22
Disponibilidad de plataformas	11	19
Accionar Institucional	13	104
Accionar Institucional	13	50
Enfoque del asesoramiento	6	30
Roles Asesoramiento	8	24
Articulación Cooperación	13	74
Interacción con otros actores	13	61
Redes de trabajo	8	13
Contexto	9	63
Origen de las actividades	4	12
Situación actual Serv. Asesoramiento	9	51
Generación de Capacidades	13	282
Articulación de procesos de investigación y generación de capacidades	7	9
Espacios de formación y actualización tecnológica	7	17
Identificación necesidades formación	13	56
Investigación para el sector agropecuario	9	34
Medio para divulgar la información	11	23
Metodologías para la Transferencia Conocimiento	11	32
Necesidades agropecuarias	12	35
Necesidades Investigación	4	19
Oferta de formación disponible	11	57
Recursos financieros	13	25
Financiación actividades Investigación	9	14
Financiación generación capacidades	8	11
Recursos humanos	9	19
Personal dedicado a formación capacidades	4	11
Personal dedicado a la investigación	6	8

En relación, se observa que el código de generación de capacidades de asesoramiento agrícola y sus respectivos sub – códigos es la definición que más se identifica en las entrevistas (282 referencias), seguido por accionar institucional (104) y actividades de articulación, cooperación entre actores (74). La **Figura 26** muestra el mapa jerárquico de la codificación por nivel de importancia según la frecuencia de referencias citadas en las entrevistas.

Figura 26

Mapa jerárquico codificación entrevistas semiestructuradas.



Nota: Fuente Software NVivo

En línea con lo que evidencia el mapa jerárquico, se realiza el análisis de la codificación hacia las tres categorías principales.

4.2.8.1.1 Análisis de la Codificación de Generación de capacidades

La generación de capacidades incluye los códigos de oferta de formación disponible (20,2%), identificación de necesidades de formación (19,9%), identificación de necesidades agropecuarias (12,4%), desarrollo de investigación para el sector agropecuario (12,1%), metodologías para la transferencia de conocimiento (11,3%), medios para divulgar la información (8,2%), identificación de necesidades de investigación (6,7%), generación de espacios de formación y actualización (6%) y articulación de procesos de investigación y generación de capacidades (3,2%) (**Tabla 32**).

Tabla 32*Distribución de códigos para la generación de capacidades.*

Código	Referencia	Cobertura
Articulación de procesos de investigación y generación de capacidades	9	3,2%
Espacios de formación y actualización tecnológica	17	6,0%
Identificación necesidades formación	56	19,9%
Investigación para el sector agropecuario	34	12,1%
Medio para divulgar la información	23	8,2%
Metodologías para la Transferencia Conocimiento	32	11,3%
Necesidades agropecuarias	35	12,4%
Necesidades Investigación	19	6,7%
Oferta de formación disponible	57	20,2%

- **Análisis categoría articulación de procesos de investigación y generación de capacidades.**

En relación con la articulación de procesos de investigación y generación de capacidades, AGROSAVIA, cita que “en ocasiones los resultados de investigación son ajenos a las realidades locales o del productor, lo cual limita que haya procesos de innovación” (sugiriendo que se debe leer constantemente las necesidades y las capacidades locales para generar acciones participativas, de tener un lenguaje más cercano, generar diálogos, lo cual puede permitir generar respuestas más asertivas” (M. Garrido, comunicación personal, 20 de noviembre de 2022). De igual manera, el SENA indica que “falta articulación al interior para conocer los resultados de investigación y alinear los conocimientos de los instructores al respecto” y “hace falta llevar información al productor, está cortado el canal de comunicación y relación de la investigación con el productor” (M. Cediél, comunicación personal, 01 de marzo de 2022).

Por su parte, la FEDECACAO, cita que “trabaja articuladamente los tres programas de la federación (investigación, transferencia, comercialización) con los jefes técnicos de las unidades se identifica las necesidades, importancia de que haya articulación entre los tres programas para la toma de decisiones y proceder con la investigación y transferencia (P. Arenas, comunicación personal, 08 de marzo de 2022).

La FNC resalta que “los resultados de investigación son verificados y validados en campo para garantizar que el mensaje sea claro y coherente para la resolución de problemas, los cuales se entregan a los extensionistas para que en todos los ambientes que se produce café funcionen las recomendaciones técnicas y se genere cambio técnico”, además “desde CENICAFE se hace

encuesta del servicio de extensión sobre la interacción investigación – extensión” (A. Gaitan, comunicación personal, 22 de febrero de 2022).

- **Análisis categoría Espacios de formación y actualización tecnológica**

En cuanto a la generación y disponibilidad de espacios de formación y actualización tecnológica de los asesores agrícolas, los profesionales de AGROSAVIA citan que “los espacios de formación son amplios, participan personas de todo el país, haciendo convocatoria abierta para que la información llegue a muchas personas”, “los cursos se asocian a la plataforma Moodle que va a quedar alojada en la plataforma Siembra, también se está mejorando los procesos de capacitación ligados a Academia Agrosavia” y a nivel interinstitucional “los cursos son prioridad de las personas de la red Relaser, pero se abre para que participen gremios, secretarías de agricultura, para que los actores que conforman el subsistema de extensión participen de ellos” (S.Pulido, comunicación personal, 20 de noviembre de 2022).

Por su parte, el personal de CARTAMA menciona que “el acceso a cursos de formación se da a partir de la medición de las metas personales y de equipo en dónde se mide el desempeño y se identifica si la persona requiere fortalecer algún área en especial o se puede premiar con la participación en algún evento” (A. Parra, comunicación personal, 14 de octubre de 2022). De manera similar, la CNCh refiere que “se solicita al jefe el patrocinio para el desarrollo de cursos, diplomados y seminarios en temas particulares según la demanda que exista en el territorio”, también “se realiza un encuentro presencial una vez al año, una semana de trabajo con los profesionales para desarrollar temáticas de interés y problemáticas común para fortalecer capacidades” (O. Hincapié, comunicación personal, 18 de marzo de 2022).

ASOHOFrucol menciona que “se generan espacios de formación virtual, trabajo autónomo, el componente práctico es más limitado, el enfoque es más teórico” (N. Arango, comunicación personal, 08 de marzo de 2022). Por su parte, FEDECACAO cita que “anualmente los coordinadores y algunos asistentes técnicos de las unidades departamentales se reúnen una semana para capacitarse en los temas de mayor requerimiento según el plan anual de actividades”, “en los encuentros se socializan las directrices, temáticas de vigencia del año, los resultados de investigación de los proyectos y los resultados del trabajo del año anterior” (F. Quiñonez, comunicación personal, 24 de febrero de 2022). De igual manera, la FNC resalta que “traer a los extensionistas a CENICAFÉ para realizar sesiones de 1 semana para la actualización tecnológica, esto toma tiempo, pero se realiza 1:1 investigador – extensión, se realiza retroalimentación de temas en los que se debe hacer investigación”, también “se realizan

capacitaciones virtuales y encuentros para capacitar a los extensionistas y discutir temas de investigación” (A. Gaitán, comunicación personal, 22 de febrero de 2022).

- **Análisis categoría identificación necesidades de formación**

La ADR en cumplimiento de su rol para la generación de capacidades en los extensionistas, menciona que “al hacer seguimiento en campo a las EPSEAS se continuaba con la misma labor de asistencia técnica, era necesario un enfoque más integral hacia la extensión, sin embargo, no había disponibles ofertas de formación dirigidas hacia la extensión, por tanto “se vio la necesidad de desarrollar un diplomado que cubra los 5 aspectos de la ley para la extensión, se requieren programas con mayor impacto y cobertura nacional” ya que “los profesionales manejan idioma técnico que no es comprendido por el productor, se requiere generar habilidades para transferir el conocimiento comprensible por el productor” (M. Mazorra, comunicación personal, 09 de abril de 2022).

En cuanto a AGROSAVIA menciona que “es importante que desde la formación del profesional universitario, técnico y tecnológico se vaya mirando más la integralidad que contempla el extensionismo, no solo enfocarse en el cultivo en particular sino miradas más integrales, entender la dinámica del contexto y las necesidades dinámicas del productor”, por otra parte, “para lograr que haya una vinculación de tecnologías en algunos casos es necesario el desarrollo de capacidades, no solo en temas técnicos sino también en capacidades de relacionamiento” (C. Uribe, comunicación personal, 17 de noviembre de 2022)., adicional, “se realizan encuestas para identificar y actualizar la red de asistentes técnicos, esto depende del interés del Profesional de Transferencia de tecnología, que identifica las necesidades de los asesores agrícolas, entre ellas se encuentran requerimientos de capacidades y formaciones” (M. Garrido, comunicación personal, 20 de noviembre de 2022).

De manera particular mencionan que “se tiene una interacción directa con el SENA para la identificación de necesidades de formación y se cruza con la oferta formativa del SENA y se generan nuevos diseños curriculares de formación para asistentes técnicos, en el ejercicio las ofertas tecnológicas de AGROSAVIA se convierten en contenidos para conformar el diseño curricular”, también “se identifican las demandas de manera particular (demandas emergentes) puede ser solicitud del MADR para generar los espacios de divulgación (eventos de capacitación) de las ofertas con las que cuenta la corporación para suplir esta necesidad” (S. Pulido, comunicación personal, 20 de noviembre de 2022).

El SENA menciona que “a partir de la ley del Sistema Nacional de innovación Agropecuaria - SNIA se definió el programa de formación para extensionistas en las mesas de

trabajo de la ley. A pesar de que en la definición del plan de formación participan diversos actores del sistema, este no comprende una visión del productor que permita tener un enfoque integral. La formación entrega herramientas para la extensión agropecuaria” (M. Cediell, comunicación personal, 01 de marzo de 2022). En la misma línea la UNIAGRARIA, indica que “los programas de formación se construyen a partir de la identificación de temáticas partiendo de las necesidades de los productores, el perfil del extensionista y lo estipulado en la Ley, la identificación de necesidades de extensión se realiza a través del diagnóstico participativo para reconocer la historia del territorio, aplicando metodologías para identificar necesidades sociales, culturales, económicas, ambientales” (L. Hernández, comunicación personal, 26 de agosto de 2022).

ASOHOFRUCOL refiere que “las formaciones están alineadas a lo establecido en los proyectos de vigencia anual. Todos los profesionales tienen una fase de capacitación con base en el objeto del proyecto para nivelar saberes al iniciar el proyecto” (N. Arango, comunicación personal, 08 de marzo de 2022) y “la coordinación técnica de ASOHOFRUCOL recorre el país, habla con los técnicos quienes manifiestan las necesidades de formación, a partir de ello se establece un programa para capacitar a los técnicos, el cual es liderado a nivel local y nacional. El coordinador zonal también identifica necesidades, y programa capacitaciones anuales. La organización cuenta con recursos disponibles para las capacitaciones de personal” (C. Jaramillo, comunicación personal, 25 de febrero de 2022). Por su parte FEDECACAO, menciona que “los lineamientos de trabajo y formación anuales vienen definidos desde el nivel central a partir del plan de inversiones y gastos, en este se evidencian las necesidades del nivel nacional y la región. Este plan es socializado para manifestar la necesidad de la labor” (P. Arenas, comunicación personal, 08 de marzo de 2022).

En línea con lo planteado por ASOHOFRUCOL y FEDECACAO, la FNC indica que “los extensionistas son capacitados en extensión rural, usualmente los recién egresados no cuentan con capacidades para la transferencia, habilidades comunicativas y de liderazgo, la situación en el campo es compleja y los profesionales deben estar capacitados para afrontar las diferentes situaciones”, también, “se identifican las brechas de productividad y las necesidades del sector, proponiendo la focalización de las actividades de extensión en las 8 prácticas de la estrategia *Más Agronomía, Más Productividad, Más Calidad* (variedades resistentes a la roya, café de origen, siembras nuevas, renovación de cultivos, densidades de siembra, luminosidad, suelos y fertilización) que implican tomar decisiones a largo plazo”, por otra parte, “las necesidades surgen desde los distritos de trabajo del extensionista, el comité municipal, el comité departamental y finalmente se escalan al comité directivo para el desarrollo de acciones al respecto” (H. Duque, comunicación personal, 22 de febrero de 2022).

Por su parte, la CNCh menciona que “a partir de los asesores regionales, se identifican las necesidades de la comunidad para generar las capacidades específicas y atender la demanda, a inicio de año se establece un plan de trabajo con base en la identificación de las necesidades de formación” y “mensualmente se tiene un comité general primario en donde se discute las problemáticas identificadas y si se requiere una capacitación se desarrolla virtual y/o presencial en caso de que se requiera (práctica)” (O. Hincapié, comunicación personal, 18 de marzo de 2022).

- **Análisis categoría Investigación para el sector agropecuario**

En cuanto a la investigación para el sector agropecuario, AGROSAVIA menciona que “la investigación se sigue entendiendo de manera lineal, se hace la investigación y se transfiere, se asume que si hay participación entre el extensionista y el productor en el proceso de transferencia de conocimiento, pero hace falta tener un proceso más sistémico” por ende “se requiere mayor relacionamiento entre la investigación y la extensión, para que conozcan los procesos de construcción y generación de conocimiento y de cómo se llega para que pueda transmitirlo al productor”, finalmente, desde su accionar AGROSAVIA resalta que “la investigación responde a las demandas identificadas en el Plan Estratégico de Ciencia, tecnología e innovación agropecuaria PECTIA y sus agendas departamentales. Este instrumento de planeación de las actividades de I+D para el sector se construye de manera participativa en las regiones y se dispone la información para el público en general y los tomadores de decisiones en la plataforma Siembra, sin embargo, hace falta validar las tecnologías, revisar si es pertinente con base a la demanda inicial” (C. Uribe, comunicación personal, 17 de noviembre de 2022).

En este tema, los entes gremiales citan que “ASOHOFrucol como administrador del fondo de fomento hortofrutícola debe investigar, por tanto, un porcentaje de los profesionales distribuye su tiempo entre investigación y asistencia técnica, el modelo de investigación se desarrolla a partir de parcelas demostrativas en las Escuelas de Campo”, sumado a que “ASOHOFrucol hace investigación en alianza con diferentes entidades, contando con recursos propios para desarrollarla” (N. Arango, comunicación personal, comunicación personal, 08 de marzo de 2022). De igual manera, FEDECACAO “dispone de recursos para desarrollar actividades de investigación como uno de sus componentes misionales, a partir del programa de investigación se trabaja en 6 proyectos de interés, sumado a la disposición de profesionales de investigación, técnicos de campo y pasantes universitarios. Los proyectos se tienen en las diferentes unidades técnicas, la principal en San Vicente de Chucuní – Santander” (P. Arenas, comunicación personal, 08 de marzo de 2022).

La FNC señala que “en 1938 se fundó CENICAFÉ, desde ese momento se dedica a generar prácticas de cultivo que entrega a los extensionistas. CENICAFÉ es un engranaje financiado por los caficultores, hace la diferencia en temas de extensión, no depende de fuentes externas y del gobierno”, mencionando que “el enfoque de la investigación es hacia la resolución de problemas más que solo contribuir al conocimiento. Investigación aplicada para resolver problemas específicos y tomar decisiones, de corto, mediano y largo plazo”, con su lema “*Más agronomía, más producción, más calidad*: estrategia que se basa en 8 puntos clave para la consulta de información y herramientas soporte para la extensión, de igual manera estos puntos guían el desarrollo de investigación” (H. Duque, comunicación personal, 22 de febrero de 2022).

Por su parte las empresas CARTAMA y la CNCh, mencionan que cuentan con personal de investigación al interior de la organización para realizar actividades en línea con las prioridades de la organización.

- **Análisis categoría Medios para divulgar la información**

Cada una de las entidades entrevistadas maneja medios y estrategias independientes para divulgar la información, AGROSAVIA “desarrolla eventos de transferencia de tecnología y planes de vinculación soportados en plataformas, materiales físicos y manuales” (M. Garrido, comunicación personal, 20 de noviembre de 2022).

Las empresas CARTAMA “hace la proyección del presupuesto en donde se identifican las diferentes capacitaciones requeridas para el grupo de asistentes técnicos, incluidos eventos, congresos, cursos intercambio de conocimiento, este último busca replicar la experiencia vista en otros países” (A. Parra, comunicación personal, 14 de octubre de 2022) y la CNCh utiliza “diferentes medios de divulgación tecnológica para el cultivo de cacao, entre ellos manuales, plegables, pendones, aplicación móvil, mensaje de texto, mensajes de WhatsApp, canal de YouTube y las plataformas de la CNCh y mundo cacao” (O. Hincapié, comunicación personal, 18 de marzo de 2023).

ASOHOFrucol indica que “los materiales divulgativos se encuentran en la plataforma virtual de ASOHOFrucol y la biblioteca, en los cursos se les entregan los materiales de formación, con algunas universidades se manejan plataformas para la formación” (N. Arango, comunicación personal, 08 de marzo de 2022). FEDECACAO señala que “la mayoría de la información está disponible en la página, se va cargando los resultados de investigación en la página de libre acceso. La divulgación de conocimiento se da a través de cartillas, plegables y artículos de investigación, los cuales se hacen llegar a las diferentes unidades técnicas” (P. Arenas, comunicación personal, 08 de marzo de 2022). La FNC menciona que “toda la

información esta publicada en la página de CENICAFE. También se generan publicaciones físicas, cartillas, boletines, página de clima, y la Revista científica. Se monitorea mensualmente el ingreso a la página y se promueve el uso” (A. Gaitán, comunicación personal, 22 de febrero de 2022).

- **Análisis categoría Metodologías para la transferencia de conocimientos**

Los entes gremiales utilizan diversas metodologías según los lineamientos de la organización, entre estos, ASOHOFrucol indica “el asistente técnico se capacita para que tenga las herramientas para hacer la transferencia a los productores a través de parcelas de investigación participativas (ejemplo evaluación de adaptación al campo climático) y Escuelas de campo - ECA, en donde el técnico es el encargado de hacer la ECA como estrategia de investigación a través de parcelas demostrativas” (C. Jaramillo, comunicación personal, 25 de febrero de 2022). FEDECACAO señala “se utiliza una metodología teórica – práctica: un componente de fundamento teórico y un componente de práctica, se busca que el trabajo sea participativo, incluido el componente académico y práctico, en donde los investigadores hacen las capacitaciones con las unidades técnicas. Las jornadas de capacitación son días de campo, se realiza retroalimentación de las metodologías para unificar criterios” (P. Arenas, comunicación personal, 08 de marzo de 2022). En esta misma línea la CNCh menciona que “se desarrollan capacitaciones con el objetivo de ser práctico, si es teórico se puede trabajar virtual. A partir de estudio de caso en las granjas, se proponen problemáticas para que con los asesores desarrollen soluciones y manejar un criterio unificado para generar una recomendación unificada” (C.M. Jaramillo, comunicación personal, 22 de febrero de 2022).

La FNC menciona que “las tecnologías desarrolladas se entregan al servicio de extensión, el cual debe entregar el conocimiento y la tecnología a los clientes finales, caficultores”, citando que “la clave en el cambio técnico se basa en escoger los mejores métodos de extensión, no existe una fórmula ideal, esto dependerá de las condiciones del caficultor. El mejor extensionista es el que sabe combinar el método apropiado en búsqueda del cambio técnico. Esto se debe ver en los resultados en finca” (H. Duque, comunicación personal, 22 de febrero de 2022).

Finalmente, AGROSAVIA “desarrolla eventos de transferencia de tecnología y planes de vinculación soportados en plataformas, materiales físicos y manuales” (M. Garrido, comunicación personal, 20 de noviembre de 2022) y el SENA confirma “la metodología de trabajo de aprender – haciendo a partir de cursos cortos, sumado a que la formación para los extensionistas se enfoca en transferir los modelos de extensión agropecuaria, siendo transversal para la formación de profesionales” (M. Cediell, comunicación personal, 01 de marzo de 2022).

- **Análisis categoría identificación de Necesidades agropecuarias**

AGROSAVIA menciona que “lo importante es entender cuáles son las brechas tecnológicas del sector y como las tecnologías disponibles pueden ayudar a responder o solucionarlas y qué actividades se deben hacer para que las tecnologías queden vinculadas en el territorio y no solo en el momento en que se hace la intervención en la región” adicional, “se considera que las tecnologías son pertinentes, pero hay una oportunidad de mejora ya que AGROSAVIA funciona por demandas, PECTIAS departamentales, aunque se requiere mayor profundidad en el entendimiento de la demanda, quedan muy amplias, y no hay especificidad de lo que se requiere con la demanda” (M. Garrido, comunicación personal, 20 de noviembre de 2022).

Para ASOHOFrucol, “las temáticas de las ECAS surgen a partir del diagnóstico, prueba de caja. El técnico define cuál es su oferta y compara con la necesidad. Las ECAS se desarrollan con base a los principios de ASOHOFrucol adicional hay necesidades específicas del productor, por ejemplo, temas de certificaciones y exportaciones” (C. Jaramillo, comunicación personal, 25 de febrero de 2022). FEDECACAO señala que a través de “mesas de trabajo se abarcan los tres frentes: investigación, transferencia y comercialización, para proceder con la toma de decisiones en cuanto a investigación y la transferencia. A través de los técnicos, los productores hacen solicitudes en caso de una nueva problemática en el cultivo” (F. Quiñonez, comunicación personal, 24 de febrero de 2022).

La FNC menciona que, “a partir de la identificación de las brechas de productividad y las necesidades del productor, se propuso la focalización del trabajo en 8 prácticas que implican tomar decisiones a largo plazo. Manejando el mismo mensaje técnico para toda la caficultura, ajustando a las condiciones particulares de la zona, pero el conocimiento es el mismo. Alineación del conocimiento en estas 8 prácticas” (H. Duque, comunicación personal, 22 de febrero de 2022).

La CNCh refiere que “se identifican las necesidades de la comunidad para generar las capacidades específicas y atender la demanda. El asesor identifica otras necesidades de la comunidad para apoyarlos a través de desarrollos de proyectos (áreas agropecuarias y otras áreas), así como realizar diagnósticos constantes para identificar dichos requerimientos” (O. Hincapié, comunicación personal, 18 de marzo de 2022).

- **Análisis categoría identificación de Necesidades de investigación**

Para AGROSAVIA “la investigación surge principalmente desde la intención del investigador, quien concibe las soluciones e idealiza cual es la mejor alternativa, pero no

considera el contexto específico, pueden aparecer limitantes al momento de entregar los resultados que no posibilitan que los resultados lleguen como él lo pensó inicialmente” sin embargo, “se cuenta con las demandas publicadas en la plataforma SIEMBRA que sirven de lineamiento para el desarrollo de proyectos de investigación” (C. Uribe, comunicación personal, 17 de noviembre de 2022).

Para FEDECACAO, “la experiencia en el territorio ha permitido identificar 5 áreas para realizar investigación; materiales de interés agronómico, manejo sanitario para el manejo integrado del cultivo, nutrición y cadmio, calidad física, química y sensorial y prácticas agronómicas del cultivo” (P. Arenas, comunicación personal, 08 de marzo de 2022).

En el FNC “las necesidades en temas de investigación se plasman en la comisión de producción del congreso cafetero, todos los años los productores llevan sus inquietudes a los comités municipales y departamentales. Esta comisión escucha las necesidades para desarrollar investigación” también, “a través de la retroalimentación del servicio de extensión – investigación, el extensionista identifica las necesidades de investigación en campo, el extensionista con el coordinador hace revisión de la situación que se está presentando en el distrito, luego, el coordinador eleva la consulta a CENICAFÉ. Las solicitudes se pueden hacer por correo electrónico o por la página web. El equipo de CENICAFÉ va a campo a revisar la problemática para desarrollar procesos de investigación cuando la respuesta no está disponible” (A. Gaitán, comunicación personal, 22 de febrero de 2022).

- **Análisis categoría oferta de formación disponible**

El profesional de la ADR indica que “se han desarrollado dos programas de formación, el primero en el 2019 por la UNAD y 2021 con la Universidad Nacional de Colombia, sumado a los 6 programas de formación que tiene el SENA dirigidos hacia el cumplimiento de los aspectos de la Ley 1876/2017. La formación en extensión está dirigida a diferentes profesionales, no solamente agropecuarios. Las EPSEAS tienen profesionales en diferentes áreas, todos deben tener la misma formación en extensión”. Complementario a esta iniciativa, el SENA señala que “a partir de lo indicado en la Ley 1876/2017 se desarrolló la formación para los extensionistas, la cual está enfocada en transferir los modelos de extensión agropecuaria, siendo transversal para la formación de profesionales” (M. Mazorra, comunicación personal, 09 de abril de 2022).

AGROSAVIA menciona que “se han realizado formaciones a asistentes técnicos y extensionistas en cuanto a metodologías y análisis de redes sociales, sin embargo, si hay solicitudes muy particulares en temas que no responden al quehacer misional deberían ser suplidos por otras entidades del SNIA, AGROSAVIA debería enfocarse en su fortaleza para el

sector agropecuario”, adicional, “entre AGROSAVIA y SENA se han desarrollado algunos cursos en donde participan investigadores, instructores y metodólogos del SENA. También se han diseñado y generado diplomados dirigidos a extensionistas y asistentes técnicos en los cuales se identifican cuáles son los requerimientos de los profesionales, que capacidades tiene AGROSAVIA que suplan esta necesidad y que entidad puede desarrollar el proceso de formación y si se cuenta con el recurso para desarrollar la formación” (S. Pulido, comunicación personal, 20 de noviembre de 2022).

CARTAMA como empresa privada indica que “los profesionales participan en espacios generados por las casas comerciales cuando lanzan algún producto al mercado que pueda ser usado en el acompañamiento técnico. También se fortalece de manera constante las áreas transversales como lo es la de normatividad, que es un área priorizada en la empresa al ser cambiante para exportación” (A. Parra, comunicación personal, 14 de octubre de 2022). Por su parte, la CNCh indica que “para temas generales se contactan expertos en la temática para capacitar a los profesionales y actualizarlos en temáticas particulares” (O. Hincapié, comunicación personal, 18 de marzo de 2022).

Por su parte, ASOHOFRUCOL menciona que “con el gremio y en alianza con las universidades se tiene un plan de capacitación constante, que se desarrolla durante la vigencia del plan. Con la universidad se tienen diplomados en el manejo agronómico de los cultivos, así como cursos teórico – prácticos” (N. Arango, comunicación personal, 08 de marzo de 2022). FEDECACAO señala que “durante el año se realizan capacitaciones con las unidades técnicas. Todos los años se tiene un programa de capacitación, según temáticas y metas anuales” (F. Quiñonez, comunicación personal, 24 de febrero de 2022). Por su parte, la FNC, indica que la “la formación de extensionistas viene de dos fuentes: el conocimiento técnico científico desarrollado por CENICAFÉ y el conocimiento en extensión rural relacionado con Métodos de extensión. Estos procesos son soportados por la Fundación Manuel Mejía quién se encarga de montar los cursos y manejar la plataforma con los contenidos generados por CENICAFÉ” (A. Gaitán, comunicación personal, 22 de febrero de 2022).

4.2.8.1.2 Principales hallazgos de la Codificación Generación de Capacidades

La generación de capacidades en las organizaciones prestadoras del servicio de asesoramiento agrícola es dependiente de su naturaleza, contexto y accionar en el sector agropecuario.

Se evidencia un gran avance en los entes gremiales en cuanto a la disponibilidad de recursos para generar procesos de investigación al provenir sus recursos directamente de los Fondos de Fomento Hortofrutícola y Cacaotero, así como, los recursos provenientes de la cuota cafetera para el caso de la Federación Nacional de Cafeteros.

En cuanto a la alineación de los resultados de investigación con las necesidades del sector y las necesidades de formación de profesionales, se observa que, por una parte, cada entidad maneja su plan anual de capacitaciones y formaciones alineado a su accionar institucional, es decir, en cumplimiento de su rol misional en el sector y el plan de metas y resultados es que se definen las temáticas de investigación y generación de capacidades en los profesionales. Por otro lado, aunque los entes gremiales cuentan con un acompañamiento y presencia constante en el sector productivo, cada entidad maneja su proceso independiente de materialización de estas necesidades en procesos de investigación, generando una brecha tecnológica en cuanto a la respuesta oportuna y pertinente a los requerimientos del sector agropecuario.

El PECTIA y las demandas de investigación publicadas en la plataforma Siembra aparecen como un marco orientador para el desarrollo de proyectos de investigación, sin embargo, las demandas se consideran muy amplias dejando de lado las particularidades reales del sistema productivo, evidenciando que en ocasiones los resultados de investigación no responden a las necesidades del sector. Además, algunos proyectos de investigación surgen por iniciativa del investigador ligado a sus conocimientos y experticia más no en los requerimientos del sector.

Se requiere una mayor comunicación entre productor – asesor – investigador, para que los resultados de investigación respondan a las necesidades del productor y haya una retroalimentación constante del proceso, así cómo, considerar las condiciones de contexto y de territorio que permitan promover procesos de innovación en el sector agropecuario, sumado a que se debe considerar las habilidades que requiere el asesor para traducir estas necesidades, entender la investigación y transferir el conocimiento en un lenguaje claro y conciso para los productores.

De manera particular se observa que, en cuanto a la generación de capacidades puntuales en extensión agropecuaria, entidades como la ADR, el SENA y AGROSAVIA han hecho un esfuerzo considerable para desarrollar programas de formación que cumplan con lo establecido en la Ley 1876/2017. Se resalta el importante rol articulador que se evidencia entre estas tres entidades, complementando acciones de formación en línea con las capacidades con las que cuenta cada entidad.

Las empresas privadas que cumplen con el rol de comercialización y exportación de productos fortalecen las capacidades de sus profesionales de manera particular, ya sea con base

en el cumplimiento de metas de desempeño o requerimientos puntuales del sistema productivo en el territorio. De igual manera la participación en espacios de intercambio de conocimiento se ve ligada al desempeño de los profesionales. De manera general se cuenta con formaciones en temas de certificaciones, normativa o productos comerciales a los cuales los diferentes asesores agrícolas participan como complemento a su labor.

A través de los espacios y encuentros, ya sea de manera virtual o presencial, los asesores tienen la capacidad de expresar las necesidades que han identificado en campo para que de manera conjunta e integral se generen conceptos y tecnologías aplicables de igual manera en las diferentes zonas en dónde hay presencia de la organización.

Se resalta que la formación profesional es genérica para las labores específicas de asistencia técnica y extensión agropecuaria, requiriendo en todos los casos, una nivelación de conocimientos acorde a los lineamientos particulares de cada organización.

En cuanto a los medios para la transferencia de conocimiento, continúa siendo el uso de manuales, cartillas, póster y publicaciones de resultados de investigación los más comunes. Las plataformas de consulta y canales de YouTube aparecen como soporte para la toma de decisiones en las actividades de asesoramiento agrícola. En cuanto a metodologías, los días de campo, demostraciones de método, Escuelas de Campo y estrategia 1:1 son las que implementan las organizaciones de asesoramiento agrícola.

4.2.8.1.3 Análisis de la Codificación Accionar institucional

La evaluación del accionar institucional consideró los códigos de accionar institucional (48,1%), enfoque del asesoramiento (28,8%) y roles para el asesoramiento (23,1%) (**Tabla 33**).

Tabla 33

Distribución de códigos en el accionar institucional.

Código	Referencia	Cobertura
Accionar institucional	50	48,1%
Enfoque del asesoramiento	30	28,8%
Roles asesoramiento	24	23,1%

- **Análisis categoría accionar institucional**

En cuanto a su rol en el sistema de asesoramiento agrícola, la ADR reconoce que “no tiene la función de formación, pero si es soporte para fortalecer la prestación del servicio, evalúa las hojas de vida del personal que se vincula a las EPSEAS y realiza el seguimiento el cual busca

garantizar que la prestación del servicio de extensión cumpla con los requerimientos exigidos” (M. Mazorra, comunicación personal, 09 de abril de 2022).

El SENA “cumple el rol de ser articulador de la ley 1876/2017 para la cumplir con la formación de extensionistas en el SNIA, generar ofertas de formación para el cumplimiento de normas de competencia laboral y articulación con las demás instituciones para facilitar procesos de formación o extensión” (M. Cediel, comunicación personal, 01 de marzo de 2022). La UNIAGRARIA “apoya la certificación en extensión, busca formar extensionistas que atiendan las necesidades de manera integral de los productores en busca de su bienestar” (L. Hernández, comunicación personal, 26 de agosto de 2022).

Por su parte AGROSAVIA plantea que “cumple el rol de investigación, transferencia de tecnología, actualizador de competencias de los investigadores y articulador de esfuerzos para que lleguen al sector agropecuario y orientar procesos de formulación de política pública en el ámbito agropecuario y de la CTI, sumado a la labor que tiene como dinamizador de la agenda de I+D y el PECTIA” (C. Uribe, comunicación personal, 17 de noviembre de 2022), sin embargo “AGROSAVIA ha asumido responsabilidades que le corresponden a otras entidades que participan en los SI cuando cada entidad debe cumplir con su rol en el sistema. Esto es un error, tratar de suplir los vacíos existentes” (M. Garrido, comunicación personal, 20 de noviembre de 2022).

En cuanto a los gremios, se reconoce el accionar como entidad prestadora de servicios de asesoramiento agrícola. ASOHOFrucol “guía sus actividades a partir de lo definido en el Plan Nacional el cual está fijado a los objetivos del fondo, sin embargo, en el caso de que exista otra entidad de prestación del servicio de asesoría limita su accionar, si participan de las actividades es porque existe un componente diferenciador entre la oferta de las instituciones participantes” (N. Arango, comunicación personal, 08 de marzo de 2022), situación similar ocurre con la CNCh. Para el caso de FEDECACAO, “su accionar está regido en el cumplimiento de sus tres ejes misionales: investigación, transferencia de tecnología y apoyo a la comercialización, los tres actúan de manera complementaria para cumplir con el rol de asistencia técnica en el sector cacaotero” (P. Arenas, comunicación personal, 08 de marzo de 2023).

La FNC como ente privado, trabaja por el bienestar del caficultor colombiano en áreas de investigación y transferencia de tecnología, desarrollo de extensión rural y gestión de alianzas y proyectos de excelencia.

La CNCh trabaja cuatro ejes; articulación de proyectos sostenibles, con asociaciones y cooperativas, investigación aplicada en cacao, articulada CIAT, AGROSAVIA, FEDECACAO, propagación y distribución de material vegetal – viveros y comercialización de grano de cacao en

las 9 regionales a nivel nacional. El desarrollo de trabajo depende de la presencia y las capacidades que tengan en la zona que se espera trabajar.

- **Análisis categoría enfoque del asesoramiento.**

Para CARTAMA “el acompañamiento busca generar un lazo de confianza con el productor para que quiera comercializar el producto con la empresa, que acepte las condiciones y se vincule al proceso” (A. Parra, comunicación personal, 14 de octubre de 2022).

Por su parte ASOHOFrucOL, como se ha mencionado antes, enfoca las actividades de asesoramiento agrícola, al cumplimiento del Plan Nacional con base en los objetivos del fondo. Las ECAS se desarrollan entorno a los principios de Asohofrucol.

La FNC menciona que “en 1948 se realizó la campaña de conservación de suelos, a partir de ese momento se identificó la dificultad de los sistemas productivos en especial por la topografía, esta campaña se calificó como exitosa y permitió el nacimiento del servicio de extensión, no solo en suelos sino en todas las prácticas del cultivo”, este servicio de extensión maneja el mismo mensaje técnico para toda la caficultura, ajustándolo a las condiciones particulares de la zona, pero el conocimiento es el mismo. La federación trabaja en “personalización” en el momento de estar en la finca 1:1 es un momento decisivo para que la persona acepte el cambio que se está sugiriendo con la extensión. En cuanto al modelo de trabajo refiere que “todo extensionista debe tener un área delimitada de trabajo, en este caso se llaman distritos, varios distritos conforman una seccional, si hay varios distritos hay varios extensionistas, el distrito le habla al extensionista, expresa las necesidades técnicas para el trabajo del extensionista” (H. Duque, comunicación personal, 22 de febrero de 2022).

La CNCh cumple como eje transversal con la formación y capacitación a productores y técnicos, así como la divulgación tecnológica en el cultivo de cacao a partir de manuales, plegables, pendones, aplicaciones móviles, mensajes de texto, entre otros.

- **Análisis categoría Roles Asesoramiento**

Resultado del trabajo interinstitucional entre ADR, SENA, MADR y AGROSAVIA se definió el perfil del Extensionista y se incluyó en la Clasificación nacional de ocupaciones CNO. Se buscaba que el profesional tuviera un perfil más integral hacia la extensión.

El SENA conceptualiza el perfil del extensionista por “el conocimiento, las capacidades técnicas, capacidades blandas, relaciones interpersonales. Importante el lenguaje para transferir conocimiento. Universo de conocimiento, generar buenas recomendaciones, pero que pudiera transferir el conocimiento adecuadamente y tener una relación más cercana con el productor,

andragogía, enseñanza a personas mayores” (M. Cediell, comunicación personal, 01 de marzo de 2022).

Por su parte, AGROSAVIA refiere que “la corporación tiene la visión de que el extensionista influye en las decisiones del productor y se tiene un interés particular de que el extensionista se convierta en el vendedor de las tecnologías, que tenga la capacidad o la suficiencia técnica o de conocimientos para entender cómo funciona la tecnología y en qué momento es necesario enseñarla al productor” (M. Garrido, comunicación personal, 20 de noviembre de 2022).

La Federación Nacional de Cafeteros, menciona que “el concepto de asistente técnico nació en cultivos semestrales o anuales en donde se contrataba a un técnico para prestar la asistencia técnica, especialmente en los años 70, 80 en cultivos de algodón, soya, el asistente identifica, evalúa el cultivo y genera recomendaciones, la remuneración es por visita o finca atendida, relación impersonal entre el cliente y el asistente” (H. Duque, comunicación personal, 22 de febrero de 2022), bajo esta línea se concibe al asistente técnico de FEDECACAO y CARTAMA.

Por otra parte, la Federación concibe al extensionista como “agente de cambio que trabaja con productores, en el caso de café son aproximadamente 540.000 familias, el 95% son pequeños productores, tienen su propia mano de obra, la mayoría tiene pequeñas parcelas, el 5% son medianos y grandes, son empresarios, algunos de más de 10 ha, ellos contratan el servicio de asistencia técnica o piden apoyo a la federación” (H. Duque, comunicación personal, 22 de febrero de 2022). Con base en estos lineamientos, existen normas del nivel supranacional y nacional que exigen que las recomendaciones deben ser dadas por Ingenieros Agrónomos.

Sumada a esta percepción, la UNIAGRARIA menciona que el extensionista debe tener “mirada holística - lectura del territorio, interpretar necesidades – diagnóstico participativo, planeación de actividades, política pública, conocer espacios participativos, habilidades TIC, pedagogo, andragogo, atención de familia, planeación, formulación proyectos, entre otros” (L. Hernández, comunicación personal, 26 de agosto de 2022).

Para la CNCh se concibe como analista, “profesional de campo que desarrolla actividades como asesor, no funciona como asistente técnico o extensionista por limitantes de capacidades, no pueden trabajar de productor a productor. Sin embargo, se trabaja de manera integral en diferentes áreas; financiero, social, productivo” (O. Hincapie, comunicación personal, 18 de marzo de 2022).

4.2.8.1.4 Principales Hallazgos de la Codificación Accionar Institucional

Cada institución limita su intervención en el sector agropecuario con base en su accionar institucional, en la determinación de lineamientos, planes y programas, especialmente las organizaciones gremiales, estas cumplen el rol de asesorar a los productores para la toma de decisiones en el sistema productivo, pero sus actividades siempre están dirigidas hacia el cumplimiento de unas metas puntuales.

Llama la atención que la presencia de varias entidades de asesoramiento agrícola en la misma zona limita su accionar, ya que no es posible desarrollar las mismas actividades en el mismo lugar, si se identifican componentes diferenciadores en el accionar, si es posible su participación articulada, pero si su función es la asesoría agrícola no pueden complementar acciones.

Se observa que el accionar de entidades como AGROSAVIA es muy amplio, desde la participación en procesos de política pública, investigación, generación de ofertas tecnológicas y transferencia de tecnología, lo cual puede en ocasiones afectar su trabajo al no especializarse en un área en particular y por ende ser reconocida por ello. Aquí citan que pueden asignarse tareas que no le competen a la corporación al tener gran amplitud de accionar en el sector agropecuario.

Para la cadena de café, se observa un accionar bottom-up con la participación desde el nivel municipal, departamental y nacional para la toma de decisiones y funcionamiento institucional.

El enfoque del asesoramiento agrícola se relaciona con los roles que cumplen los profesionales, en el caso de la FNC, se resalta que los profesionales funcionan como extensionistas, teniendo una visión integral del sistema y entregando los resultados de investigación y retroalimentando el proceso en busca de un cambio técnico. Para FEDECACAO y CARTAMA, funciona bajo el concepto de asistente técnico, el cual cumple con entregar recomendaciones a los productores, en busca de un fin último en particular.

La CNCh reconoce a los profesionales como analistas, al no poder encajarlos como asistentes técnicos o extensionistas, por las capacidades que ello requiere, y al ir más allá de la recomendación, ya que, adicional al acompañamiento técnico para la producción y comercialización de cacao, se trabajan componentes transversales para fortalecer las capacidades de los productores.

4.2.8.1.5 Análisis de la Codificación Articulación – Cooperación

La articulación – cooperación contempla los códigos de interacción con otros actores (67,6%) y participación en redes de trabajo (40,4%) (**Tabla 34**).

Tabla 34*Distribución de códigos actividades de articulación y cooperación.*

Código	Referencia	Cobertura
Interacción con otros actores	61	67,6%
Redes de trabajo	13	40,4%

- **Análisis categoría interacción con otros actores.**

La interacción con otros actores resulta vital para el desarrollo de actividades de asesoramiento para el sector agropecuario. La ADR resalta el trabajo articulado que se ha tenido con el SENA, MADR y AGROSAVIA para definir los lineamientos para la formación de capacidades en extensión agropecuaria. Sin embargo, el SENA menciona que “por lo general la formación no incluye la participación de personal externo, para algunos casos puntuales se puede citar a personal experto en un tema, como apoyo al programa. Hasta el momento, solo se han articulado con la FAO para la actualización del programa de formación, se han incluido algunas temáticas al programa. Escuela Nacional de Extensión Rural” (M. Cediell, comunicación personal, 01 de marzo de 2022)

AGROSAVIA resalta que “la corporación trabaja con las demás instituciones, se tiene una base grande de aliados, el tema es que las relaciones de confianza deben ser de largo plazo y deben ser previas al proceso de financiación de proyectos de investigación. La corporación debe generar alianzas por procesos previos, diálogos anteriores en donde se identifiquen propósitos comunes y que se construyan las miradas en términos de I+D que deriven en propuestas de investigación financiadas, y no que la alianza derive de la opción de financiación” (C. Uribe, comunicación personal, 17 de noviembre de 2022).

ASOHOFrucol menciona que la interacción con las demás entidades se realiza con dos propósitos, primero “se tiene relacionamiento con empresas, organismos certificadores que ofrecen un portafolio amplio de servicios para capacitación a través de contratos comerciales, también se invita a personal experto externo para complementar la formación”, y segundo, “se realiza investigación en alianza con diferentes entidades, cuenta con recursos propios para desarrollarla y a nivel nacional se trabaja con diferentes entidades para el desarrollo de proyectos conjuntos” (N. Arango, 08 de marzo de 2022).

Por su parte, FEDECACAO refiere que “existe buena articulación, trabajo con universidades y centros de investigación, se identifican problemáticas y en conjunto se empieza a trabajar. Se tienen acuerdos de cooperación institucional para el desarrollo de temas de

investigación con otras entidades, revisar los intereses y capacidades de cada institución. Se busca articularse para trabajar en los diferentes retos del sector, la federación está abierta a escuchar iniciativas para desarrollar investigaciones para la cadena cacao-chocolate. Existe interacción constante con los investigadores de las diferentes entidades para la búsqueda de fuentes de financiación” (P. Arenas, comunicación personal, 08 de marzo de 2022).

La FNC indica que “se trabaja articuladamente con otras instituciones, actualmente hay 50 investigadores, pero hay temáticas en las cuales no hay suficientes capacidades, en estos casos se busca el ente de investigación para realizar investigaciones de manera colaborativa” (A. Gaitán, comunicación personal, 22 de febrero de 2022). De igual manera la CNCh señala que “se trabaja de manera articulada con diferentes instituciones para generar espacios de formación y generación de capacidades. Si la temática no es del área de la compañía, se buscan otras fuentes (expertos) para llevarles soluciones a la comunidad a través de convenios. Se establecen convenios de cooperación con las empresas, para hacer investigación o desarrollar programas o proyectos conjuntos” (O. Hincapié, comunicación personal, 18 de marzo de 2022).

- **Análisis categoría Redes de trabajo**

Desde AGROSAVIA “se participa con la secretaría técnica de la red RELASER para la transferencia de tecnología entendiendo que son actores claves en el proceso, también los investigadores participan en redes especializadas para la divulgación científica” (S. Pulido, comunicación personal, 20 de noviembre de 2022). La UNIAGRARIA también trabaja con RELASER y RENER en temas de extensión y formación de capacidades.

FEDECACAO menciona que “participa en mesas de trabajo con instituciones en donde se conocen los proyectos que se están desarrollando desde diferentes instituciones, FEDECACAO, CNCh, Casa Luker, universidades con investigación en cacao. Esta mesa trabaja en varios frentes: investigación, transferencia, comercialización” (P. Arenas, comunicación personal, 08 de marzo de 2022). De igual manera la CNCh “participa del Consejo Nacional Cacaotero el cual reúne todos los actores que trabajan en la cadena, se identifican problemáticas o requerimientos nacionales para que de manera articulada se abarquen desde diferentes entidades” (O. Hincapié, comunicación personal, 18 de marzo de 2022).

En el caso del SENA, a través de la mesa sectorial se definen las normas de formación por sectores productivos (Tolima Mesa Acuícola y Agrícola).

4.2.8.1.6 Principales Hallazgos de la Codificación Articulación - Cooperación

Actualmente se reconoce el trabajo articulado entre entidades como SENA, ADR, MADR y AGROSAVIA para la definición de los lineamientos para el desarrollo de la extensión agropecuaria en el país. El SENA cumple con la función de desarrollar los programas de formación en cumplimiento de la Ley 1876/2017.

La articulación institucional se concibe como un eje central para el desarrollo de proyectos de investigación, sin embargo, generalmente se formalizan las alianzas cuando se cuenta con una fuente de financiación, lo cual le da una temporalidad al relacionamiento. La interacción se basa en lazos de confianza que no puede estar condicionado a una temporalidad y debe surgir de manera espontánea como resultado de un trabajo constante entre instituciones.

En las entidades gremiales el relacionamiento e interacción con las demás instituciones se dirige hacia el desarrollo de procesos de formación y proyectos de investigación. Se contempla este relacionamiento con base en la complementariedad, toda vez, que dos entidades que cumplan la misma función no pueden cumplir su función en una zona o proyecto en común.

Se reconocen algunas redes de trabajo formales en temas de extensión como RELASER y RENER. La participación en estas redes permite intercambiar conocimiento entre los profesionales y generar lazos para el desarrollo de acciones conjuntas.

Las mesas de trabajo y consejos nacionales de cadena se conciben como espacios para priorizar necesidades, identificar capacidades y proponer estrategias conjuntas de trabajo. Las entidades no referencian redes internas de trabajo como medio de articulación.

4.2.8.1.7 Análisis de la Codificación acceso a la información, condiciones de contexto y disponibilidad de recursos financieros y humanos.

La distribución de los códigos restantes contempla, 1) acceso a la información, constituido por las actividades de difusión de resultados externos (16,3%) y la disponibilidad de información (44,9%) y de plataformas de consulta (38,8%); 2) condiciones de contexto, que incluyen, el origen de las actividades de asesoramiento (19%) y la situación actual del servicio de asesoramiento (81%); 3) disponibilidad de recursos financieros con las categorías de financiación de actividades de investigación (63,6%) y de las actividades de generación de capacidades (36,4%) y 4) disponibilidad de recursos humanos, discriminada por personal dedicado a la formación de capacidades (57,9%) y personal dedicado a la investigación (42,1%) (**Tabla 35**).

Tabla 35

Distribución para los códigos de acceso a la información, condiciones de contexto y disponibilidad de recursos financieros y humanos.

Categoría	Código	Referencia	Cobertura
Acceso a la información	Difusión de resultados externos	8	16,3
	Disponibilidad de información	22	44,9
	Disponibilidad de plataformas	19	38,8
Contexto	Origen de las actividades	12	19
	Situación actual servicio asesoramiento agrícola	51	81
Recursos financieros	Financiación de actividades de investigación	14	63,6
	Financiación de actividades para la generación de capacidades	8	36,4
Recursos humanos	Personal dedicado a formación de capacidades	11	57,9
	Personal dedicado a la investigación	8	42,1

4.2.8.1.8 Principales Hallazgos Codificación acceso a la información, condiciones de contexto y disponibilidad de recursos financieros y humanos.

La disponibilidad y el acceso a la información en las organizaciones para el desarrollo de actividades de asesoramiento agrícola se relaciona con la generación de documentos, manuales, cartillas y el uso de plataformas y medios de comunicación.

La información generada por las entidades no está lo suficientemente organizada para su sistematización e interoperabilidad con plataformas de consulta masiva.

El sector agropecuario está experimentando en el sector público una transición entre la asistencia técnica y la extensión agropecuaria. Esta transición ha condicionado la generación de capacidades en los profesionales, así como en las entidades dedicadas a la prestación del servicio.

La generación de conocimiento en el sector agropecuario continúa siendo lineal, se hace investigación y se transfiere, se asume que la participación del extensionista y el productor garantiza que haya adopción de tecnologías.

Algunas organizaciones miden el desempeño de las actividades de asesoramiento agrícola a partir del aumento en producción o rendimiento, así mismo, la generación de capacidades depende de ese desempeño.

La formación profesional no genera las capacidades suficientes en los profesionales para el desarrollo de actividades de asesoramiento agrícola. Cada institución debe nivelar conocimientos para cumplir con los lineamientos definidos en la organización en cuanto a las metas y resultados del trabajo.

La FNC tiene un modelo de extensión agropecuaria que podría guiar el desarrollo de las actividades de acompañamiento agrícola de las demás instituciones, sin embargo, la variabilidad en la disponibilidad de recursos de financiación limita la continuidad de acciones en el territorio y el desarrollo de modelo de extensión agropecuaria integral.

La financiación para el desarrollo de proyectos es variable, en su mayoría proviene de la participación en convocatorias para financiación de proyectos, en el caso de los gremios, su accionar contempla desarrollo de investigación, sin embargo, esta no se realiza de manera independiente sino de manera articulada con centros de investigación y universidades, fortaleciendo y complementando capacidades.

Dentro de los planes anuales de las organizaciones se contempla el desarrollo de actividades de formación en los profesionales, siempre dirigida al cumplimiento de metas y resultados.

La dedicación de personal para actividades de formación y desarrollo de procesos de investigación es dependiente de la disponibilidad de recursos. Generalmente, las formaciones son contratadas con externos y la investigación se realiza en conjunto con otras entidades.

4.2.9 Triangulación de los datos recolectados

Con el propósito de verificar la convergencia, confirmación o correspondencia entre los datos cuantitativos y cualitativos recolectados, se aplica un diseño de triangulación concurrente (DITRIAC). Este método permite confirmar los resultados obtenidos y efectuar validación cruzada entre datos cuantitativos y cualitativos (Hernández-Sampieri et al., 2014).

La siguiente matriz (**Tabla 36**) combina los datos del análisis cuantitativo y cualitativo expresados en el recuento de respuestas y el porcentaje de representatividad en cada caso, de esta manera tenemos datos cuantitativos comparables entre la pregunta del instrumento y el código de NVivo. La matriz permite verificar la validez entre los datos obtenidos por los diferentes métodos aplicados existiendo coherencia entre la representatividad de respuestas para ambos análisis.

Tabla 36*Triangulación datos cuantitativos (instrumento) - cualitativos (entrevistas).*

Componente PACAP	Pregunta instrumento	Recuento escala Likert	% Representatividad preguntas relacionadas	Código Nvivo	Número de veces mencionadas	% Representatividad códigos relacionados
Asimilación	¿La organización cuenta con procesos de investigación y actividades de divulgación de resultados como insumo para el desarrollo de actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	155	12	Investigación para el sector agropecuario	34	14
	¿La organización cuenta con medios de divulgación de los resultados de los procesos de investigación?	150	12	Medios para divulgar la información	23	9
	¿Participa de actividades de formación y/o actualización tecnológica para soportar las actividades de asistencia técnica y/o extensión agropecuaria?	221	17	Oferta de formación disponible	57	23
	Total Recuento Escala Likert instrumento	1291	100	Total Referencias código	247	100

4.3 Objetivo 3. Analizar los patrones que emergen a través de las dinámicas de interacción y de las capacidades potenciales de absorción en los procesos de asesoría en un sistema de innovación agrícola a partir de un modelo de simulación basado en agentes.

La construcción del MBA tiene como objetivo reconocer las características y dinámicas de interacción entre los diferentes agentes del servicio de asesoramiento agrícola y el entorno competitivo (demandas del mercado) para las cadenas productivas de Aguacate, Cacao y Café del departamento del Tolima.

Como resultado, se espera modelar las rutinas que emergen de la interacción entre agentes heterogéneos afectados por las condiciones organizacionales y del entorno con base en las PACAP y su influencia en el desempeño de un sistema de asesoramiento agrícola. Las PACAP permiten diferenciar y establecer tipologías para los agentes, proporcionándoles heterogeneidad con posibilidad de interactuar y complementar sus capacidades y generar mayores beneficios (D. J. Teece, 1988).

Como primer punto para el MBA, se construyó el modelo conceptual del sistema, definiendo preguntas iniciales de cómo el modelo ayudará a la comprensión del fenómeno e identificando aquellos elementos que permiten dicha comprensión. Posteriormente, se validó a partir de la teoría las preguntas iniciales para finalmente formular el modelo conceptual con sus respectivos supuestos, reglas de decisión y procedimientos.

Siguiendo el planteamiento hecho por Sargent (2011), se procedió con la computarización del modelo con sus respectivos parámetros y configuración inicial, definiendo posibles escenarios e identificando patrones de comportamiento resultado de la interacción entre agentes competidores y demandas del mercado. Finalmente, la validación del modelo se realiza utilizando

del método histórico de racionalismo y de historia amigable logrando contrastar la teoría con los resultados obtenidos.

4.3.1 Conceptualización del sistema para la construcción del MBA

Para una mejor comprensión del fenómeno, se plantean las siguientes preguntas iniciales: 1) ¿Cuáles son los patrones que emergen de la interacción entre agentes a partir de sus PACAP?, 2) ¿Qué factores del entorno (organizacional/contexto) explican la dinámica de interacción entre agentes en un sistema de asesoramiento agrícola? y 3) ¿Cómo inciden estos patrones sobre el desempeño del sistema de asesoramiento en relación con las PACAP y las demandas del mercado?

El MBA busca examinar el sistema de asesoramiento agrícola desde una perspectiva de sistemas complejos adaptativos – SCA, teniendo en cuenta la heterogeneidad de los agentes y las reglas de decisión que definen su comportamiento y evolución frente a los desafíos emergentes del sector.

Como elementos esenciales del sistema se contemplan la coevolución de los agentes, la aleatoriedad y las relaciones que se generan entre ellos, los costos de transacción existentes en todas las relaciones que se dan entre los agentes y las demandas del mercado (entorno competitivo), la racionalidad limitada del entorno competitivo – EC y los agentes competidores, la interacción entre el EC y los agentes competidores, y entre agentes por complementariedad y el tener un entorno competitivo/dinámico que busca ser satisfecho.

4.3.2 Supuestos para la formulación del modelo conceptual del sistema de asesoramiento agrícola

De manera general para la formulación del modelo se definen los siguientes supuestos:

- El modelo se fundamenta en que un sistema de innovación emerge de la interacción entre agentes heterogéneos (Edquist, 1997), resaltando la importancia de la localización o cercanía geográfica para que se de esta interacción.
- El modelo debe permitir realizar experimentos con los agentes del SIA para poder analizar la dinámica de interacción y así representar los patrones que emergen, de forma tal que se permitan diferenciar políticas y estrategias adecuadas para un mejor desempeño.
- El modelo debe simular los procesos y las dinámicas de interacción a partir de las PACAP

en un entorno competitivo desde la perspectiva de SCA y bajo el paradigma MBA.

- El modelo diferencia los agentes a partir de sus PACAP para establecer las dinámicas de interacción con las demandas del mercado (entorno competitivo). Así mismo describe los procedimientos y las ecuaciones matemáticas para cada relación e interacción para su posterior implementación y verificación en la plataforma escogida.

4.3.3. Agentes competidores y Demandas del Mercado.

Para el MBA se consideran agentes competidores a los asesores agrícolas que cumplen el rol de intermediación en un SIA para satisfacer las demandas del mercado DM de los productores. Alineado con lo planteado por Ruiz Castañeda, (2015), para la construcción del modelo se establece la tipología de los agentes competidores con base en sus PACAP y las funciones que cumplen dentro del sistema (**Tabla 37**).

Tabla 37

Tipología y características de los agentes con base en sus PACAP.

Tipo de Agente	Característica	Componente PACAP
Intermediario	Realiza actividades de difusión de conocimiento y tecnología	Capacidad de identificación de las necesidades del mercado. Capacidad de asimilación del conocimiento necesario para suplir la demanda del mercado.
Explorador	Realiza actividades de generación de conocimiento y tecnología	Capacidad de identificar el conocimiento necesario para suplir la demanda del mercado. Capacidad de generar las vías/medios para la adquisición del conocimiento.
Explotador	Realiza actividades de uso de conocimiento y tecnología	Capacidad de identificación de las necesidades del mercado. Capacidad de generar las vías/medios para la adquisición del conocimiento.
Intermediario – Explorador	Realiza actividades de generación, difusión de conocimiento y tecnología	Capacidad de identificación de las necesidades del mercado. Capacidad de identificar el conocimiento necesario para suplir la demanda del mercado. Capacidad de generar las vías/medios para la adquisición del conocimiento. Capacidad de asimilación del conocimiento necesario para suplir la demanda del mercado.

Intermediario Explotador	Realiza actividades de uso y difusión de conocimiento y tecnología	Capacidad de identificación de las necesidades del mercado.
		Capacidad de generar las vías/medios para la adquisición del conocimiento. Capacidad de asimilación del conocimiento necesario para suplir la demanda del mercado.
Latecomer	Agente que ingresa de manera tardía al sistema cumpliendo el rol de intermediador, explorador y explotador	Capacidad de identificación de las necesidades del mercado.
		Capacidad de asimilación del conocimiento necesario para suplir la demanda del mercado.
		Capacidad de identificar el conocimiento necesario para suplir la demanda del mercado. Capacidad de generar las vías/medios para la adquisición del conocimiento.

Por tanto, los agentes competidores del sistema de asesoramiento según sus funciones se clasifican como: Explotadores (poseen capacidades de producción y mercadeo de la innovación), Intermediarios o catalizadores (tienen capacidades de difusión y/o vinculación) y Exploradores (presentan capacidades de investigación y desarrollo) (Ruiz- Castañeda, 2015).

Para que un agente competidor pueda considerarse competente, sus capacidades deben ser validadas por un entorno competitivo o mercado (Quintero & Giraldo, 2018). En el caso del sistema de asesoramiento agrícola, el entorno competitivo está representado por las DM que deben ser satisfechas por los agentes, quienes mediante sus PACAP deben tener la habilidad de cumplir con los atributos de cada DM, dándole al modelo un comportamiento *market pull*.

Como se ha mencionado, el modelo considera la heterogeneidad de los agentes como un factor clave, para el caso de los agentes competidores se diferencian a partir del vector capacidades, y para las demandas del mercado a partir del vector de atributos. El vector otorga la posibilidad de interacción entre agentes a través de reglas de decisión “cercanía y complementariedad en las capacidades” (Quintero & Giraldo, 2018).

Cumpliendo los supuestos del modelo, tanto agentes competidores como DM se generan de manera aleatoria con magnitudes de cuatro posiciones para el vector capacidades y el vector atributos. Cada posición del vector representa cada uno de los componentes de las PACAP respectivamente.

- **Vector Atributos DM**

$$A_{IDm} \ A_{Know} \ A_{Dir} \ A_{Asim}$$

$A_{(DM)}$: Requerimiento de la DM.

$A_{(KNOW)}$: Tipo de conocimiento requerido por la DM.

$A_{(DIR)}$: Dirección o medios requeridos para que la DM adquiriera el conocimiento.

$A_{(ASIM)}$: Grado (Facilidad) de comprensión del conocimiento por parte de la DM.

Adicional, la DM se caracteriza por tener una volatilidad y un tiempo del ciclo de vida en el entorno competitivo.

- **Vector Capacidades Agente Competitivo**

$$C_{IDm} \ C_{Know} \ C_{Dir} \ C_{Asim}$$

$C_{(DM)}$: Identificación de la DM.

$C_{(KNOW)}$: Identificación del tipo de conocimiento que se requiere para satisfacer la DM.

$C_{(DIR)}$: Dirección o medios utilizados para adquirir el conocimiento y satisfacer la DM.

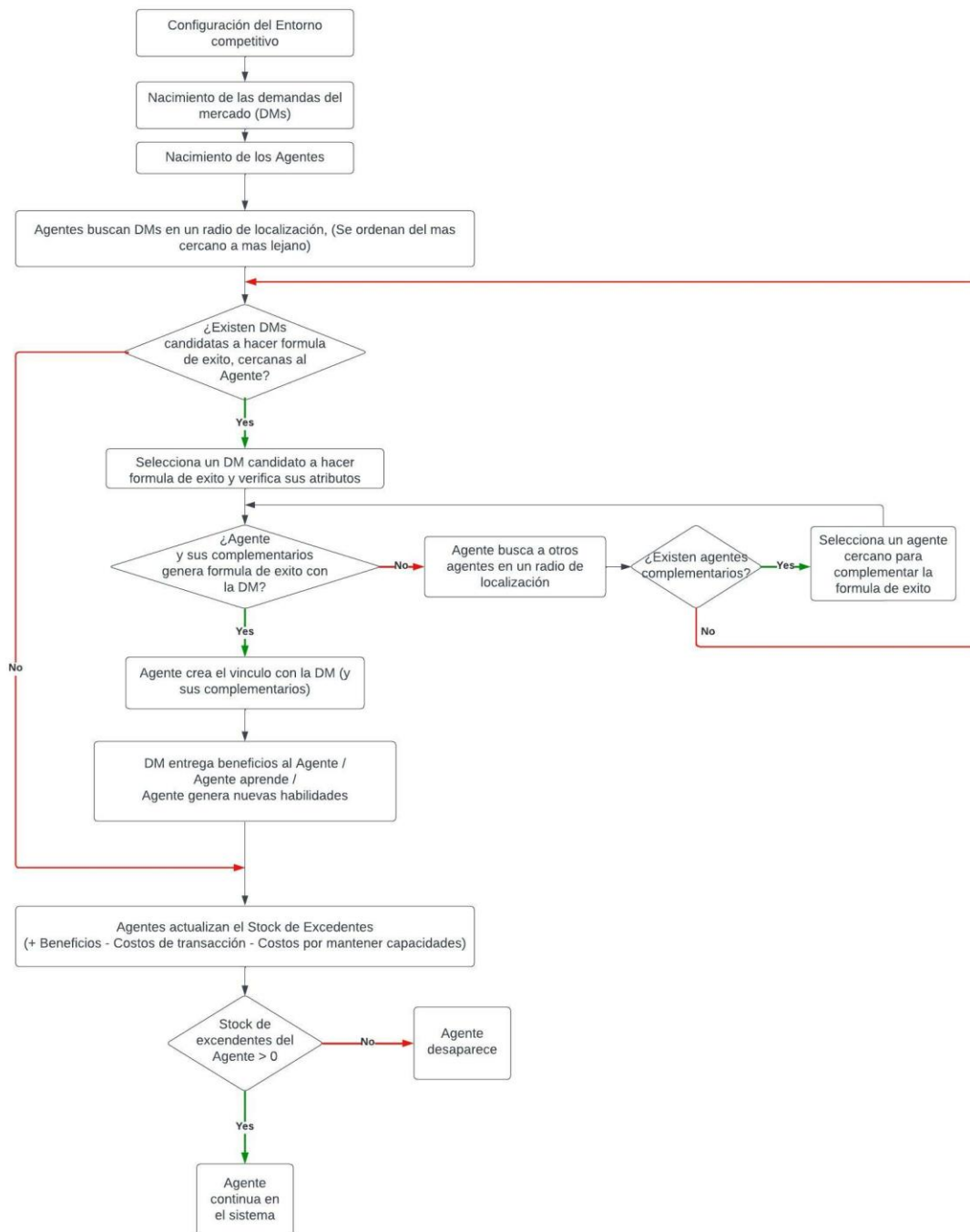
$C_{(ASIM)}$: Comprensión del conocimiento, desarrollo de una habilidad (asimilación) para satisfacer la DM.

4.3.4 Modelo conceptual para el análisis de las dinámicas de interacción en el asesoramiento agrícola.

A partir del planteamiento realizado previamente, a continuación, se ilustra la dinámica de interacción entre los agentes competitivos y las DM, simulando sus características, normas y mecanismos de funcionamiento (**Figura 27**).

El modelo conceptual representa los siguientes procedimientos: 1) nacimiento de DM en el entorno competitivo, 2) nacimiento de los agentes competidores, 3) los agentes buscan las DM, 4) interacción entre agentes y el entorno competitivo por radio de localización y complementariedad según reglas de decisión, 5) generación de fórmulas de éxito (interacción entre DM y agentes a partir del vector atributos vs vector capacidades de los agentes), 6) si las magnitudes del vector capacidades no cumplen con las magnitudes del vector atributos, ingresa un nuevo agente a cumplir con el requerimiento de la DM, 7) la DM entrega beneficios a los agentes según el nivel de satisfacción del vector atributo, 8) el beneficio que reciben los agentes se ven reflejados en nuevas habilidades, competencias, desarrollo de PACAP, 9) recompensa y beneficios de los agentes (Generación de PACAP) y 10) acumulación de stock de excedentes.

Figura 27
Diagrama de flujo modelo conceptual.



4.3.5 Construcción de fórmulas de éxito

Las fórmulas de éxito se construyen a partir de la interacción entre los agentes competidores y las demandas del mercado. El número de fórmulas de éxito SF dependerá de la magnitud del vector capacidades del agente para establecer una relación con una o más DM, así como la complementariedad con los demás agentes para suplir la magnitud del vector atributos de las DM.

Como se mencionó previamente, tanto los agentes competidores como las DM surgen y se ubican de manera aleatoria en el sistema, dotados cada uno con determinados valores para los vectores capacidades y atributos. De esta manera, cumpliendo la regla de cercanía y complementariedad se generan las SF (**Figura 28** y **Figura 29**).

Las SF entre las DM y los agentes competidores se establecen a partir de la interacción entre ellos y el nivel de satisfacción de cada una de las posiciones del vector atributos de la DM por parte del agente competidor, iniciando de izquierda a derecha, es decir, la primera capacidad corresponde a la identificación de la DM, seguida por identificación del conocimiento requerido para satisfacer la DM, tercero los medios/vías requeridos para adquirir conocimiento y finalmente la asimilación del conocimiento para suplir la DM.

Figura 28

Construcción de una SF por parte de un solo agente.

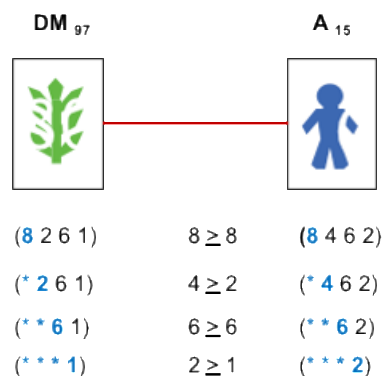
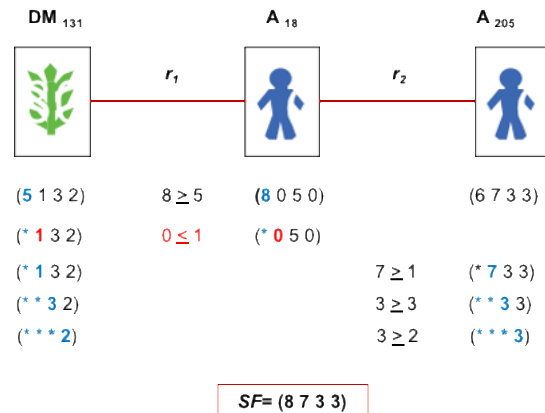


Figura 29

Construcción de una SF entre dos agentes.



4.3.6 Reglas de decisión que definen el comportamiento de los agentes

La dinámica de interacción entre los agentes competidores y las DM, se determina principalmente por dos reglas de decisión, la localización y complementariedad. La **localización** o cercanía entre agentes (dL) se refiere a la menor distancia geográfica de radio (r) que separa a los agentes. Es la primera regla de búsqueda de los agentes. La **complementariedad** o distancia de complementariedad de las capacidades (dC), que es la menor distancia entre las magnitudes de las posiciones de los vectores de los agentes. Esta regla define si se realiza el vínculo o no (Quintero & Giraldo, 2018).

Cumpliendo estas dos reglas y resultado de la interacción entre los agentes competidores y el entorno competitivo se generan las **SF**. Estas interacciones pueden surgir con el fin de complementar las capacidades existentes para suplir la demanda de mercado. Dichas fórmulas de éxito responden al ciclo de exploración – explotación planteado por (Gilsing & Nootboom, 2006).

Cuando una DM es satisfecha entrega **beneficios** a los agentes que suplieron la magnitud del vector atributo de acuerdo con la capacidad que involucró. Dichos beneficios se **suman al stock de excedentes (acumulan)** de cada agente por periodo de tiempo (tick), al cual se le restarán los costos de mantener las capacidades y los costos de transacción de cada uno de los vínculos (Quintero & Giraldo, 2018).

Como resultado de este proceso, los agentes que suplan una DM **aprenden, generan una nueva capacidad/habilidad** acumulando las capacidades que utilizaron y des acumularon las que no mediante el des aprendizaje (Quintero- Ramírez, 2016).

Finalmente, los agentes que deterioren su stock de excedentes hasta cero morirán y desaparecerán del sistema.

4.3.7 Parámetros del modelo

Número inicial de DM: Representa la cantidad de demandas generadas en el entorno competitivo. Estas DM surgen con un vector de atributos de 4 posiciones con magnitud aleatoria de cero (0) a nueve (9) cada una, su ubicación también se asigna de manera aleatoria.

Número inicial de agentes competidores: Este parámetro representa el número de agentes competidores iniciales del sistema, los cuales son creados con un vector capacidades de 4 posiciones con magnitud aleatoria de cero (0) a nueve (9). La magnitud de las capacidades en cada posición determina la tipología del agente, siendo esta aleatoria. Su ubicación geográfica también se asigna de manera aleatoria.

Tasa de nacimiento de las DM: Este parámetro se refiere a la tasa de renovación de las demandas del mercado en relación con la dinámica del sistema y la desaparición de demandas insatisfechas. Esta variable también es creada aleatoriamente con base en el tiempo.

Tasa de nacimiento de los agentes competidores: Este parámetro se refiere a la tasa de renovación de los agentes en el entorno competitivo, dada la dinámica del modelo, así como surgen nuevas demandas pueden surgir nuevos agentes para suplir dicha necesidad. Esta variable también es creada aleatoriamente con base en el tiempo.

Stock de excedentes: Se puede considerar como los recursos máximos con los que puede nacer un agente en el sistema, siendo este el recurso que le permite sobrevivir. El stock de excedentes se actualiza periodo a periodo para cada agente (3).

(3)

$$SE_t = SE_{t-1} + B_t - C_t - CT_t$$

Donde:

SE_t =Stock de excedentes del sistema en un periodo t

SE_{t-1} =Stock de excedentes del sistema en un periodo t-1

B_t =Beneficios del sistema en un periodo t

C_t =Costo de mantenimiento de las capacidades del sistema en un periodo t

CT_t = Costos de la transacción del sistema en un periodo t

Volatilidad máxima de las demandas de mercado: Tiempo máximo en que las demandas del mercado permanecen en el sistema sin ser satisfechas, al pasar un tiempo sin ser

satisfechas estas desaparecen. El valor de la volatilidad máxima se asigna en años establecida aleatoriamente a cada demanda de mercado.

Beneficio por atributo: Asignación de una recompensa que brinda el entorno competitivo en cada posición del vector atributo del entorno competitivo de las demandas del mercado (4).

(4)

$$B_{kt} = AI_k * PA_k * e^{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Donde:

B_{kt} = Beneficio por atributo en un periodo, t es el periodo en el que se encuentra el t_{icl} , k es la posición en el vector.

AI_k = Ingreso del vector de atributos en la posición k del vector.

PA_k = Magnitud del vector atributos en la posición k del vector.

μ = Es la media de la función gaussiana (para el modelo tiene un valor de $t_{icl}/2$)

s = Es la desviación estándar (para el modelo tiene un valor de $t_{icl}/4$) de la función gaussiana del t_{icl}

Costo por capacidad: Se refiere al costo que implica el mantenimiento de cada tipo de capacidad del vector capacidades de un agente (5).

(5)

$$\sum_{k=1}^m CC_k PC_k = CCV$$

Donde:

CCV = Costo de mantenimiento del vector de capacidades del agente.

K = Posición en el vector de capacidades de un agente

m = Cantidad de posiciones del vector

CC_k = Costo generado para sostener una capacidad en una posición k en un periodo de tiempo

PC_k = Magnitud del vector de capacidades en la posición k de un agente

Costo de transacción entre agentes: Este parámetro representa la afinidad en el vector capacidades para generar interacciones entre agentes, es decir, que tan fácil es generar enlaces con los demás agentes del ambiente. Se asignan tres niveles (bajo, medio, alto) los cuales son asignados con base en las características del agente.

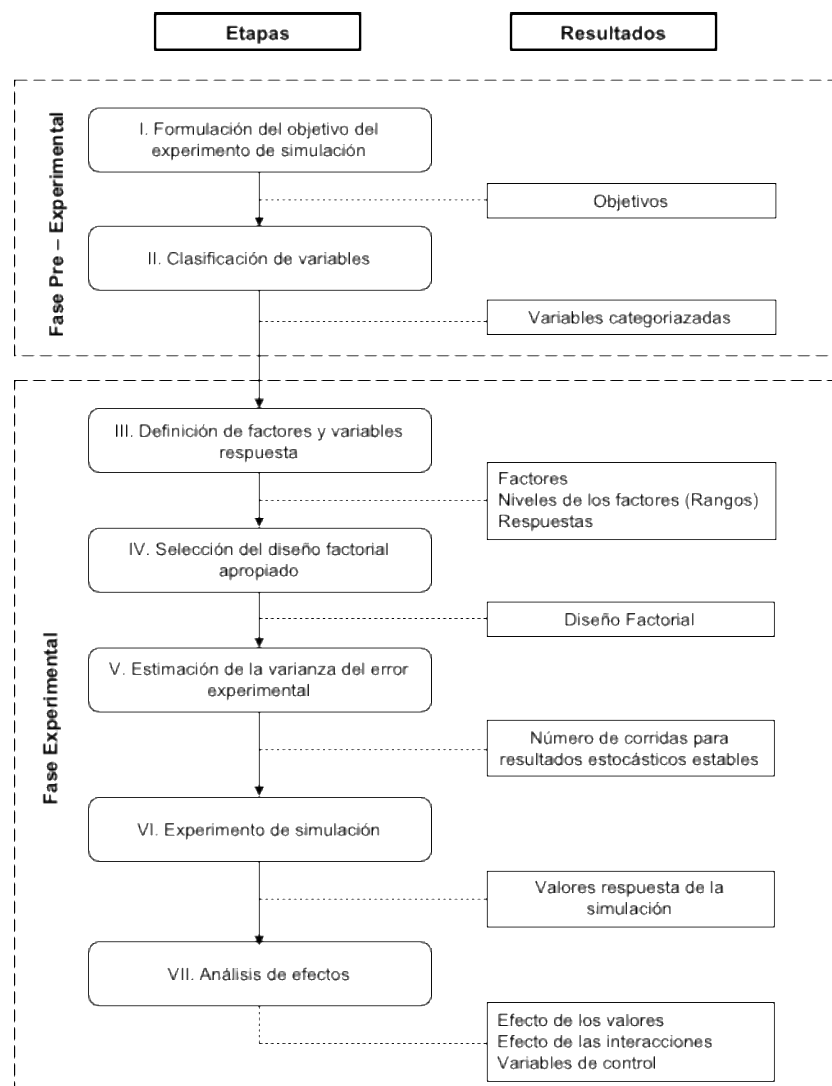
4.3.7.1 Calibración de los parámetros del MBA.

Con el propósito de minimizar el nivel de incertidumbre sobre los valores de los parámetros del MBA, se procede con su ajuste y calibración lo cual permitirá encontrar rangos de valores razonables a partir de la combinación de métodos de optimización para que el modelo reproduzca suficientemente bien los patrones observados en la realidad (Thiele et al., 2014).

Bajo el marco del Diseño de Experimentos - DoE se sigue el método sistemático planteado por Lorscheid et al., (2012) para explorar el espacio de parámetros a partir del diseño factorial (completo) (Figura 30).

Figura 30

Proceso de análisis de un modelo de simulación basado en DoE.



Nota: Fuente Adaptado de Lorscheid et al., (2012)

Fase pre – experimental

(I) *Formulación del objetivo del experimento de simulación*, el objetivo del DoE propuesto es comparar la configuración de alternativas de simulación e identificar factores importantes y sus efectos en la variable respuesta del modelo y de esta manera encontrar la configuración óptima de los parámetros.

(II) *Clasificación de variables*, relacionado con la organización de las variables por nivel de influencia en el comportamiento del modelo, agrupándolas en variables independientes, dependientes y de control (**Tabla 38**).

Tabla 38

Clasificación de variables para la calibración de parámetros.

Variables Independiente	Variables Dependiente	Variables de control.
Beneficio por atributos (I)	Número de demandas del mercado	Número de agentes (I)
Costo por capacidades (II)	con fórmula de éxito (I)	Número de demandas de mercado
Tasa de nacimiento agentes (III)	Número de agentes con fórmula de	(II)
Tasa de nacimiento demandas de	éxito (II)	Tiempo de ciclo de vida útil (III)
mercado (IV)	Stock de excedentes acumulado del sistema (III)	

El desempeño de las variables dependientes resulta de la combinación de valores con las variables independientes. Su análisis se realiza variando los valores de entrada y evaluando los efectos sobre las variables dependientes (Lorscheid et al., 2012).

Fase Experimental

(III) *Definición de factores y variables respuesta*, luego de definidas las variables y sus valores, estos deben convertirse en factores con rangos de niveles y variables respuesta para el experimento de simulación. Las variables respuesta son necesarias para medir los resultados experimentales (**Tabla 39**).

Con el propósito de verificar la capacidad de respuesta de los agentes competidores en relación con los requerimientos de las DM a partir de la interacción y generación de SF con base en las PACAP y la supervivencia en el entorno competitivo, se contemplan 3 variables respuesta; el **número de SF de las DM**, el **número de SF de los agentes** y el **stock de excedentes del sistema**, para un periodo de simulación de 20 ticks.

Tabla 39
Descripción de los parámetros del modelo.

Variables	Descripción
Longitud de cadena	La longitud de la cadena para los vectores atributos y capacidades está compuesta por cuatro (4) posiciones. Cada posición representa cada uno de los componentes de las PACAP.
Magnitud	La magnitud para cada posición del vector comprende valores aleatorios entre 0-9.
Costo de mantenimiento por capacidad	Se contemplan valores entre 1 y 2 para todas las posiciones del vector. El costo de mantenimiento corresponde a la mitad del ingreso por atributo para motivar a los actores del entorno a establecer fórmulas de éxito.
Ingreso por atributo	Se estima un rango de valores entre 2 y 4. Tomando de referencia el costo de mantenimiento por capacidad, el ingreso por atributo supera el costo de mantenerse en el sistema.
Número inicial de agentes y DM	Es la cantidad o número de agentes iniciales del modelo, para el caso de los agentes competidores se estima un valor de 40 y para las demandas del mercado 70.
Tasa de nacimiento de las DM	Se refiere al porcentaje de surgimiento de DM en relación por cada periodo o tick estimado. Para la calibración del modelo se estima un rango entre el 15 y 25%.
Tasa de nacimiento de los agentes competidores	Se refiere al porcentaje de surgimiento de agentes competidores en relación por cada periodo o tick estimado. Para la calibración del modelo se estima un rango entre el 10 y 25%.
Ciclo de vida de las DM	Se estima un ciclo de vida para las DM de 5 años, tomando de base el tiempo estimado para satisfacer un requerimiento del mercado y el surgimiento de nuevas demandas. Como referencia las demandas de I+D+i del PECTIA se actualizan cada 5 años.
Costo de transacción por agente	Es el costo que representa sostener una capacidad en cada posición del vector capacidades. Estimando 0.3 para costo bajo, 0.7 costo medio y 1.1 costo alto, siendo estos valores estables para el proceso de simulación del modelo.
Stock de excedentes inicial	Se considera un recurso máximo de 0-300 unidades asignadas de manera aleatoria para la supervivencia de los agentes.
Volatilidad máxima de las DM	Se asigna de manera aleatoria con un valor máximo de 5 años.

(IV) *Selección del diseño factorial apropiado*, el diseño factorial como método de análisis sistemático en la calibración del modelo permite que se produzcan resultados válidos y se puedan identificar las interacciones entre los valores (Lorscheid et al., 2012). En este caso, se escoge el diseño factorial de 2^k , permitiendo estudiar el efecto de las diferentes combinaciones entre factores sobre las variables respuesta propuestas. Siendo k los factores del modelo o variables independientes, se tiene un diseño de 2^4 para un total de 16 escenarios.

(V) *Estimación de la varianza del error experimental*, las medidas de varianza se pueden usar para una primera aproximación de cuántas ejecuciones se necesitan por configuración para la simulación dada (Lorscheid et al., 2012). Para este caso, se utilizan las tablas construidas por Bowman and Kastenbaun (1975) para calcular el número de réplicas r empleando los valores de α (probabilidad de cometer error tipo I (0,05), β (probabilidad de cometer error tipo II o la seguridad con que se desea detectar la diferencia entre el mejor y el peor tratamiento), t (número de tratamientos) y Δ^* (diferencia mínima estandarizada que se tolera entre un tratamiento A y uno B) (Hinkelman & Kempthorne, 2007).

(VI) *Experimento de simulación*, este paso se realiza para producir los datos de simulación. Las combinaciones de niveles de factores para el experimento se derivan del diseño factorial (IV). Para cada punto de diseño, se realiza una simulación N veces según lo determinado en el análisis anterior de la varianza del error (paso (V)). Los valores de respuesta se registran como valores promedio sobre N ejecuciones para cada combinación de nivel de factor (Lorscheid et al., 2012).

En la etapa final de calibración se realiza el *análisis de los efectos* (VII) en dónde se toma los datos y resultados obtenidos en las etapas previas para identificar qué factores son importantes en el modelo de simulación y cómo influyen en la respuesta de la simulación. A partir del análisis de varianza factorial ANOVA sobre las medias registradas en todas las ejecuciones de simulación se obtiene información sobre los efectos de los factores individuales y los efectos de interacción entre los factores analizados (Lorscheid et al., 2012).

4.3.7.1.1 Diseño factorial

Empleando *BehaviorSpace* de Netlogo como herramienta para la obtención de datos, se plantea la siguiente codificación (**Tabla 40**) de parámetros para el diseño factorial de 2^4 para un total de 16 tratamientos o combinaciones entre factores a analizar.

Utilizando el software Minitab 21.4.1 se definió el número de réplicas experimentales a ejecutar a partir del análisis de la potencia y tamaño de la muestra para el diseño factorial de 2 niveles, considerando 4 factores, 16 puntos axiales, desviación estándar de 1, efectos medio de 0,5 y potencia objetivo de 0,95 (**Figura 31**). Como resultado, bajo estos criterios para obtener una potencia real de 0,9611 se requieren 14 réplicas y 224 corridas.

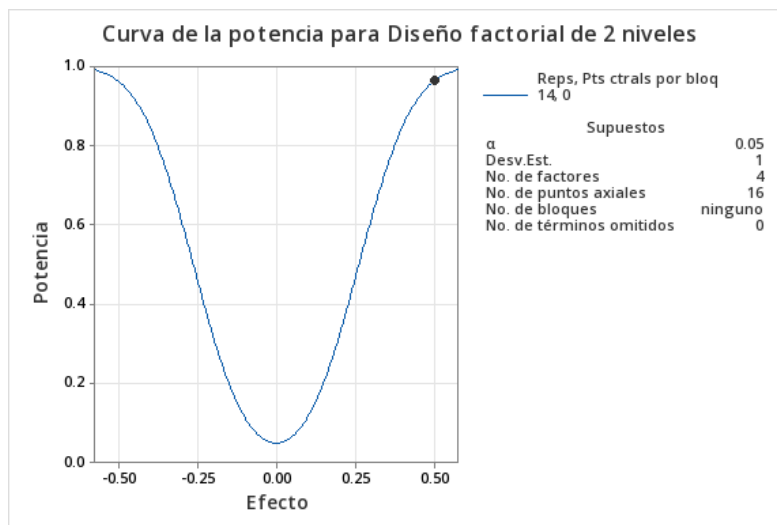
Tabla 40

Codificación de parámetros y rangos para el desarrollo de experimentos en BehaviorSpace de Netlogo.

Parámetro	Código del parámetro
Tasa de nacimiento demandas del mercado	["rate_birth_dms" 15 25]
Costo de mantenimiento por capacidades	["CCK" "[1 1 1 1]" "[2 2 2 2]"]
Ingreso por atributo	["IAk" "[2 2 2 2]" "[4 4 4 4]"]
Costo de transacción entre agentes	["cost_low" 0.3] ["cost_mid" 0.7] ["cost_high" 1.1]
Stock de excedentes	["Initial_SS" 300]
Tasa de Nacimiento de agentes	["rate_birth_agents" 10 25]
Número de enlaces de los agentes con las demandas del mercado	["max_DMs_related" 6]
Número inicial de agentes y demandas del mercado en el sistema	["cont_agents" 40] ["cont_DMs" 70]
Volatilidad	["max_volatility" 5]
Tiempo de ciclo de vida de las demandas del mercado	["tilc" 5]
Número de ticks	["max_ticks" 20]
Variables Respuesta	count DMs with [color = 25] count agents with [mydms != []] precision (mean [sexe] of agents) 2

Figura 31

Curva de potencia para el diseño factorial de 2 niveles.



Nota: Fuente Minitab 21.4.1.

Utilizando la estrategia de el mejor ajuste o “*best fit*” se define la combinación de parámetros que mejor se ajusta a los datos de observación para el diseño factorial de 2^4 en Minitab con los siguientes valores y factores:

A= Ingreso por atributo [2 – 4]

B= Costo de mantenimiento por capacidades [1 - 2]

C= Tasa de nacimiento demandas [15 - 25]

D= Tasa de nacimiento agentes [10 - 25]

Con los datos de la configuración inicial, se obtiene la matriz de diseño factorial de 2^k con los valores de la variable de número de demandas con fórmula de éxito para las 14 repeticiones y 16 tratamientos (**Tabla 41**).

Tabla 41

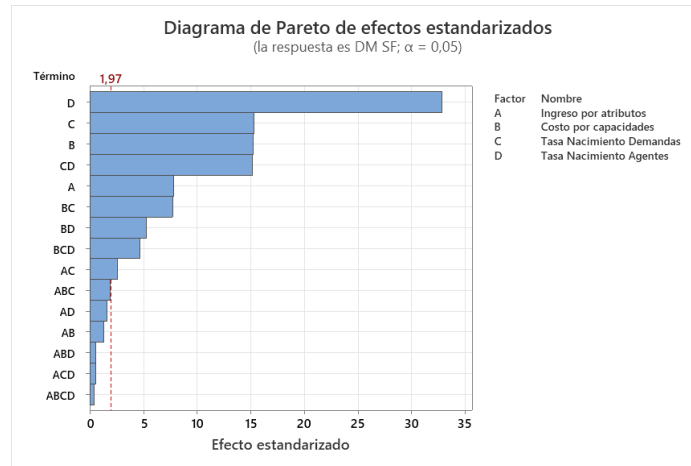
Matriz de diseño factorial número de DM con fórmula de éxito.

Tratamiento	Factores				Réplicas													
	A	B	C	D	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
1	4	1	15	10	60	53	58	55	58	54	59	57	53	59	59	54	59	55
2	4	2	15	25	63	61	60	58	62	62	57	59	58	59	64	59	60	59
3	4	2	25	25	59	59	62	63	57	58	60	58	60	59	59	58	61	57
4	4	1	25	10	48	54	53	48	54	50	53	47	48	49	46	45	51	54
5	2	2	15	25	59	55	57	59	62	51	65	60	58	57	58	57	59	61
6	4	1	15	25	60	62	61	64	63	61	63	61	62	64	65	61	62	61
7	2	1	25	10	45	44	42	48	46	48	47	42	50	48	45	46	43	44
8	4	1	25	25	66	63	64	64	62	65	64	63	63	59	64	65	64	64
9	2	2	25	25	54	55	57	52	56	58	56	58	56	52	53	55	54	56
10	4	2	25	10	40	38	40	33	38	37	35	38	35	32	45	36	38	40
11	2	2	15	10	57	55	48	50	52	51	47	50	49	48	48	48	56	52
12	2	1	15	10	47	51	58	48	54	52	58	55	53	50	57	51	48	54
13	2	2	25	10	32	33	30	27	41	32	34	38	33	31	34	31	31	39
14	4	2	15	10	54	54	50	45	52	48	57	50	54	50	54	56	52	56
15	2	1	15	25	63	61	59	64	60	58	58	56	60	61	58	64	60	56
16	2	1	25	25	58	63	64	58	62	60	62	58	61	62	58	61	62	60

Resultado del análisis de regresión factorial realizado se obtiene el diagrama de Pareto de efectos estandarizados para el modelo (**Figura 32**), evidenciando la incidencia de los factores analizados sobre el número de DM con fórmula de éxito, observando que para el caso del número de fórmulas de éxito la tasa de nacimiento de los agentes (D) incide positivamente sobre la respuesta (efecto estandarizado= 32,84), así como la interacción tasa nacimiento demandas (C) y tasa nacimiento agentes (D) (efecto estandarizado=15,19) y el Ingreso por atributo (A) (efecto estandarizado=7,83), sin embargo, la tasa de nacimiento de las demandas y el costo de capacidades tienen un efecto negativo (efecto estandarizado= -15,33 y -15,23 respectivamente) sobre la respuesta del modelo.

Figura 32

Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para demandas del mercado con fórmula de éxito.

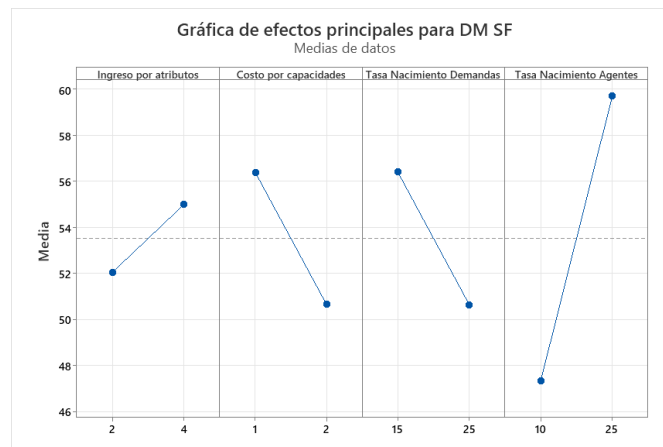


Nota: Fuente Minitab 21.4.1

Complemento al análisis de regresión factorial se grafican los efectos principales para las DM con fórmula de éxito en relación con los 4 factores propuestos (**Figura 33**). Visualmente se corroboran los resultados obtenidos de regresión factorial en donde se evidencia que el factor que más influye sobre la variable respuesta es la tasa de nacimiento de los agentes, siendo mejor la respuesta para una tasa de 25%, por su parte a mayor costo de capacidades (2) y tasa de nacimiento demandas (4) menor número de demandas con fórmulas de éxito.

Figura 33

Gráfica de efectos principales para las demandas de mercado con fórmula de éxito.



Nota: Fuente Minitab 21.4.1

El segundo análisis de diseño factorial se realiza para la variable de número de agentes con fórmula de éxito. La **Tabla 42** consolida los resultados para los 16 tratamientos y 14 réplicas del diseño factorial del número de agentes con fórmula de éxito.

Tabla 42

Matriz de diseño factorial número de agentes con fórmula de éxito.

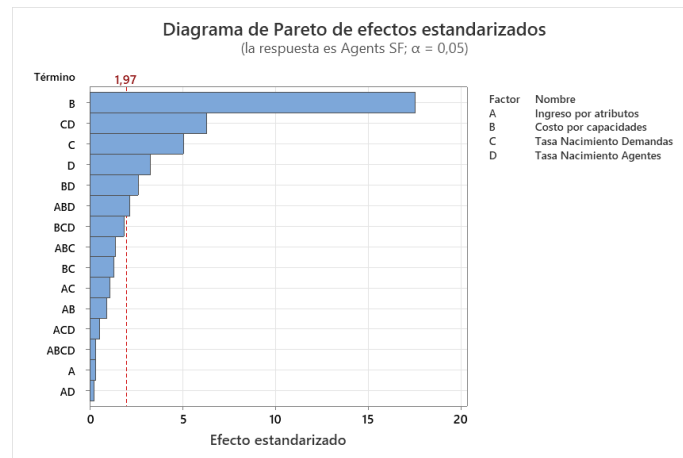
Tratamiento	Factores				Réplicas													
	A	B	C	D	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
1	4	1	15	10	23	29	27	28	28	24	25	28	28	29	28	34	27	28
2	4	2	15	25	33	28	33	26	32	36	31	26	32	32	29	28	33	34
3	4	2	25	25	38	33	34	35	33	34	34	34	36	36	37	33	33	35
4	4	1	25	10	27	26	25	24	26	24	27	27	28	25	27	26	24	25
5	2	2	15	25	25	26	30	32	33	26	30	27	34	33	29	30	35	33
6	4	1	15	25	21	30	25	22	25	22	24	20	20	24	31	25	20	16
7	2	1	25	10	28	28	27	26	25	28	25	29	27	26	25	26	28	24
8	4	1	25	25	29	30	32	24	32	30	27	33	29	24	25	22	27	29
9	2	2	25	25	30	28	37	32	35	33	34	32	36	33	33	33	30	36
10	4	2	25	10	35	27	38	34	33	35	38	29	36	34	35	34	34	33
11	2	2	15	10	39	34	40	31	36	40	34	37	34	29	34	34	39	28
12	2	1	15	10	27	23	25	23	25	29	26	24	27	31	24	28	30	25
13	2	2	25	10	32	38	32	33	36	40	35	34	37	38	32	30	35	36
14	4	2	15	10	33	37	36	34	36	31	42	36	29	33	35	35	34	31
15	2	1	15	25	24	17	20	26	26	29	21	23	28	33	23	20	19	21
16	2	1	25	25	29	25	34	32	33	30	31	29	27	31	32	30	32	28

Para la segunda variable respuesta, el diagrama de Pareto de efectos estandarizados para el modelo (**Figura 34**), evidencia que el costo por capacidades (B) incide positivamente sobre el número de agentes con fórmulas de éxito (efecto estandarizado=17,57), así como la interacción tasa nacimiento demandas (C) y tasa nacimiento agentes (D) (efecto estandarizado=6,31), sin embargo, la tasa de nacimiento de los agentes (D) tiene un efecto negativo sobre la variable respuesta (efecto estandarizado= -3,29) .

La **Figura 35** evidencia que el factor que más influye sobre la variable respuesta es el costo por capacidades, es decir, a mayor costo de capacidades mayor número de agentes con fórmula de éxito, en una menor proporción, la tasa de nacimiento de las demandas incide positivamente sobre la variable respuesta, mientras que la tasa de nacimiento de los agentes muestra un comportamiento negativo, sin embargo, su incidencia no es tan influyente sobre los agentes con fórmula de éxito.

Figura 34

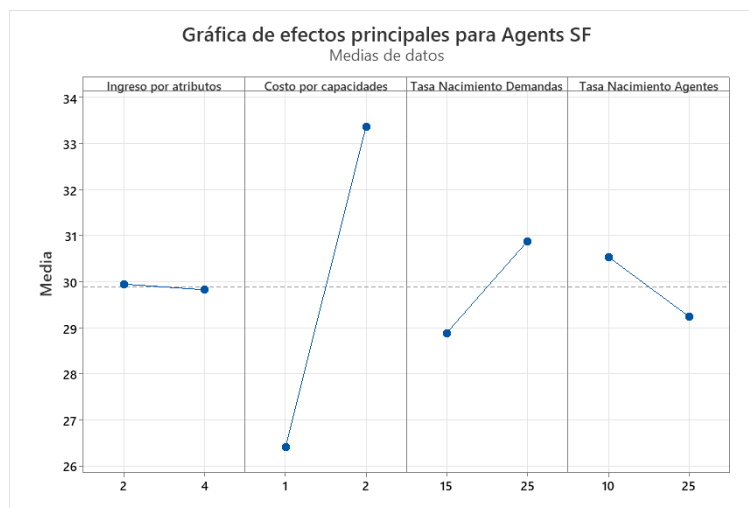
Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para los agentes con fórmula de éxito.



Nota: Fuente Minitab 21.4.1.

Figura 35

Gráfica de efectos principales para agentes con fórmula de éxito.



Nota: Fuente Minitab 21.4.1.

Finalmente, para corroborar la incidencia de las variables independientes sobre las dependientes, se realiza el análisis de diseño factorial para la variable stock de excedentes del sistema (**Tabla 43**).

Tabla 43

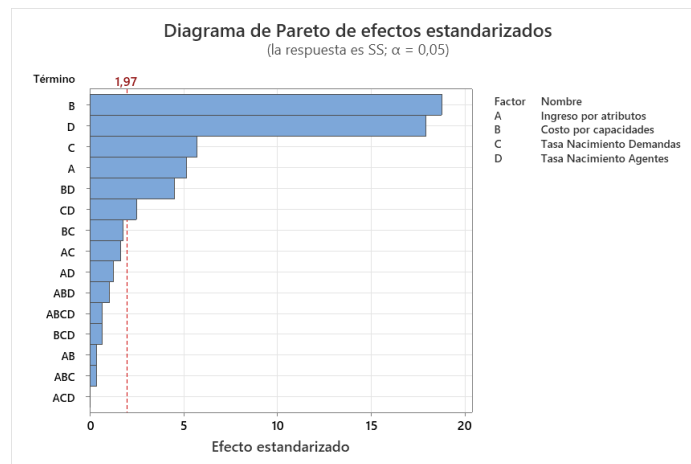
Matriz de diseño factorial para stock de excedentes del sistema.

Tratamiento	Factores				Réplicas													
	A	B	C	D	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
1	4	1	15	10	116	117	126	116	128	123	118	128	137	126	124	130	132	133
2	4	2	15	25	121	134	122	117	129	124	119	121	128	132	123	129	125	126
3	4	2	25	25	117	121	122	125	123	114	120	110	116	123	118	112	119	111
4	4	1	25	10	110	128	105	113	125	127	125	115	122	126	123	105	115	107
5	2	2	15	25	110	121	112	117	126	119	116	121	121	109	110	125	118	117
6	4	1	15	25	143	146	145	131	137	138	135	137	137	138	138	138	145	131
7	2	1	25	10	114	111	116	109	110	120	124	127	119	115	116	123	113	111
8	4	1	25	25	138	126	134	134	131	143	135	136	147	142	134	133	133	135
9	2	2	25	25	119	114	112	117	118	116	114	119	110	117	113	122	114	114
10	4	2	25	10	96	100	83	87	91	78	92	120	77	101	74	125	82	94
11	2	2	15	10	118	103	106	97	100	104	91	82	96	109	103	87	104	85
12	2	1	15	10	129	130	115	111	116	131	128	130	105	122	114	117	120	114
13	2	2	25	10	81	85	91	101	95	110	86	86	87	90	79	82	91	90
14	4	2	15	10	109	115	104	89	117	102	105	106	125	109	93	98	96	99
15	2	1	15	25	129	135	125	128	126	134	122	134	133	125	128	123	139	138
16	2	1	25	25	127	125	129	118	130	125	131	128	132	130	133	133	126	133

El diagrama de Pareto de efectos estandarizados para el stock de excedentes del sistema (**Figura 36**), muestra que la tasa de nacimiento de los agentes (efecto estandarizado= 17,91) y el ingreso por atributos (A) (efecto estandarizado= 5,17) tiene un efecto positivo sobre la variable respuesta, mientras que el costo por capacidades (B) incide negativamente sobre el stock acumulado de excedentes del sistema (efecto estandarizado= -18,75), así como la tasa de nacimiento de las demandas (efecto estandarizado= -5,70).

Figura 36

Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para el stock de excedentes del sistema.

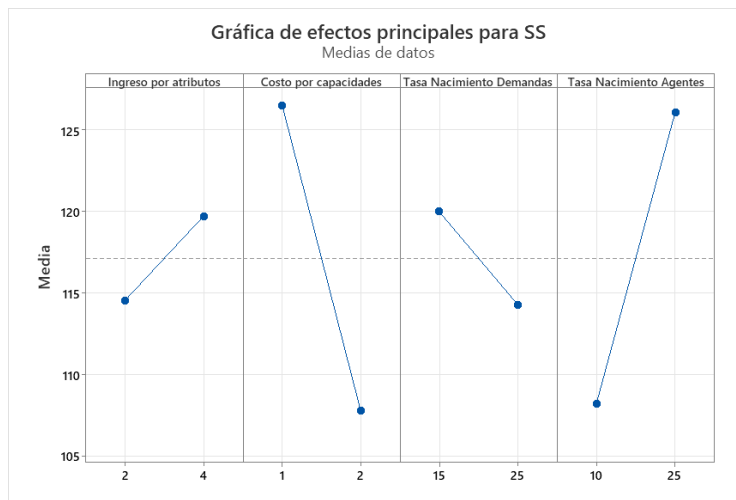


Nota: Fuente Minitab 21.4.1

La **Figura 37** de efectos principales para el stock de excedentes del sistema evidencia que el factor que más influye positivamente sobre la variable respuesta es la tasa de nacimiento de los agentes, es decir, a mayor tasa de nacimiento de los agentes mayor acumulación de stock de excedentes del sistema, mientras que, a mayor costo por capacidades menor stock de excedentes del sistema.

Figura 37

Gráfica de efectos principales para agentes con fórmula de éxito.



Nota: Fuente Minitab 21.4.1.

Los valores obtenidos de desviación estándar para las tres variables respuesta evidencia la variabilidad entre los datos obtenidos para los diferentes tratamientos evaluados. Para los tres modelos, los valores del R cuadrado pronosticado indican que el modelo explica de manera aceptable la variabilidad de los datos de respuesta en torno a su media, siendo el modelo de análisis para las DM el del mejor ajuste (**Tabla 44**).

Tabla 44
Resumen de los modelos analizados.

Variable respuesta	S desviación estándar	R cuadrado	R cuadrado (ajustado)	R cuadrado pronosticado
Demandas con fórmula de éxito	2,81577	90,42%	89,73%	88,89%
Agentes con fórmula de éxito	2,96627	66,11%	63,67%	60,70%
Stock de excedentes del sistema	7,48597	78,69%	77,15%	75,28%

4.3.7.1.2 Estimación de la varianza del error experimental

Como se mencionó anteriormente, la estimación de la varianza del error experimental para encontrar el número de repeticiones adecuadas para el modelo se realiza a partir del uso de las tablas construidas por Bowman and Kastebaun (1975), teniendo como dato de entrada la diferencia mínima entre el mejor y más bajo tratamiento y sus desviaciones estándar, calculado a partir de la Ecuación 6 para Δ^* (Hinkelman & Kempthorne, 2007).

(6)

$$\Delta^* = \frac{t_{max} - t_{min}}{\sqrt{\sigma^2_{max} + \sigma^2_{min}}}$$

Para el cálculo de Δ^* se requiere estimar los valores de las medias aritméticas y desviaciones estándar de los tratamientos propuestos, para lo cual se debe definir un número de réplicas mayor a los grados de libertad del modelo para que haya una significancia en los valores obtenidos. En este caso, se toma un valor de r de 20 considerando que los GL del modelo es 15.

Por otra parte, según los resultados obtenidos del diseño factorial, se observa que los 4 factores o variables independientes inciden de una u otra forma sobre las variables respuesta, por tal razón se consideran los siguientes valores: ingreso por atributos (2 y 4), costo por capacidades (1 y 2), tasa de nacimiento demandas del mercado (15, 20 y 25) y tasa de nacimiento de agentes (10, 15, 20 y 25), para un total de 48 tratamientos a evaluar (2X2X3X4) (**Tabla 45**).

Tabla 45

Codificación de parámetros y rangos para el desarrollo de experimentos en BehaviorSpace de Netlogo.

Parámetro	Código del parámetro
Tasa de nacimiento demandas del mercado	["rate_birth_dms" 15 20 25]
Costo de mantenimiento por capacidades	["CCK" "[1 1 1 1]" "[2 2 2 2]"]
Ingreso por atributo	["IAk" "[2 2 2 2]" "[4 4 4 4]"]
Costo de transacción entre agentes	["cost_low" 0.3] ["cost_mid" 0.7] ["cost_high" 1.1]
Stock de excedentes	["Initial_SS" 300]
Tasa de Nacimiento de agentes	["rate_birth_agents" 10 15 20 25]
Número de enlaces de los agentes con las demandas del mercado	["max_DMs_related" 6]
Número inicial de agentes y demandas del mercado en el sistema	["cont_agents" 40] ["cont_DMs" 70]
Volatilidad	["max_volatility" 5]
Tiempo de ciclo de vida de las demandas del mercado	["tilc" 5]
Número de ticks	["max_ticks" 20]
Variables Respuesta	count DMs with [color = 25] count agents with [mydms != []] precision (mean [sexe] of agents) 2

Con los datos obtenidos de las 20 repeticiones para los 48 tratamientos, 20 ticks y la configuración inicial de los parámetros, se genera la matriz de datos para los valores promedio y desviación estándar tomando de referencia la variable respuesta de número de demandas con fórmula de éxito (**Tabla 46**), la cual tiene el valor de R cuadrado pronosticado (88,89%) mayor en comparación con las otras dos variables de estudio.

Tabla 46

Valores promedio y desviación estándar del número de demandas con fórmula de éxito para 48 tratamientos y 20 réplicas.

Tratamiento	Promedio	Desviación estándar	Tratamiento	Promedio	Desviación estándar
1	19,1	18,8	25	22,6	18,0
2	19,8	18,9	26	24,5	18,5
3	21,0	19,7	27	25,8	19,3
4	20,6	18,8	28	25,4	18,5
5	17,2	18,1	29	19,5	19,5
6	18,9	18,3	30	21,9	19,2
7	19,3	18,7	31	23,7	18,7
8	21,1	19,8	32	24,3	18,6
9	19,9	19,7	33	26,3	16,3
10	20,5	19,4	34	29,5	15,2
11	20,8	19,8	35	32,2	15,7
12	20,5	19,1	36	34,5	15,9
13	19,3	19,8	37	20,4	18,8
14	19,8	19,2	38	24,0	18,4
15	21,0	19,6	39	27,6	16,3
16	20,6	19,4	40	31,2	16,4
17	20,7	17,4	41	27,6	17,1
18	22,3	17,3	42	31,8	16,3
19	23,7	17,9	43	34,8	16,5
20	24,3	17,6	44	35,6	16,6
21	17,4	18,6	45	22,1	19,0
22	20,9	17,9	46	26,2	17,8
23	23,3	18,4	47	29,8	17,3
24	24,4	17,6	48	34,5	17,0

Con los datos de la **Tabla 46** y la ecuación 6 se procede a calcular el valor de Δ^* de diferencia mínima entre el mejor tratamiento (tratamiento 44) y el tratamiento más bajo (tratamiento 5):

$$\Delta^* = \frac{35,6 - 17,2}{\sqrt{16,6^2 + 18,1^2}} = 0,75$$

Con el valor de Δ^* de 0,75 y considerando una probabilidad de cometer error tipo II de 0,1, es decir $1 - \beta = 0,9$, se ingresa a la tabla de Bowman and Kastenbaun (1975) **Tabla 47** considerando para el modelo un número de réplicas adecuado de **56**.

Tabla 47

Tabla de Bowman and Kastenbaun (1975) para el cálculo de réplicas.

1- β	Δ^*		
	0,75	1,00	1,25
0,7	35	20	14
0,8	44	25	17
0,9	56	32	21

4.3.7.2 Experimento de simulación y análisis.

Definido el número de réplicas para el experimento utilizando *BehaviorSpace* con la configuración inicial del modelo se obtienen los datos para realizar un análisis de varianza ANOVA (**Tabla 48**) para la variable respuesta de número de DM con fórmula de éxito, complementando el análisis con una prueba de Tukey para encontrar las diferencias significativas entre tratamientos y definir la mejor combinación de factores de entrada para la calibración del modelo.

Para el análisis de varianza se plantean las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula: Todas las medias de los tratamientos son iguales.

Hipótesis alternativa: No todas las medias de los tratamientos son iguales.

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Tabla 48

Análisis de varianza del experimento para cada una de las variables respuesta.

Fuente	Grados de libertad	Suma de cuadrados ajustados	de Cuadrados medios ajustados	Valor de F calculado	Valor F crítico	Valor de p
Tratamiento	47	37842	805,154	103,62	1,350	0,000
Error	2640	20514	7,77			
Total	2687	58356				

Según los resultados de la prueba de ANOVA se rechaza la hipótesis nula, al tener un valor de p menor al nivel de significancia de 0,05 y un valor de F calculado mayor al F crítico, existiendo una diferencia significativa entre las medias de los 48 tratamientos evaluados.

Complemento a los resultados del ANOVA se realiza una prueba de Tukey para encontrar la diferencia entre los valores de las medias de los tratamientos y así mismo seleccionar aquel tratamiento que tenga el mejor comportamiento y que sea significativo en comparación con los demás (**Tabla 49**).

Tabla 49

Comparación en parejas de Tukey para los 48 tratamientos con un nivel de confianza de 95%.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
44	56	31,767	A
36	56	30,692	A B
43	56	30,622	A B
48	56	30,047	A B C
35	56	28,687	B C D
42	56	28,444	C D
40	56	27,462	D
47	56	27,032	D
34	56	26,849	D
41	56	24,656	E
39	56	24,474	E F
27	56	23,184	E F G
28	56	23,162	E F G
46	56	23,125	E F G
33	56	22,589	E F G H
32	56	22,543	F G H I
20	56	21,938	G H I J
19	56	21,892	G H I J
24	56	21,831	G H I J
26	56	21,743	G H I J K
31	56	21,350	G H I J K
3	56	20,915	H I J K L
38	56	20,842	H I J K L M
12	56	20,820	H I J K L M
11	56	20,757	H I J K L M N
4	56	20,662	H I J K L M N O
45	56	20,569	H I J K L M N O P
16	56	20,545	H I J K L M N O P
23	56	20,527	H I J K L M N O P
25	56	20,492	I J K L M N O P
8	56	20,334	J K L M N O P Q
18	56	20,230	J K L M N O P Q
30	56	20,228	J K L M N O P Q
15	56	20,200	J K L M N O P Q
10	56	20,161	J K L M N O P Q
2	56	19,932	J K L M N O P Q
14	56	19,855	J K L M N O P Q
9	56	19,688	K L M N O P Q
7	56	19,127	L M N O P Q R

29	56	19,001	L M N O P Q R
17	56	18,759	M N O P Q R S
1	56	18,715	N O P Q R S
13	56	18,663	O P Q R S
22	56	18,497	P Q R S
6	56	18,285	Q R S
37	56	18,273	Q R S
5	56	17,376	R S
21	56	16,794	S

De los 48 tratamientos comparados a partir de la prueba de Tukey agrupados en 19 conjuntos de datos (De la A a la S), el tratamiento número 44 con una tasa de nacimiento de las DM y de los agentes competidores de 25%, un costo por capacidades (Ck) de 1 y un ingreso por atributos (IA) de 4, presenta el valor más alto para la media del número de demandas con fórmula de éxito de 31,76.

De igual manera la prueba de Tukey, nos permite visualizar que el tratamiento 21 presenta el comportamiento más bajo de los 48 evaluados con una media de 16,79 demandas con fórmula de éxito, con una tasa de nacimiento de las DM del 20%, tasa de nacimiento de los agentes competidores del 10%, e igual valor para el costo por capacidades y para el ingreso por atributo de 2.

4.3.8 Parámetros del modelo

La calibración de los parámetros del modelo realizada a partir del diseño de experimentos identificó los mejores valores de los parámetros para la verificación y validación computacional del MBA, obteniendo aquellos valores que permitan un mejor comportamiento del modelo en el tiempo de vida de los agentes y las DM en el entorno competitivo.

A continuación, se presentan los parámetros del modelo que servirán de base para las simulaciones de los diferentes escenarios para el análisis de las dinámicas de interacción en el asesoramiento agrícola con base en sus PACAP (**Tabla 50**).

Tabla 50
Parámetros de entrada al MBA.

Parámetro	Código del parámetro
Tasa de nacimiento demandas del mercado	["rate_birth_dms" 25]
Tasa de Nacimiento de agentes	["rate_birth_agents" 25]
Costo de mantenimiento por capacidades	["CCK" "[1 1 1 1]"]
Ingreso por atributo	["IAk" "[4 4 4 4]"]
Costo de transacción entre agentes	["cost_low" 0.3] ["cost_mid" 0.7] ["cost_high" 1.1]
Stock de excedentes	["Initial_SS" 300]
Número de enlaces de los agentes con las demandas del mercado	["max_DMs_related" 6]
Número inicial de agentes y demandas del mercado en el sistema	["cont_agents" 40] ["cont_DMs" 70]
Volatilidad	["max_volatility" 5]
Tiempo de ciclo de vida de las demandas del mercado	["tilc" 5]
Número de ticks	["max_ticks" 20]
Variables Respuesta	count DMs with [color = 25] count agents with [mydms != []] precision (mean [sexe] of agents) 2

4.3.9 Verificación computacional del modelo

La verificación computacional consiste en comprobar que la programación e implementación del modelo posee un rango de precisión satisfactorio con base en el propósito inicial formulado (Sargent, 2011). Para este propósito, se aplica la técnica de validación de trazas, la cual consiste en realizar un seguimiento de los comportamientos de las entidades a través de cada submodelo y del modelo general, con el fin de determinar si los supuestos y reglas definidas se están cumpliendo.

La programación del modelo se realizó utilizando la plataforma NetLogo 6.2.1, consistente en varios procedimientos considerándose equivalentes a los submodelos a los cuales se le debe realizar el seguimiento para la verificación. Por tanto, para aplicar la técnica de verificación, primero se nombra y se revisa la lógica de cada procedimiento y luego se comprueba si el comportamiento del modelo corresponde con raciocinio al procedimiento. En el Anexo 2 se puede observar el código para la verificación computacional.

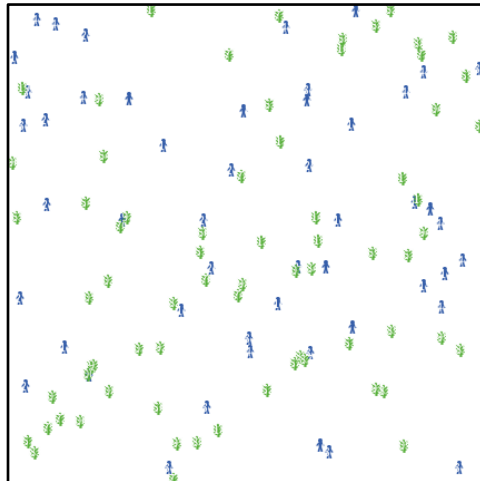
4.3.9.1 Creación de Demandas del Mercado

Como se ha indicado previamente, las DM surgen y se ubican de manera aleatoria en el entorno competitivo, provistas de un vector atributos de cuatro posiciones con magnitud aleatoria de cero a nueve para cada posición, junto con tiempo de volatilidad y ciclo de vida aleatorio.

La **Figura 38** muestra la creación de las DM de manera aleatoria en el entorno competitivo. Al referirse la modelación a un SIA, las DM están representadas por una planta de color verde. La magnitud del vector atributo de la DM, así como la volatilidad y ciclo de vida se observan en la **Figura 39**.

Figura 38

Distribución aleatoria de las DM en el entorno competitivo.



Nota: Fuente NetLogo versión 6.2.1.

4.3.9.2 Creación de Agentes Competidores

Al igual que las DM, los agentes competidores surgen y se ubican de manera aleatoria en el entorno competitivo, provistos de un vector capacidades de cuatro posiciones con magnitud aleatoria de cero a nueve para cada posición, además de un stock de excedentes inicial, un valor de costo de mantenimiento de capacidades y una tipología de agente según sus PACAP. Los agentes competidores son representados por una figura de color azul **Figura 40**.

Figura 39
Asignación aleatoria del vector atributos de tres DM.



Nota: Fuente NetLogo versión 6.2.1.

Figura 40
Asignación aleatoria de magnitudes del vector capacidades de tres agentes competidores.



Nota: Fuente NetLogo versión 6.2.1.

Dada la naturaleza de heterogeneidad del sistema, los agentes competidores se diferencian y tipifican según la magnitud de sus capacidades. Para el modelo computacional se

establecen los valores del vector capacidades según el tipo de agente de la siguiente manera (**Tabla 51**):

Tabla 51

Magnitud de las capacidades de los agentes para el modelo computacional.

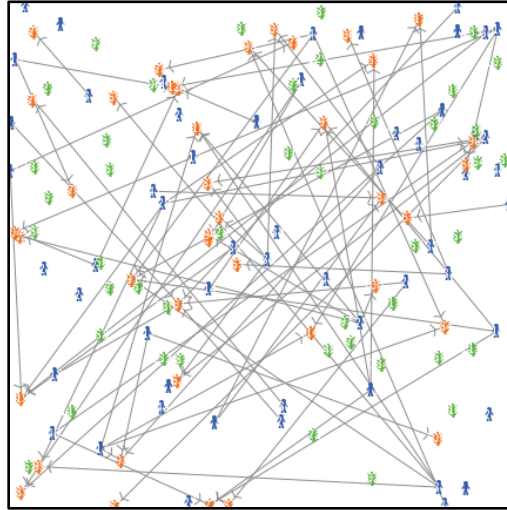
Tipología agente	$C_{(IDM)}$	$C_{(KNOW)}$	$C_{(DIR)}$	$C_{(ASIM)}$
Intermediario	9	0	0	9
Explorador	0	9	9	0
Explotador	9	0	9	0
Intermediario- Explotador	9	0	9	9
Intermediario – Explorador	9	9	9	9
Latecomer	0	0	0	0
Intermediario-Explorador	9	9	9	9
Intermediario- Explorador	9	9	0	9
Intermediario- Explotador	9	0	9	9
Intermediario	9	0	0	9
Explorador	0	9	9	0
Latecomer	9	9	0	0
Explotador	9	0	9	0
Latecomer	0	0	0	9
Explotador	0	0	9	9
Intermediario - Explorador	9	9	9	0
Latecomer	9	0	0	0
Intermediario – Explorador	0	9	9	9
Latecomer	0	9	0	9
Latecomer	0	0	9	0

4.3.9.3 Creación de vínculos

La interacción entre los agentes competidores y las DM se da a partir de la creación de vínculos, dichos vínculos se generan en cumplimiento de las reglas de decisión de cercanía, localización y complementariedad, además, de establecer fórmulas de éxito que cumplan con las magnitudes del vector atributos de la DM de izquierda a derecha (**Figura 41**).

Figura 41

Generación de vínculos entre agentes competidores y demandas de mercado.



Nota: Fuente NetLogo versión 6.2.1.

Aquella DM para la cual se ha generado una fórmula de éxito con uno o más agentes (complementariedad) cambia de color verde a naranja, por otra parte, para limitar el accionar de los agentes y simular una situación cercana a la realidad, se estableció una restricción en el modelo de máximo 6 DM por agente.

4.3.9.4 Generación de nuevas habilidades – capacidades

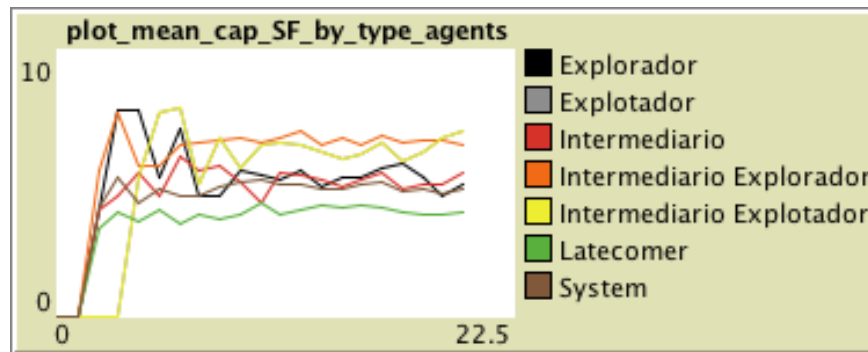
Como se menciono antes, resultado del establecimiento de fórmulas de éxito entre las DM y los agentes competidores cada agente que participa en dicha interacción recibe unos beneficios, los cuales para este caso se consideran como una ganancia para el valor de la magnitud inicial del vector capacidades en cada posición que participa.

Tomando como punto de partida que la interacción entre los agentes competidores y las DM se ve determinada por la magnitud de las PACAP, se ha evidenciado que la creación de redes de interacción influye positivamente con la PACAP lo cual facilita la generación de la capacidad realizada de absorción - RACAP, permitiendo un mejor desempeño del sistema, al tener los agentes la capacidad de transformar y explotar el conocimiento adquirido y asimilado reflejado como la generación de una nueva capacidad o habilidad (Crespi et al., 2022; dos Santos et al., 2021).

En la **Figura 42** se puede observar que a medida que realizan fórmulas de éxito - SF se acumula capacidades en forma de experiencia para los agentes competidores.

Figura 42

Acumulación de capacidades del sistema para los agentes que generan SF.



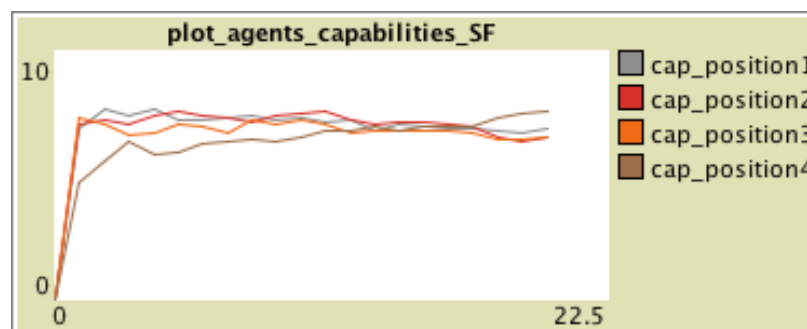
Nota: Fuente NetLogo versión 6.2.1.

4.3.9.5 Coevolución

A partir de la interacción entre los agentes competidores y las DM se generan nuevas habilidades o capacidades, permitiéndole a los agentes coevolucionar en el sistema. Esta coevolución se observa en el desempeño de las capacidades promedio de los agentes (**Figura 43**). Dicho comportamiento responde a la dinámica del sistema en cuanto al nacimiento de nuevos agentes competidores según su tipología y la capacidad de respuesta a las DM, lo cual no se comporta de manera constante debido al proceso de generación de nuevas habilidades y de la generación de SF para suplir dichas demandas por los diferentes tipos de agentes (**Figura 44**).

Figura 43

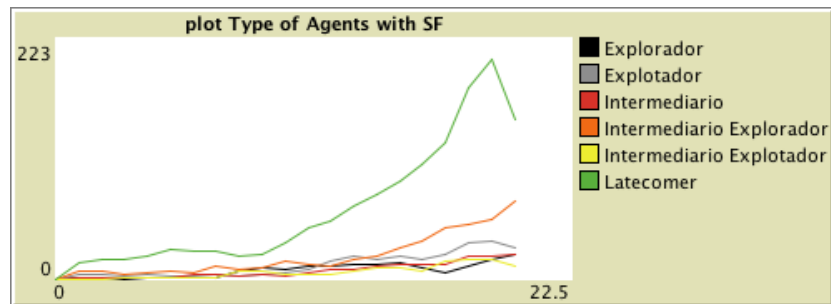
Capacidades promedio de los agentes que generan SF.



Nota: Fuente NetLogo versión 6.2.1.

Figura 44

Tasa de nacimiento de agentes competidores y generación de SF según su tipología.



Nota: Fuente NetLogo versión 6.2.1.

4.3.9.6 Desempeño del sistema

Teniendo en cuenta que se pretende simular un SIA, es importante evidenciar el comportamiento innovador del sistema. Este comportamiento responde a la capacidad de presentar la dinámica de interacción entre agentes competidores y las DM con base en sus PACAP y cómo se generan beneficios a partir de esta interacción.

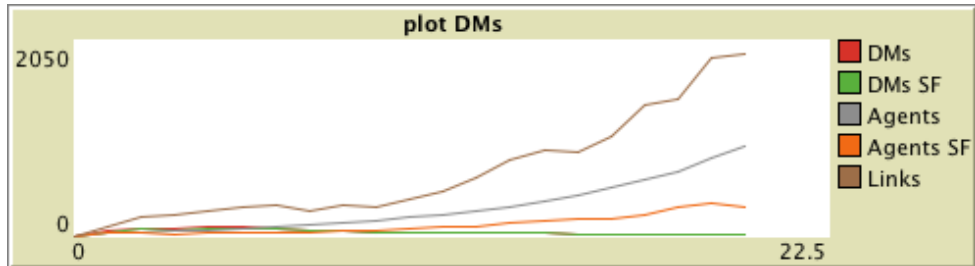
De manera general después de 20 periodos (ticks), se puede observar en la **Figura 45** el número de agentes que se generan en el sistema (línea gris), las demandas del mercado (línea roja), las demandas del mercado con SF (línea verde) y los agentes competidores con SF (línea naranja). Por otra parte, la **Figura 46** evidencia el desempeño del sistema en cuanto a la acumulación de stock de excedentes de los agentes competidores después de 20 periodos realizando fórmulas de éxito con las DM. Esta dinámica corresponde a la dinámica del sistema en cuanto al costo de transacción por cada interacción.

4.3.9.7 Costo de las capacidades

Los costos de las capacidades se relacionan con el costo de sostener cada posición del vector capacidades con respecto al tiempo, dichos costos deben ser analizados con el fin de comprender posibles comportamientos emergentes del SIA. La **Figura 47** muestra el costo promedio de los agentes que generan SF y del total de agentes del sistema, de esta manera se comprueba que a medida que se generan mayores capacidades en los agentes competidores sus costos de mantenimiento aumentan.

Figura 45

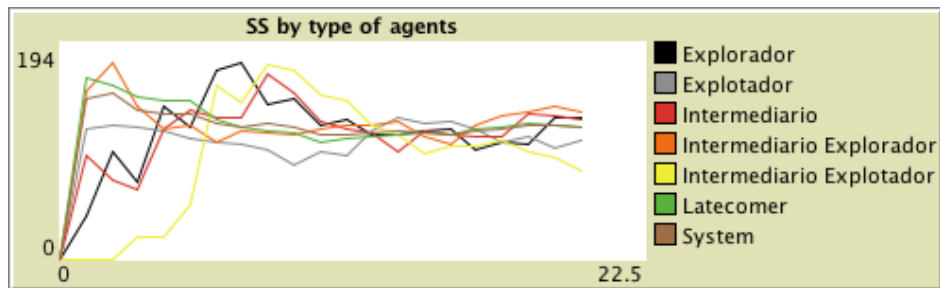
Evolución del número de agentes competidores y demandas del mercado en el sistema general y con fórmulas de éxito.



Nota: Fuente NetLogo versión 6.2.1.

Figura 46

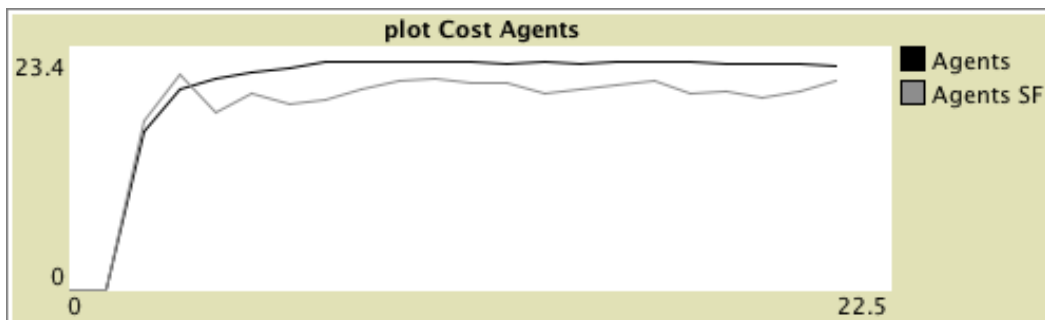
Stock de excedentes.



Nota: Fuente NetLogo versión 6.2.1.

Figura 47

Costo promedio de las capacidades de los agentes del sistema.



Nota: Fuente NetLogo versión 6.2.1.

4.3.10 Validación conceptual del modelo de simulación basado en agentes

Como punto de partida para realizar la validación, se debe tener claridad sobre el propósito de la construcción del modelo, para este caso, es el analizar los patrones que emergen del proceso de interacción en el asesoramiento agrícola y su relación con las PACAP en un SIA.

En línea con lo planteado por Sargent, (2011), validar un modelo de manera simplificada requiere al menos de la aplicación de dos técnicas de validación, es decir, una validación conceptual del modelo y una validación operacional.

La validación conceptual del modelo consiste en determinar que las teorías y supuestos del modelo conceptual son correctos y que la representación del modelo es “razonable” para el propósito previsto del modelo (Sargent, 2011). Algunos autores hay propuesto técnicas de validación las cuales se citan en la **Tabla 52**.

Tabla 52

Enfoques y técnicas de validación de modelos computacionales.

Técnica	Definición
Animación	Evidencia gráfica del comportamiento operativo del modelo a través del tiempo.
Comparación con otros modelos	Comparar las salidas del modelo de simulación (resultados) con los resultados de otros modelos ya validados.
Pruebas degeneradas	Selección de valores de parámetros internos y de entrada para su evaluación en el tiempo.
Validez de eventos	Comparación de los eventos “ocurrencias” del modelo simulado con los del sistema real para determinar si son similares.
Pruebas de condiciones extremas	La estructura del modelo y los resultados debe ser estimables para cualquier combinación extrema o improbable del sistema.
Validez aparente	Preguntar a personas que tienen conocimiento del sistema si el modelo tiene un comportamiento razonable
Validación de los datos históricos	Si existen datos históricos (recopilados previamente para construir y probar el modelo), parte de los datos se usan para construir el modelo y los datos restantes se usan para determinar (probar) si el modelo se comporta como lo hace el sistema.
Métodos históricos	Los tres métodos históricos de validación son el <i>racionalismo</i> , el <i>empirismo</i> y la <i>economía positiva</i> . El <i>racionalismo</i> requiere que los supuestos que subyacen a un modelo se establezcan claramente y que sean fácilmente aceptados. Las deducciones lógicas se utilizan a partir de estos supuestos para desarrollar el modelo correcto (válido). El <i>empirismo</i> requiere que cada suposición y resultado sea validado empíricamente. La <i>economía positiva</i> solo requiere que los resultados del modelo sean correctos y no se preocupa por los supuestos o la estructura de un modelo (relaciones causales o mecanismos).

Validez interna	Se realizan varias réplicas del modelo para determinar la variabilidad estocástica (interna) del modelo.
Validez de múltiples etapas	Este método de validación consiste en (1) desarrollar los supuestos del modelo sobre la teoría, las observaciones y el conocimiento general, (2) validar los supuestos del modelo cuando sea posible probándolos empíricamente y (3) comparar (probar) las relaciones de entrada-salida del modelo.
Gráficos operativos	Evidenciar de manera gráfica el comportamiento dinámico del modelo a medida que pasa el tiempo.
Variabilidad de parámetros – Análisis de sensibilidad	Esta técnica consiste en cambiar los valores de los parámetros de entrada e internos de un modelo para determinar el efecto sobre el comportamiento o salida del modelo.
Validación predictiva	El modelo se usa para predecir (pronosticar) el comportamiento del sistema y luego se hacen comparaciones entre el comportamiento del sistema y el pronóstico del modelo para determinar si son iguales. Los datos del sistema pueden provenir de un sistema operativo u obtenerse realizando experimentos en el sistema, por ejemplo, pruebas de campo.
Rastros	Los comportamientos de diferentes tipos de entidades específicas en el modelo se rastrean (se siguen) a través del modelo para determinar si la lógica del modelo es correcta y si se obtiene la precisión necesaria.
Pruebas de Turing	Se les pregunta a personas que conocen como opera el sistema que se está modelando si pueden discriminar entre las salidas del sistema y del modelo.
Calibración indirecta	Parte de la validación del modelo y luego indirectamente se calibra centrándose en los parámetros que son consistentes con la validación de salida.
Enfoque Weker – Brenner para la calibración empírica	El método de calibración empírica consiste en tres pasos; 1) Utilizar el conocimiento empírico existente para calibrar las condiciones iniciales y los rangos de los parámetros del modelo, 2) Validación empírica de los resultados de cada una de las especificaciones del modelo resultado del paso anterior y 3) Realizar una nueva ronda de calibración utilizando un conjunto superviviente de modelo y si es necesario el testimonio de un experto.
Historia amigable	Utilizar los estudios de casos históricos específicos de una industria para modelar parámetros, interacción entre agentes y reglas de decisión. Este método utiliza rastros históricos particulares para calibrar un modelo.

Nota: Adaptado de Sargent, (2011) y Windrum et al., (2007).

De los enfoques y técnicas de validación presentados, se seleccionan el *método histórico del racionalismo* y el *método histórico amigable*, los cuales permiten validar el comportamiento del sistema a partir de la validación de los supuestos planteados en el modelo.

4.3.10.1 Validación de los supuestos utilizando el método histórico del racionalismo.

La validación del modelo utilizando el método histórico de racionalismo permite comprobar que los supuestos subyacentes del modelo son ciertos teniendo de base la teoría (Sargent, 2011).

- **Demandas del mercado.**

El nacimiento de las DM responde al comportamiento de *market pull*, en dónde el sistema esta jalonado por los requerimientos del mercado descritos por Rothwell, (1994), así como el planteamiento realizado por Levitt, (1960) de “*miopía de marketing*” dirigido hacia satisfacer las demandas del consumidor.

- **Vector atributos de las demandas del mercado.**

Entendiendo que la capacidad de adopción de tecnologías y prácticas para mejorar el desempeño del sistema por parte de las DM (productores), se relaciona con el desarrollo de capital social y la capacidad de absorción (Micheels & Nolan, 2016), las magnitudes del vector atributos de cuatro posiciones están expresadas en términos de las PACAP de la siguiente manera 1) reconocimiento o identificación del conocimiento requerido para generar una ventaja competitiva, 2) velocidad e intensidad de adquirir conocimiento, 3) dirección de la adquisición de conocimiento y 4) asimilación comprensión del conocimiento (Todorova & Durisin, 2007; Zahra & George, 2002).

- **Volatilidad de las demandas del mercado.**

La volatilidad de las DM se relaciona con el tiempo y la velocidad que se requiere para desarrollar estructuras de comunicación y procesos de toma de decisiones que faciliten el intercambio de conocimiento entre las DM y los agentes competidores para adquirir y asimilar un nuevo conocimiento (Cohen & Levinthal, 1990; Martinkenaite & Breunig, 2016).

- **Ciclo de vida de las demandas del mercado.**

El modelo se apoya en la teoría del ciclo de vida de las innovaciones, donde el comportamiento gaussiano de los beneficios es característico de las curvas de difusión de las innovaciones (Rogers, 2003).

- **Agentes competidores.**

En el sistema los agentes competidores son representaciones de los asesores agrícolas, quienes cumplen el rol de intermediación en un SIA, los asesores agrícolas son el canal de comunicación entre las DM, los resultados de investigación y los escenarios de política (Bourne et al., 2017; Fukugawa, 2019; Hermans et al., 2015; Prager & Creaney, 2017). La intermediación actúa como facilitador de la interacción entre múltiples actores en sus diferentes niveles de acción (Klerkx et al., 2009).

- **Vector capacidades de los agentes competidores.**

Al responder al comportamiento de *market pull*, las magnitudes del vector capacidades responden a cada una de las cuatro posiciones están expresadas en el vector atributos de las DM.

- **Interacción y complementariedad entre agentes.**

La interacción se considera el eje central dentro de los SI, a partir de los enlaces que surgen entre agentes competidores y las DM se suplen las necesidades del sistema, evidenciadas en procesos de innovación (Klerkx, Van Mierlo, et al., 2012). La diversidad de fuentes de información y de conocimiento (agentes) permite a las DM tomar decisiones frente a la adquisición y asimilación de nuevo conocimiento (Joffre et al., 2019).

Por otra parte, como se ha mencionado antes, la interacción entre agentes facilita el flujo de conocimiento como primera etapa del proceso de adquisición, para su posterior procesamiento y análisis (asimilación) (Jansen et al., 2005).

- **Entrega de beneficios**

Los beneficios resultados de la interacción entre las DM y los agentes competidores se expresan como la recompensa entregada por las DM con base en el nivel de satisfacción de sus condiciones iniciales (vector atributos), es decir, para cada posición del vector atributo, la DM realiza una oferta en función de su nivel de participación. Los mejores postores ganan la competencia, es decir obtienen mayores beneficios (Holland, 2006).

- **Stock de excedentes**

Comprendiendo a los SIA como SCA (Douthwaite & Hoffecker, 2017), la adaptación de los agentes a los cambios del entorno competitivo permite la supervivencia y coevolución en el sistema, por tanto, las concentraciones locales de recursos de los agentes (stock de excedentes)

inducidas por la interacción y retroalimentación con las DM, permite la oportunidad de especializarse y mantenerse en el sistema (Holland, 2006).

- **Recompensa – Generación de nuevas habilidades**

La interacción e intercambio de conocimiento entre los agentes competidores, las DM y los demás agentes competidores del entorno competitivo, permite la especialización en un dominio particular por parte del agente (Cohen & Levinthal, 1990), sin embargo, algunos aspectos condicionan este proceso, el primero es el contenido de conocimiento o “saber que” relacionado con habilidades comunes, bases de conocimiento, cultura y estructuras cognitivas similares, el segundo, el carácter tácito de conocimiento o “saber hacer” en cuanto a las interacciones, procesos y rutinas al interior de la organización y la tercera se refiere a la complejidad del conocimiento (Lane et al., 2006), por tanto, la generación de las nuevas habilidades o generación de nuevo conocimiento por parte de los agentes dependerá de las capacidades iniciales de entrada al sistema.

Por otra parte, las capacidades finales de los agentes le permitirán capitalizar las oportunidades tecnológicas facilitando la apropiación del conocimiento, funcionando como canal para la transformación y explotación de conocimiento o RACAP (Cohen & Levinthal, 1990; Lane et al., 2006).

4.3.10.2 Validación conceptual utilizando el método histórico amigable.

Como segunda opción de validación conceptual se utilizó el método histórico amigable, tomando de referencia estudios de casos específicos para validar los parámetros, la interacción entre agentes y las reglas de decisión del modelo propuesto.

La validación se realizó tomando de base los estudios realizados por Ekboir & Vera-Cruz, (2012), Moreira et al., (2019), Crespi et al., (2020) y dos Santos et al., (2021), quienes evaluaron modelos de interacción entre agentes y la incidencia de las PACAP en casos del sector agrícola.

4.3.10.2.1 Análisis de caso, las Mexican Produce Foundation como intermediario en un sistema de innovación agrícola.

Debido a la dinámica y complejidad de los sistemas agrícolas en los países en desarrollo, se ha visto la necesidad de apoyarse en organizaciones intermediarias que den una respuesta a las necesidades emergentes de los agricultores en los SIA (Klerkx & Leeuwis, 2008b). El estudio realizado por Ekboir & Vera-Cruz, (2012) evidencia el rol que cumplen las *Mexican Produce*

Foundation como agente facilitador para el intercambio de información técnica y comercial, la identificación de socios potenciales, la generación de interacciones y el fomento de intercambio de recursos y conocimientos.

Sumado a esto, debido a la rápida expansión de los mercados nacionales e internacionales, las políticas de desarrollo pasaron a aumentar la producción de alimentos y abordar las fallas del mercado creando ventajas competitivas para la agricultura, por tanto, un factor crucial para abordar estos problemas ha sido cómo crear las capacidades que los actores necesitan para integrarse en los mercados dinámicos, incluidos los agentes rurales (productores) (Ekboir & Vera-Cruz, 2012), validada esta situación como el **Entorno Competitivo** con el surgimiento de las **demandas emergentes** del sistema modelado.

Dicho entorno competitivo esta conformado por una gran diversidad de agentes que interactúan de manera aleatoria, se adaptan a las condiciones cambiantes del sistema, se auto organizan y conforman estructuras de agregación, respondiendo este comportamiento a un sistema complejo adaptativo (Holland, 2004). Este planteamiento se ajusta al surgimiento de **agentes competidores** de manera aleatoria en el modelo y su **interacción con las demandas del mercado y los demás agentes**, cumpliendo la regla de decisión de **complementariedad**.

En respuesta a la dinámica de interacción generada por las *Mexican Produce Foundations* surge el concepto de capacidades de innovación en los agentes del sistema, la cual citan, dependerá de la capacidad de absorción del agente, es decir la habilidad para utilizar la información existente (Cohen & Levinthal, 1990), así como la posibilidad de adopción de nuevas prácticas y tecnologías (Ekboir & Vera-Cruz, 2012). Resaltando que, “es más importante tener muchos agentes buscando y adaptando las tecnologías existentes que tener unos pocos institutos de investigación sofisticados en una sociedad estática” (p. 116). Esta afirmación valida la generación de **fórmulas de éxito** entre los agentes competidores y las demandas del mercado y la entrega de **beneficios** según el nivel de cumplimiento en cada posición del vector atributos.

Las organizaciones dependen de sus capacidades de innovación para responder a los cambios en los entornos tecnológico, económico y social. Las capacidades de innovación se construyen aprendiendo, es decir, creando conocimiento. Diferenciando entre información y conocimiento, la información son datos sin procesar (por ejemplo, materiales publicados, planos u objetos físicos), mientras que el conocimiento es el uso de los datos para crear interpretaciones únicas de la realidad. Por su naturaleza personal, dos actores pueden aprender cosas diferentes de la misma información, o lo mismo de diferentes tipos de información. El conocimiento es muy difícil de compartir, mientras que la información se puede difundir con bastante facilidad (Ekboir & Vera-Cruz, 2012). Para el modelo de simulación planteado, dicho aprendizaje se refleja en la

generación de nuevas habilidades o capacidades por parte de las agentes competidores consideradas como especialización de los agentes del sistema.

Esta generación de nuevas habilidades o aprendizaje en los agentes surge de la interacción entre recursos (individuos y capital fijo), procesos (cómo se hacen las cosas) y valores (incluido la cultura organizacional). El desarrollo de estas nuevas habilidades son específicas para cada organización y contexto: se desarrollan con inversiones y procesos idiosincrásicos que otras organizaciones no pueden imitar o comprar fácilmente (Ekboir & Vera-Cruz, 2012). Desde este punto de vista, se sustenta el **costo de transacción** y el **ingreso por atributos** resultado de la interacción entre agentes competidores y las demandas del mercado del modelo simulado.

Finalmente, el estudio concluyó que la capacidad de innovación de los agentes surge como resultado de interacciones complejas entre factores internos y externos del sistema. El equilibrio entre ambos factores permite el desarrollo de nuevas capacidades de manera colectiva, en especial la capacidad de identificar las brechas de conocimiento, definir las estrategias para cerrarla y el uso del nuevo conocimiento para explorar nuevas actividades (Ekboir & Vera-Cruz, 2012). Este hallazgo responde al planteamiento realizado en el modelo de simulación en relación con **la hipótesis de la incidencia de las dinámicas de interacción sobre las capacidades potenciales de absorción**, en este caso, expresadas en los vectores capacidades y atributos.

4.3.10.2 Globalización y la capacidad de absorción, señales de la agrupación de empresas en Valle del Rio Sao Francisco – Brasil

Este estudio realizado por Moreira et al., (2019) analiza y compara la incidencia de la globalización en el proceso de absorción de conocimiento entre regiones y empresas del clúster frutícola del Valle del Rio San Francisco en Brasil. El principal elemento de análisis fue la disponibilidad de recursos y las rutinas de las empresas (capacidades de absorción) y la incidencia en la interacción con diversas fuentes para adquirir, asimilar y transformar el conocimiento disponible en un entorno competitivo.

Diversos estudios analizados sustentan que la dinámica de flujo de conocimiento entre empresas (interno y externo) en un clúster a nivel regional se mueve a diferente velocidad, por tanto, las capacidades individuales de los agentes inciden sobre el aprendizaje y transformación de conocimiento, generando niveles distintos de habilidades resultado de la interacción entre los agentes del sistema (Moreira et al., 2019). Este planteamiento cobra sentido en el modelo de simulación dada que la dinámica de interacción entre agentes dependerá de sus **capacidades individuales iniciales o de entrada al sistema**, así como los **beneficios** que puedan obtener de la generación de **fórmulas de éxito** con las demandas del mercado.

Partiendo del hecho de que la interacción entre agentes se da a partir de sus capacidades iniciales al ingresar al sistema, los agentes cuentan con un stock de conocimiento (**stock de excedentes**) que es válido durante el tiempo de **ciclo de vida** del agente en el entorno competitivo, dicho stock sufrirá cambios resultado de las inversiones específicas (**costo de transacción**) favorecidas por las alianzas generadas entre los diversos tipos de agentes de sistema (**complementariedad**), al final de dicha transacción entre agentes competidores y demandas del mercado se verifica el **stock de excedentes acumulado** del agente que le permitirá sobrevivir en el entorno competitivo (Moreira et al., 2019), tal como se evidencia en la verificación computacional del modelo.

Por otra parte, los resultados confirman la regla de decisión de **distancia de localización**, obteniendo mejores resultados para la difusión del conocimiento en una alta densidad de agentes y baja distancia. Los lazos externos hacen que el clúster se acerque más a otros mercados exitosos (Moreira et al., 2019).

Los hallazgos encontrados por Moreira et al., (2019) resaltan el rol de la intermediación para la generación de canales de comunicación entre los resultados de investigación y las relaciones con fuentes externas de conocimiento, sin embargo, dicha interacción es efectiva para las empresas que tienen una alta capacidad de absorción para generar una ventaja competitiva con el conocimiento adquirido, encontrando diferencia entre las empresas a nivel local y a nivel regional. Este resultado es acorde a la **hipótesis** planteada de la incidencia de las dinámicas de interacción y las PACAP.

4.3.10.2.3 Análisis de las condiciones de la capacidad de absorción en proyectos de I+D.

En el estudio realizado por Crespi et al., (2020) se indagó y validó la relación entre las etapas de generación de capacidades de absorción y el desarrollo de proyectos de I+D+i, analizando tres proyectos de la Agencia Brasileña de Investigación Agropecuaria (Embrapa), resaltando el rol que cumple la entidad en el sector agrícola y cómo las diferentes estrategias de trabajo pueden verse reflejadas en las capacidades de absorción en proyectos de investigación.

Como punto de partida, el engranaje que evidencia Embrapa con las demás instituciones de carácter nacional e internacional permite la interacción y el desarrollo de alianzas estratégicas entre diferentes tipos de agentes para el intercambio de conocimiento y el desarrollo de proyectos de investigación, pudiendo entenderse esto como un proceso de co-creación (Crespi et al., 2020). Cumpliendo desde su rol la función de **intermediario** entre institutos de investigación, empresas

y productores, siendo entonces un facilitador para el intercambio de conocimiento entre las partes (Fukugawa, 2019; Prager et al., 2017).

En línea con lo expresado previamente por Moreira et al.,(2019), el desempeño de las empresas públicas de investigación en países en desarrollo, dependerá de la capacidad para acceder al conocimiento externo y sumarlo al conocimiento interno como elemento clave en la generación de capacidades de absorción (Crespi et al., 2020). En este punto entra en juego el conocimiento previo y la experiencia de los agentes (Jansen et al., 2005) como primera regla de decisión para iniciar un proyecto de I+D (Crespi et al., 2020). Dicha característica define la **clasificación de los agentes** al ingresar al sistema y la **magnitud del vector capacidades** de los agentes competidores.

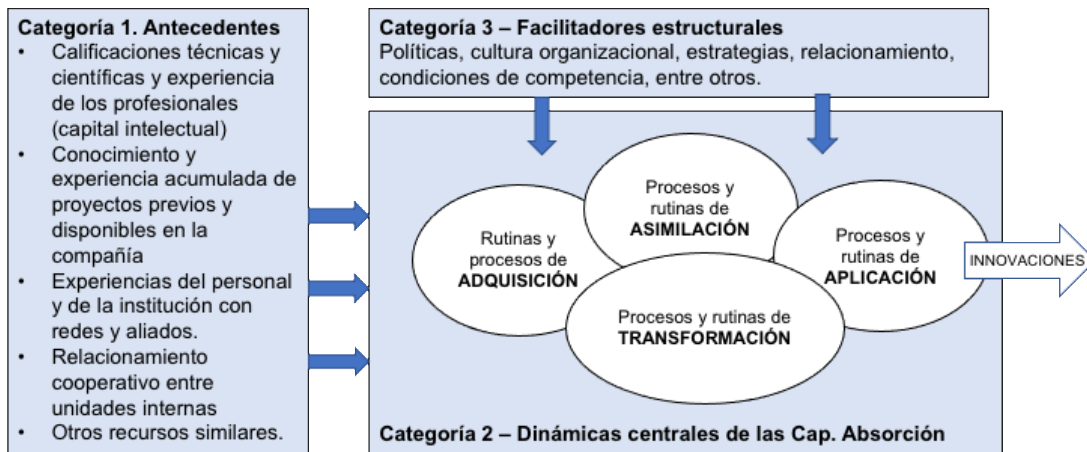
Como variable de salida las interacciones y procesos sociales que ocurren entre los agentes dependerán de las condiciones estructurales de cada agente (**capacidades individuales**), así como de las rutinas que se implementan en cada etapa de generación de capacidades de absorción (adquisición, asimilación, transformación y explotación) (Zahra & George, 2002), que a su vez están relacionadas con el ciclo de vida de los proyectos de I+D (Crespi et al., 2020)

Para facilitar el análisis del desarrollo de capacidades de absorción en los proyectos de I+D, los autores proponen una configuración del proceso que se muestra en la **Figura 48**, en relación, se sustenta cada categoría con base en lo planteado en el modelo de simulación, de la siguiente forma:

- Categoría 1. Antecedentes de Capacidades de absorción: Esta categoría se relaciona con la **aleatoriedad del vector capacidades** de los **agentes competidores**.
- Categoría 2. Dinámica central de la capacidad de absorción: Aquí se encuentra la **dinámica de interacción de agentes, la generación de fórmulas de éxitos, los costos de transacción, stock de excedentes y la generación de nuevas habilidades – capacidades por recibir beneficios de las demandas del mercado**.
- Categoría 3. Facilitadores estructurales: Se refiere al **entorno competitivo, el surgimiento de demandas de mercado y la aleatoriedad del vector atributos**.

Figura 48

Configuración propuesta para la medición de capacidades de absorción en proyectos de I+D.



Nota: Fuente (Crespi et al., 2020)

Finalmente, Crespi et al., (2020) valida que los pasos tenidos en cuenta en la concepción de un proyecto de I+D, responden a la configuración de las capacidades de absorción, resaltando algunos aspectos como: 1) uso de conocimiento disponible a nivel interno (recursos y capacidades), 2) uso de información previa resultado de alianzas e interacciones para la planificación de los proyectos, 3) utilización de normas y procedimientos para la realización de proyectos (objetivo, metas, resultados) y 4) apropiación del conocimiento y la experiencia de los técnicos e investigadores de la institución para realizar el seguimiento y evaluación de los logros alcanzados y lecciones aprendidas. La validación de las etapas de generación de capacidades de absorción en proyectos de I+D ***ejemplifica la aplicabilidad de la teoría en la práctica, cobrando importancia su estudio en diferentes procesos de innovación.***

4.3.10.2.4 Comprensión de las relaciones entre la creación de redes, la capacidad de absorción y el desempeño financiero entre los agricultores del sur de Brasil

El trabajo realizado por dos Santos et al., (2021) indagó sobre la incidencia de la conformación de redes en la capacidad de absorción de agricultores del Sur de Brasil y la relación con el desempeño financiero, tomando de referencia elementos claves como el capital social (Micheels & Nolan, 2016) y el impacto de las redes de innovación (Cofré-Bravo et al., 2019) en la toma de decisiones por parte de los agricultores.

Como lo menciona Crespi et al., (2020); y Moreira et al., (2019) este estudio resalta que el nivel de adopción de nuevas prácticas y tecnologías dependerá de la capacidad de absorción de los agricultores, sin embargo, dos Santos et al., (2021) profundiza el análisis hacia la capacidad potencial de absorción, la cual puede verse influenciada por las características personales, orientación al aprendizaje, capital social y transferencia de información entre agricultores (Cofré-Bravo et al., 2019; Joffre et al., 2019; Micheels & Nolan, 2016). El enfoque de este análisis sustenta la indagación del modelo sobre las **capacidades potenciales de absorción** y la dinámica de interacción basada en las magnitudes de los **vectores capacidades y atributos** para el cumplimiento de las **demandas emergentes del mercado**.

Siguiendo el planteamiento realizado por Zahra & George, (2002) para desarrollar capacidades de absorción primero es necesario adquirir conocimiento para luego explotarlo, el estudio revisó la influencia de las redes de innovación en esta primera etapa, encontrando que entre más amplias son las fuentes de información, mayores son los cambios en la experiencia de adquisición y asimilación del conocimiento para la toma de decisiones en la adopción de nuevas prácticas y tecnologías (dos Santos et al., 2021). Este hallazgo confirma la importancia del **nacimiento de agentes competidores** con diferentes capacidades para suplir las demandas emergentes del entorno competitivo.

Los resultados encontrados indican que la generación de ambientes propicios con diversidad de fuentes de información (agentes) permite que exista mayor interacción entre agentes competidores y demandas del mercado, permitiendo tener mayor acceso al conocimiento y generar redes de interacción. De manera particular al medir la adquisición y asimilación de manera independiente se halló que los agricultores no son rápidos para reconocer los cambios de regulaciones técnicas, competencia de mercado, además de deliberar con los asesores para reconocer los cambios de mercado con suficiente antelación, sin embargo, indican que el conocimiento adquirido puede ser usado para decisiones futuras, utilizando la información cuando sea necesario. Estos resultados evidencian la importancia de **fortalecer las capacidades potenciales de absorción en agentes y demandas del mercado** para favorecer procesos de innovación y generar nuevas habilidades que permitan la transformación y explotación del conocimiento adquirido.

4.3.11 Validación operacional del modelo

Utilizando la técnica de validez de eventos se realizó la comparación del modelo simulado en relación con los datos del sistema real para determinar su similitud y validación operacional. Tomando de base el consolidado de datos en cuanto a la medición de las PACAP a los asesores

agrícolas del departamento del Tolima, (capítulo 4.2) se definió el valor del vector capacidades para las cuatro posiciones del agente competidor; (1) capacidad de identificación de DM, (2) capacidad de identificación del conocimiento requerido para satisfacer la DM, (3) capacidad de dirección o medios utilizados para adquirir el conocimiento y satisfacer la DM y (4) capacidad de comprender del conocimiento para desarrollar una habilidad (asimilación) para satisfacer la DM.

De igual manera, con base en las demandas de I+D+i publicadas en la plataforma Siembra para las cadenas productivas de Aguacate, Cacao y Café (Anexo 3) se cuantificó para cada posición el valor del vector atributos de las DM.

Teniendo en cuenta los valores de los parámetros calibrados (**Tabla 53**) y el número de réplicas (56) utilizando el software Netlogo 6.2.1 se realizó la simulación del modelo de manera aleatoria y cargando los datos reales tomados de las encuestas realizadas.

Tabla 53

Codificación de parámetros de entrada al MBA para la validación operacional del modelo.

Parámetro	Código del parámetro
Tasa de nacimiento demandas del mercado	["rate_birth_dms" 25]
Tasa de Nacimiento de agentes	["rate_birth_agents" 25]
Costo de mantenimiento por capacidades	["CCK" "[1 1 1 1]"]
Ingreso por atributo	["IAk" "[4 4 4 4]"]
Costo de transacción entre agentes	["cost_low" 0.3] ["cost_mid" 0.7] ["cost_high" 1.1]
Stock de excedentes	["Initial_SS" 300]
Número de enlaces de los agentes con las demandas del mercado	["max_DMs_related" 6]
Número inicial de agentes y demandas del mercado en el sistema	["cont_agents" 40] ["cont_DMs" 70]
Volatilidad	["max_volatility" 5]
Tiempo de ciclo de vida de las demandas del mercado	["tilc" 5]
Número de ticks	["max_ticks" 20]

Utilizando la herramienta BehaviorSpace de Netlogo se genera la secuencia del modelo para realizar la simulación de manera aleatoria y con los datos reales para la medición de las capacidades de los agentes competidores después de realizar fórmulas de éxito y recibir beneficios del sistema. Para sintetizar los datos obtenidos, en la **Tabla 54** se presenta el promedio de los valores de las cuatro capacidades evaluadas correspondiente a 56 réplicas y 20 ticks.

Tabla 54

Resultados de la simulación aleatoria y con datos reales para las PACAP de los agentes competidores.

Simulación Aleatoria					Simulación datos reales				
Intervalo réplica	C _(IDM)	C _(KNOW)	C _(DIR)	C _(ASIM)	Intervalo réplica	C _(IDM)	C _(KNOW)	C _(DIR)	C _(ASIM)
1	4,03	4,13	4,01	4,03	1	3,91	3,89	3,95	3,76
2	3,62	3,93	4,00	3,94	2	3,87	3,90	3,84	3,78
3	4,07	3,91	3,86	3,93	3	3,85	3,85	3,97	4,07
4	4,04	3,77	3,97	3,80	4	3,94	3,82	3,91	4,02
5	3,88	3,94	4,07	4,02	5	3,84	3,99	3,09	3,94
6	3,91	3,87	4,10	3,92	6	3,77	4,00	3,89	3,88
7	3,65	3,91	3,94	3,84	7	4,03	3,88	3,80	3,96
8	3,81	3,94	4,00	3,95	8	3,93	4,03	3,79	3,94
9	3,92	3,99	3,92	4,04	9	3,99	4,14	3,84	3,98
10	4,13	3,88	3,77	4,08	10	3,75	3,70	3,95	3,89
11	3,94	3,73	4,08	4,05	11	3,91	3,75	3,81	3,94
12	3,82	3,92	3,91	3,97	12	3,92	3,86	4,00	3,99
Promedio	3,90	3,91	3,97	3,96	Promedio	3,89	3,91	3,89	3,94
DS	2,59	2,61	2,61	2,61	DS	2,59	2,60	2,61	2,59

Con base en los resultados obtenidos, utilizando el software Minitab se aplica la prueba de t de 2 muestras para verificar si hay diferencia entre las medias de las dos poblaciones de datos relacionados en la **Tabla 55** y **Tabla 56**, planteando las siguientes hipótesis:

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 \text{ y } H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

Tabla 55

Estadísticos descriptivos de la prueba de t.

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar de la media	Diferencia	IC de 95% para la diferencia
Simulación Aleatoria	10.404	3,94	1,32	0,013	0,0256	(-0,0094; 00605)
Simulación datos reales	con 11.779	3,91	1,33	0,012		

Tabla 56

Prueba de t para la comparación de medias del experimento simulado.

GL	Valor de t absoluto	Valor de t crítico	Valor de p
21856	1,43	1,64	0,151

Siendo el valor de p mayor al valor del nivel de significancia ($\alpha = 0.05$) y el valor de t absoluto menor al valor de t crítico, se acepta la hipótesis nula, es decir no existe diferencia significativa entre la media del experimento simulado aleatoriamente y el experimento simulado con datos reales. Con estos resultados se valida operacionalmente la simulación realizada, evidenciando que la configuración del sistema responde de igual manera para datos aleatorios en comparación con datos reales.

4.3.12 Análisis de las dinámicas de interacción en el asesoramiento agrícola a partir de la comparación de escenarios.

El análisis de escenarios se realiza con el fin de simular y contrastar situaciones que se aproximen a la realidad en relación con las PACAP de los asesores agrícolas y su interacción con las DM. Estas simulaciones se realizaron en el programa Netlogo 6.2.1 consideradas como una exploración de submodelos y abstracción de un fenómeno virtual simplificado que simula la realidad (Resnick, 2001).

- **Escenarios**

El planteamiento de escenarios se realiza para identificar patrones de interacción en la asesoría agrícola en un SIA con base en sus PACAP considerando diferentes situaciones favorables y poco favorables en relación con la configuración inicial del sistema y la capacidad de respuesta en cuanto a sobrevivencia de los agentes y las DM, efectividad de la interacción evidenciada en el % de DM con SF, % de agentes que realizan SF y el stock de excedentes del sistema resultado de la interacción entre agentes.

- **Escenario 1. Tendencial:** Este escenario se acoge a la realidad actual, es decir la fotografía inicial obtenida de la aplicación de las encuestas para la caracterización del sistema y la cuantificación de las demandas de I+D+i de la plataforma Siembra. Este escenario evidencia la interacción entre agentes y DM actual para el servicio de asesoramiento agrícola.

- **Escenario 2. Ideal:** Bajo este escenario se estima una tasa óptima de nacimiento de las DM y de los agentes para que haya una efectividad en el relacionamiento basado en el % de DM y agentes con SF. Este escenario es favorable para la prestación del servicio de asesoramiento agrícola y la generación de PACAP, ya que el agente puede generar un mayor número de interacciones con las DM y suplir los requerimientos del mercado.
- **Escenario 3. Restrictivo:** Este escenario es poco favorable para la prestación del servicio de asesoramiento agrícola y la generación de PACAP, ya que la tasa de nacimiento de las DM y de los agentes no es suficiente para que los agentes sobrevivan en el entorno competitivo.

Basados en la configuración inicial y los escenarios propuestos, la parametrización para cada caso se presenta en la **Tabla 57**

Tabla 57

Parámetros estimados para los escenarios del modelo de simulación basado en agentes.

Parámetro	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Tasa de nacimiento DM	["rate_birth_dms" 25]	["rate_birth_dms" 25]	["rate_birth_dms" 20]
Tasa de Nacimiento de agentes	["rate_birth_agents" 25]	["rate_birth_agents" 25]	["rate_birth_agents" 10]
Costo de mantenimiento por capacidades	["CCK" "[1 1 1 1]"]	["CCK" "[1 1 1 1]"]	["CCK" "[2 2 2 2]"]
Ingreso por atributo	["IAk" "[4 4 4 4]"]	["IAk" "[4 4 4 4]"]	["IAk" "[2 2 2 2]"]
Costo de transacción entre agentes	["cost_low" 0.3] ["cost_mid" 0.7] ["cost_high" 1.1]	["cost_low" 0.3] ["cost_mid" 0.7] ["cost_high" 1.1]	["cost_low" 0.3] ["cost_mid" 0.7] ["cost_high" 1.1]
Stock de excedentes	["Initial_SS" 300]	["Initial_SS" 300]	["Initial_SS" 300]
Número de enlaces de los agentes con las demandas del mercado	["max_DMs_related" 6]	["max_DMs_related" 10]	["max_DMs_related" 6]
Número inicial de agentes y demandas del mercado en el sistema	["cont_agents" 40] ["cont_DMs" 70]	["cont_agents" 40] ["cont_DMs" 70]	["cont_agents" 40] ["cont_DMs" 70]
Volatilidad	["max_volatility" 5]	["max_volatility" 5]	["max_volatility" 5]
Tiempo de ciclo de vida de las demandas del mercado	["tilc" 5]	["tilc" 5]	["tilc" 5]

Número de ticks	["max_ticks" 20]	["max_ticks" 20]	["max_ticks" 20]
Variables Respuesta	count DMs with [color = 25] count agents with [mydms != []] precision (mean [sexe] of agents) 2	count DMs with [color = 25] count agents with [mydms != []] precision (mean [sexe] of agents) 2	count DMs with [color = 25] count agents with [mydms != []] precision (mean [sexe] of agents) 2
Set- up	Setup_files ["Scenes" "1"]	Setup	Setup

4.3.12.1 Comparación de escenarios

A continuación, se presentan los resultados de la simulación de los tres escenarios que se quieren analizar con el fin de compararlos, identificar diferencias significativas entre ellos y analizar la dinámica de interacción entre agentes competidores y DM a partir de las PACAP en un SIA.

Como variables respuesta se midieron el número de DM y agentes competidores con SF y el stock de excedentes del sistema para cada escenario planteado. Para verificar la diferencia entre los escenarios se aplicó una prueba de ANOVA (**Tabla 58**) y comparación entre medias de Tukey ambas con un nivel de significancia de 0,05.

Como se observa en la **Tabla 58**, para las tres variables respuestas el valor de p es menor que el nivel de significancia, así como el valor del F es mayor al F crítico, evidenciando la diferencia existente entre los tres escenarios evaluados.

Por su parte, la prueba de Tukey (**Tabla 59**) corrobora la diferencia existente entre los escenarios evaluados, sin embargo, para el caso de las DM con SF no existe una diferencia significativa entre el escenario 1 y 3. Para todas las variables respuesta evaluadas resultó el escenario 2 el más favorable y el escenario 3 el menos favorable en relación con el valor de la media reportada.

Complemento a las pruebas estadísticas realizadas, gráficamente se puede observar la diferencia entre los escenarios en relación con el comportamiento de la media de cada variable respuesta en las 56 repeticiones.

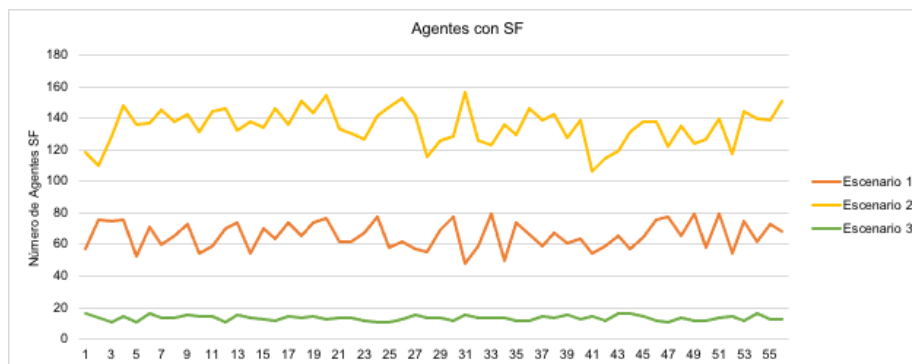
La **Figura 49** muestra el valor promedio del número de agentes con SF para cada una de las repeticiones, corroborando los resultados de la prueba de Tukey con notorias diferencias entre los tres escenarios evaluados, siendo el escenario 2 el que presenta mejor comportamiento con valores medios entre 132,99 y 137,35, mientras que el escenario 3 reporta valores medios entre 11,16 y 15,52 agentes con fórmula de éxito.

Tabla 58*Análisis de varianza entre escenarios para las variables respuesta.*

	Fuente	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor de F	Valor de F crítico	Valor de p
Agentes con SF	Escenario	2	418.183	209.092	3062,45	3,072	0,000
	Error	165	11.266	68			
	Total	167	429.449				
Demandas con SF	Escenario	2	5.280	2.640,11	351,51	3,072	0,000
	Error	165	1.239	7,51			
	Total	167	6.519				
Stock de excedentes	Escenario	2	34.257	17.128,7	624,66	3,072	0,000
	Error	165	4.524	27,4			
	Total	167	38.782				

Tabla 59*Prueba de Tukey entre escenarios para las variables respuesta.*

	Escenario	N	Media	Agrupación
Agentes con SF	2	56	135,17	A
	1	56	65,84	B
	3	56	13,34	C
Demandas con SF	2	56	32,83	A
	1	56	21,17	B
	3	56	20,72	B
Stock de excedentes	2	56	149,15	A
	1	56	121,07	B
	3	56	117,04	C

Figura 49*Comparación entre escenarios para Agentes con SF.*

La **Figura 50** muestra el valor promedio del número de DM con SF, siendo el escenario 2 el que presenta mejor comportamiento con valores entre 32,11 y 33,56, por su parte, los

escenarios 1 y 3 presentan valores medios entre 20,45 y 21,89 y 20,00 y 21,44 respectivamente. Este resultado corrobora los resultados de la prueba de Tukey en dónde estos dos escenarios no presentan diferencias significativas entre sí.

Por último, para el caso del stock de excedentes del sistema los tres escenarios presentan valores cercanos en sus medias, escenario 1 (119,69 - 122,45), escenario 2, (147,77 – 150,53) y escenario 3 (115,66 – 118,42). Nuevamente, el escenario 2 resulta el más favorable, seguido por el escenario 1 y 3, sin embargo, entre estos dos últimos los valores medios no presentan gran diferencia entre sí (**Figura 51**).

Figura 50

Comparación entre escenarios para Demandas de mercado con SF.

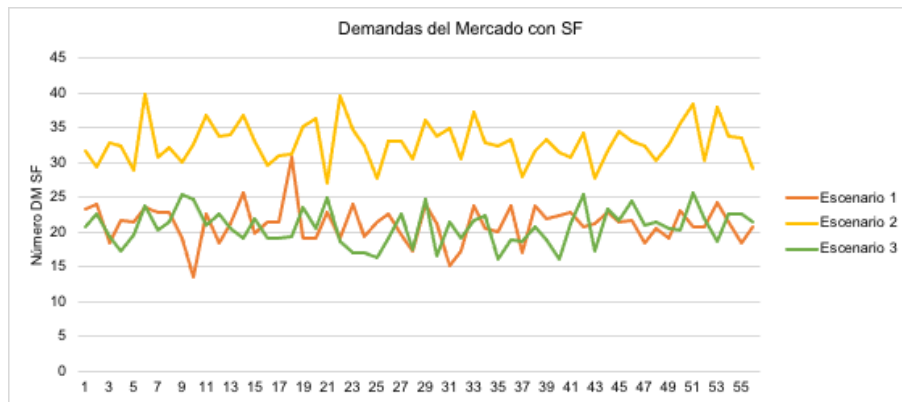
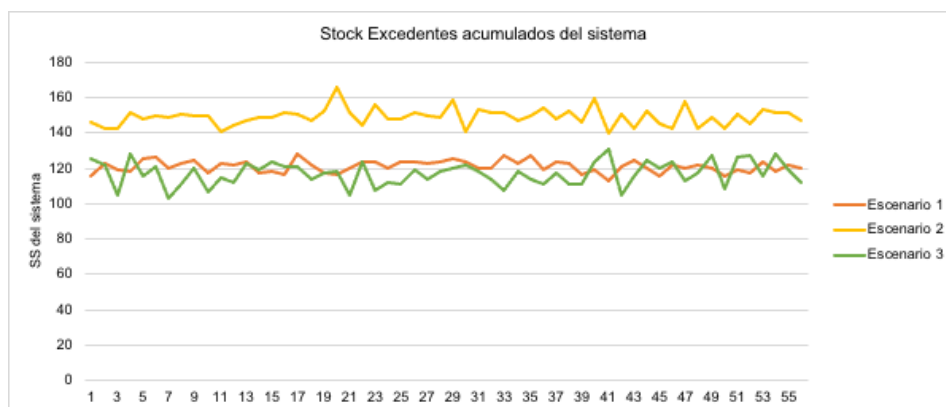


Figura 51

Comparación entre escenarios para el stock de excedentes acumulados en el sistema.



Aunque las variables respuesta se refieren al número de DM y de agentes competidores que logran establecer SF a partir del valor de sus PACAP, vale la pena indagar sobre el nivel de efectividad del relacionamiento para cada escenario.

Para el caso de los agentes competidores con SF (**Figura 52**), aunque el escenario 2 presenta el valor más alto en la media (135) en comparación, los tres escenarios tienen un nivel de efectividad similar del 29%, 34% y 33% respectivamente. Un aspecto importante para tener en cuenta en este análisis es el número de ticks en los que los agentes y las DM logran hacer SF antes de desaparecer del sistema, siendo 18, 22 y 10 ticks respectivamente.

Figura 52

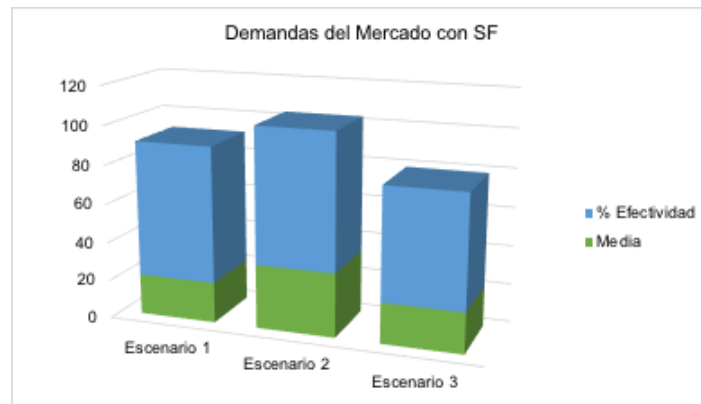
Porcentaje de efectividad de los agentes con SF.



Para las DM con SF la efectividad de los escenarios 1 y 2 es del 70%, con un valor medio de 21 y 33 respectivamente, siendo el escenario 1 mejor para generar relaciones a partir de sus PACAP. El escenario 3 presenta el porcentaje más bajo de efectividad con 58% en 10 ticks (**Figura 53**).

Figura 53

Porcentaje de efectividad de las demandas del mercado con fórmula de éxito.



4.3.12.2 Análisis de escenarios y patrones emergentes.

El escenario tendencial y el escenario ideal comparten parámetros similares en cuanto a tasa de nacimiento de los agentes y de las DM, ingreso por atributos y costo por capacidades, sin embargo, el escenario tendencial contempla un número menor de demandas relacionadas en comparación con el escenario ideal.

Esta diferencia entre el escenario 1 y 2 permite que el agente se relacione con un mayor número de DM con base en su nivel de capacidades. En este sentido, se aprovecha más las PACAP de los agentes y se facilitan mecanismos de cooperación que por complementariedad responden a las DM, haciendo que los agentes con nivel alto de PACAP sean referentes en el sistema. Esta situación permite la configuración del sistema a partir de la generación de redes de apoyo para responder a las diferentes condiciones de las DM, patrón que emerge para la prestación del servicio de asesoramiento agrícola.

El escenario pesimista varía en cuanto a la tasa de nacimiento de los agentes y de las DM, siendo la relación 2:1, adicional el costo por capacidades resulta igual al ingreso por atributos, indicando que el beneficio que obtienen los agentes no sea significativo por el establecimiento de SF.

En comparación, los escenarios tendencial y pesimista presentan un comportamiento similar en el sistema a pesar de las diferencias en la configuración inicial de los parámetros, esta situación indica que con base en los datos colectados (situación real) las PACAP de los agentes no son suficientes para que un gran número de las DM sean satisfechas, es decir, la dinámica de interacción en la situación actual del servicio de asesoramiento agrícola, no es muy favorable en cuanto la capacidad de los agentes para responder de manera efectiva a las DM.

Este patrón de comportamiento se relaciona con la necesidad de que exista mayor complementariedad de capacidades entre los agentes, aunque la literatura cita que para el servicio de asesoramiento agrícola se requiere un mayor número de agentes que respondan a las DM (Aplogan et al.; 2022), en los escenarios propuestos se evidencia que la diferencia en la generación de SF hace la capacidad de relacionamiento del agente con las DM y los demás agentes, que por diferencia en la magnitud de las PACAP pueden responder de manera articulada a las DM.

En cuanto al stock acumulado de excedentes, los escenarios 1 y 3 evidencian comportamientos similares, indicando que a pesar de la diferencia entre el costo de capacidades y el ingreso por atributos, los recursos con los que ingresan los agentes al sistema no son suficientes para su supervivencia en el tiempo, es decir el nivel de PACAP de ingreso al sistema

para generar SF es bajo en comparación con los atributos de las DM, requiriendo que haya mayor número de agentes especializados para satisfacer en mayor proporción las DM.

Esta dinámica se relaciona con el nivel de especialidad de la DM, requiriendo que los agentes cuenten con conocimiento previo para generar SF desde la primera interacción. Como se mencionó anteriormente, el nivel de especialidad se considera un elemento esencial para la prestación del servicio de asesoramiento agrícola, emergiendo como patrón del sistema para que haya mayor sobrevivencia de los agentes.

Finalmente, llama la atención en los tres escenarios el nivel de efectividad, es decir, la relación entre el número de agentes y número de DM con SF, si bien en el escenario dos se generan más SF, en comparación no se encuentra una diferencia entre escenarios, oscilando entre 29 y 34%. Esta situación refiere que, adicional al nivel de especialidad requerido para generar SF, el nivel de confianza o relacionamiento previo juega un rol esencial para dar respuesta a las DM en el sistema, considerándose uno de los principales elementos facilitadores para la interacción entre agentes en los SIA (Joffre et al.; 2020).

5 Análisis de resultados

5.1 Elementos de asesoramiento y el desarrollo de PACAP.

En el marco de las PACAP los elementos identificados en las actividades del asesoramiento agrícola permitieron visualizar el contexto interno y externo de la organización y aspectos propios de los profesionales que inciden en las dinámicas de interacción para la prestación del servicio de asesoría y el desarrollo de las PACAP.

Como punto de partida del análisis, la identificación de las necesidades de la DM y los requerimientos (habilidades - capacidades) para ser satisfechas se relacionan con el elemento de especialización del servicio, requiriendo para ello tener un alto nivel de acceso a la información para lograr un enfoque multidisciplinario en el desarrollo de las actividades, acorde a las tecnologías emergentes y los desafíos del sector, como lo identificó previamente Krafft et al., (2021).

En segunda instancia, el establecimiento de vínculos cobra importancia para responder a las DM, para ello, elementos como la capacidad de relacionamiento o capacidad de interacción entre asesores e investigadores, asesores y productores permite que fluya el conocimiento en ambas direcciones y cerrar las brechas tecnológicas dentro del SIA. En este punto, las redes de interacción juegan un papel fundamental permitiendo que se construya conocimiento tanto al interior de la organización como con los demás actores del sistema (Klerkx & Proctor, 2013; Labarthe & Laurent, 2013b; Landini, 2020, 2021a).

Finalmente, la asimilación o comprensión del conocimiento como última etapa del PACAP se relaciona con las actividades de *back-office* y *front-office*, en donde se construye conocimiento a partir de la información disponible para ser aplicada en las actividades de prestación del servicio, como lo plantea Labarthe & Laurent, (2013).

Estos elementos se relacionan con los aspectos endógenos de la prestación del servicio de asesoramiento agrícola, llamando la atención que desde este análisis la generación de PACAP depende en gran medida de los aspectos propios del individuo originados desde la iniciativa personal, considerado por Lane et al., (2006) y Martinkenaite & Breunig, (2016) como el aspecto más importante en el desarrollo de ACAP.

Como se observa en la **Figura 8** estos aspectos aparecen como puntos intermedios o facilitadores entre el exterior o entorno competitivo y el interior o entorno organizacional, pudiendo indicar que el desarrollo de PACAP depende en gran medida de aspectos individuales en cuanto a la capacidad de respuesta, adaptación y colaboración del asesor agrícola.

Este resultado se relaciona con lo planteado por Birner et al., (2009) en cuanto a que el sistema de asesoramiento agrícola no responde a un modelo único que pueda ser simplemente copiado e implementado, resaltando que elementos propios del individuo diferencian las actividades para la generación de ACAP para la prestación del servicio de asesoría agrícola. De igual manera, el modelo planteado por Birner et al., (2009) tiene similitud al modelo planteado en la tesis doctoral con elementos internos, externos y de política transversal en el proceso.

5.1.2 El instrumento como herramienta de medición y escala de las PACAP en el asesoramiento agrícola.

Identificados los elementos que inciden en el asesoramiento agrícola y su relación con el desarrollo de las PACAP, el instrumento de recolección de datos se diseñó con el propósito de evaluar escenarios favorables y poco favorables para el desarrollo de PACAP en la organización, evaluando aspectos propios del profesional y de la organización. Para esta medición se aplicó el instrumento a un grupo de asesores agrícolas de entidades públicas, privadas y terciarias, teniendo en consideración la pluralidad del servicio.

Siguiendo el planteamiento realizado por Zahra & George, (2002) los escenarios propuestos como escala de Likert en el instrumento evalúan el nivel de favorabilidad en el entorno competitivo, organizacional y los elementos facilitadores mencionados en el apartado 4.1.2 y la figura 8 para la prestación del servicio de asesoría agrícola. De esta manera, el instrumento busca validar la hipótesis planteada en la tesis doctoral en relación con las dinámicas de interacción, el rol del asesor en la prestación del servicio y su capacidad de respuesta a las DM en relación con las PACAP.

En el escenario favorable, la información para la toma de decisiones y desarrollo de actividades de asesoría agrícola se encuentra disponible y al alcance del personal, así como, la organización generan suficientes espacios de formación, proporciona los medios para adquirir conocimiento facilitando su sistematización y, de manera activa se articula con las demás organizaciones para la prestación del servicio y el desarrollo de proyectos de investigación que den respuesta a las DM en el marco de un SIA.

Caso contrario en el escenario poco favorable en donde, el asesor considera que la información no es pertinente y no está disponible para la prestación del servicio, a nivel organizacional no se generan espacios suficientes de formación, ni se cuentan con herramientas para consulta o fortalecimiento de capacidades, se trabaja en mayor medida de manera individual y la articulación no se contempla para el desarrollo de las actividades y no tiene disposición para incluir nuevo conocimiento en las actividades de asesoramiento agrícola.

A partir de estos planteamientos se pretende tener una visión general del estado actual de las actividades particulares de los asesores y de las organizaciones para desarrollar PACAP y validar si existe relación con el tipo de organización y la cadena productiva.

5.2 Los procesos de asesoría agrícola y las PACAP

Con base en los resultados obtenidos, en relación con las organizaciones públicas participantes representadas por las alcaldías municipales se evidencia una baja capacidad para identificar, adquirir e incorporar conocimiento externo para el desarrollo de las actividades de asesoramiento agrícola, al igual que lo presentado por Liao et al., (2023), en dónde, la dinámica de generación de PACAP es limitada en las organizaciones públicas, llamando la atención que la Ley 1876 de 2017 cuenta con un subsistema de formación que debería suplir las necesidades de los asesores, sin embargo, los lineamientos no son claros, la dinámica en cada caso es particular y los esfuerzos de formación generados a la fecha no son lo suficientemente efectivos resultando en a un servicio de asesoría agrícola público restringido.

Al igual que lo reportado por Enciso et al., (2022), en la muestra de estudio se evidencia una falta de actualización permanente en conocimientos, metodologías y tecnologías en las organizaciones prestadoras del servicio de asesoría agrícola de carácter público, lo cual ha generado una brecha de conocimiento entre la generación de tecnologías y los requerimientos de las DM.

Por su parte, los participantes de las organizaciones privadas reconocen que al interior de las organizaciones se promueven los espacios para intercambiar conocimiento y generar PACAP en respuesta a la dinámica de las DM y lineamientos de planes y políticas de la organización, lo cual se soporta en los resultados de las entrevistas semiestructuradas (Contreras et al., 2021).

A diferencia de lo planteado por (Gboko et al., 2021), quien refiere que no hay diferencia entre los procesos formativos de las entidades públicas y privadas de asesoramiento, el instrumento de recolección de datos muestra una clara diferencia en el proceso de generación de PACAP en los asesores agrícolas públicos y privados, existiendo un escenario más favorable para la generación de capacidades en el sector privado. Tal como se evidencia en las entrevistas semi estructuradas, las entidades privadas de asesoramiento cuentan con un plan de formación establecido para sus profesionales, mientras que, con base en la Ley 1876 de 2017, los espacios formativos de los extensionistas públicos dependen de la dinámica de las entidades del estado para la generación de capacidades.

Sin embargo, de manera general se requiere mayor acceso a la información y conocimiento en los procesos de formación para el desarrollo de competencias adicionales que

permitan dar respuesta a las necesidades emergentes del sector, tal como lo plantea Aplogan et al., (2022); Gutiérrez-Cano et al., (2023) y Minh, (2019) en cuanto a que la creación de espacios para el desarrollo de capacidades puede generar cambios positivos en los SIA, lo cual se puede lograr a través de la provisión de programas de educación y capacitación, el desarrollo de plataformas tecnológicas y la promoción de proyectos pilotos.

En cuanto a la diferenciación por cadena productiva para las PACAP, se observa que el asesor agrícola no se especializa en una sola cadena en particular, respondiendo a la diversidad productiva del departamento y la dinámica de las DM. Esta situación se soporta en las respuestas obtenidas para la evaluación de la dinámica de PACAP por tipo de cadena productiva, sin evidenciar una diferencia notoria entre las respuestas de las tres cadenas evaluadas, además que las respuestas de los encuestados se distribuyen en su mayoría de igual manera entre las 4 escalas evaluadas.

En relación, la aplicación de pruebas no paramétricas permitió constatar la correlación entre las variables evaluadas en el instrumento, siguiendo la línea del análisis descriptivo, se evaluó la relación entre el tipo de organización y la cadena productiva con base en el nivel de PACAP de los entrevistados. En cuanto al tipo de organización existe correlación entre los datos, mientras para el tipo de cadena productiva la correlación no fue significativa. De nuevo este resultado lleva a indagar más sobre qué criterios al interior de la organización pueden tener mayor relación con el nivel de PACAP, ya que en primera instancia variables como nivel de estudios y experiencia no parecen tener mayor correlación con las PACAP.

Por su parte, el análisis de frecuencia absoluta realizado evidencia que, para el grupo de asesores encuestados, no existe claridad suficiente sobre la incidencia de las dinámicas de interacción en el asesoramiento agrícola como intermediario y facilitador de conocimiento y, los patrones identificados no son suficientes para definir con certeza el comportamiento de los agentes en un SIA y la incidencia en la generación de PACAP. Sin embargo, vale la pena revisar si el comportamiento se diferencia por tipo de organización, como lo indica el análisis descriptivo. Este resultado nos lleva nuevamente a pensar que las PACAP son dependientes del tipo de organización y que la dinámica en el sector público de fortalecimiento de capacidades de los asesores no es suficiente para que consideren que las herramientas son adecuadas para la prestación del servicio y que su rol en el SIA es ser un agente intermediario de conocimiento.

Analizando de manera independiente los componentes, se observa que la capacidad de adquisición para la generación de PACAP en los encuestados está enmarcada en los medios generados a nivel organizacional, en cuanto a información, formación, herramientas, gestión y articulación para actividades conjuntas, reconociendo en mayor medida que el desarrollo de esta

capacidad es función de la organización, sin embargo, el complemento para que se generen PACAP depende de la comprensión de esta información para interiorizar el conocimiento y poder llegar hasta las RACAP y en este caso, aunque los asesores reconocen que existe la información interna y externa, no contempla ninguna estrategia para sistematizar y adoptarla en sus actividades diarias de asesoría, tal como lo plantea Lane et al., (2006).

5.2.1 Dinámicas de interacción para la generación de PACAP en las organizaciones de asesoramiento agrícola

Las entrevistas semi estructuradas indican que la generación de capacidades específicas se estructuran con base en las DM y los lineamientos propios de la organización, como lo expresa Aregaw et al., (2023), por tanto, la creación de capital social y la inversión en educación resultan importantes en la generación de PACAP en los asesores agrícolas (Aregaw et al., 2023; Micheels & Nolan, 2016).

En esta misma línea, la generación de espacios de formación usualmente son direccionados por la organización para cumplir con un plan de formación particular, generando vínculos con entidades externas para el diseño de programas especializados que suplan las necesidades de los profesionales, observando que la relación entre programas de formación y las actividades de asesoramiento no surge del sistema como un resultado de interacción, sino por demanda en particular, como ya lo había identificado Aregaw et al., (2023) y Dhiab et al., (2020). Esta situación se enmarca en el enfoque *top down* del SIA, lo cual limita la capacidad de responder de manera acertada a las necesidades de los productores (Liao et al., 2023).

El relacionamiento entre organizaciones para generar procesos de I+D es dependiente de la fuente de financiación, por tanto, no se cuenta con un proceso sistemático y constante de acceso a resultados de investigación. Para Labarthe & Laurent, (2013a) y Stræte et al., (2022) el desarrollo de las PACAP requiere mecanismos organizacionales consolidados para el acceso a fuentes de información propias generadas de procesos de I+D o externas, así como, el aprendizaje continuo y sistémico en la organización.

Sin embargo, se podría decir que las cadenas agrícolas que cuentan con un servicio de asesoramiento regulado, principalmente de origen privado, presentan mayor interés para establecer vínculos con centros de investigación y universidades para tal fin, contrario a lo que plantea Prager et al., (2016).

Por otra parte, la mayoría de las actividades de asesoramiento se desarrollan de manera lineal y enmarcadas dentro de la misión de la organización. Para Ramírez-Gómez & Turner,

(2023) resulta de gran importancia el desarrollo de actividades participativas en el asesoramiento agrícola que permita el empoderamiento de los productores para promover procesos de innovación. De aquí la importancia de indagar en cómo las actividades de asesoría son certeras para impulsar el desarrollo de capacidades de innovación en los productores agropecuarios.

La participación en redes y mesas de trabajo interinstitucionales es baja, limitando la interacción y la comunicación de los actores en el SIA, como lo sustenta Ramírez-Gómez & Cuevas-Reyes, (2023), existe desconocimiento del sistema y de los actores que conforman las redes de información a nivel local, así como, las redes que constituyen dicho sistema, por tanto, se dificulta el flujo de información y conocimiento hacia los productores. Esta situación podría afectar la generación de capacidades de los asesores para enfrentar los desafíos emergentes del sector, requiriendo que exista un diálogo inclusivo entre actores, mayor acceso a las tecnologías y el desarrollo de políticas que permitan el acceso a los recursos para generar innovaciones sostenibles como lo indica Gutiérrez-Cano et al., (2023). Contar con diversos procesos que faciliten el flujo e intercambio de conocimiento entre los asesores podría facilitar la generación de capacidades más funcionales para el desarrollo de PACAP (Nikam et al., 2022).

Adicional, la cooperación entre las organizaciones prestadores del servicio de asesoramiento se ve limitada por la regulación nacional en cuanto a que no es viable que dos organizaciones de la misma naturaleza realicen la misma actividad, en la misma zona, caso contrario a lo que indica Nikam et al., (2022), que siendo el sistema de asesoría agrícola pluralista, la cooperación entre las diferentes organizaciones se da con el propósito de suplir las necesidades para la prestación del servicio, adicional, resaltan el importante rol de las organizaciones públicas en la generación de conocimiento actualizado para suplir dichas necesidades.

Como lo indica Listiana et al., (2023) el asesor agrícola debe tener conocimiento de las condiciones del sistema productivo, su entorno, y contar con buenas habilidades técnicas para brindar soluciones y alternativas a las DM. El resultado de un buen acompañamiento puede ayudar a los productores a aplicar nuevas innovaciones, sin embargo, el número de asesores sigue siendo limitado por lo que las actividades de asesoría no funcionan de manera óptima, por tanto, la generación de capacidades en las DM se ve limitada.

A partir de este marco de análisis, se evidencia que, aunque existe claridad en las organizaciones sobre la necesidad de generar capacidades en los asesores, generalmente los lineamientos de formación no son guiados por las DM, viéndose limitada la capacidad de responder a desafíos emergentes del sector y desarrollar las habilidades suficientes en el personal. Tal como lo indican en el instrumento los asesores encuestados, el proceso no se

genera de manera sistemática para que se facilite el desarrollo de PACAP en la organización, lo cual se relaciona con el comportamiento del *top-down* del SIA en el que participa el intermediario.

Por otra parte, la dinámica de interacción entre organizaciones no emerge del sistema, sino se guía por aspectos como disponibilidad de fuentes de financiación, lineamientos de política y cumplimiento de la misionalidad de las organizaciones, visualizándose estos como patrones de comportamiento de las organizaciones de asesoramiento agrícola en cuanto a la dinámica de interacción en el SIA.

5.3 Dinámica del MBA para el asesoramiento agrícola en un SIA

En primera instancia, el modelo planteado cumple las condiciones de interacción entre agentes heterogéneos que por localización o cercanía geográfica generan SF en relación con la magnitud del vector atributo de las DM Edquist, (1997). Es decir, el establecimiento de SF depende de la capacidad de los asesores agrícolas para dar respuesta a las diversas y a veces contradictorias expectativas de los productores (Faure & Compagnone, 2011).

La definición del vector capacidades de los agentes responde a lo planteado por Aregaw et al., (2023) y Fukugawa, (2019) y Tarantini & Landini, (2023) en cuanto a que el asesor agrícola debe proporcionar información confiable de los agricultores a los institutos de investigación, para que los resultados resuelvan problemas reales del campo, es decir, el MBA propuesto permite evidenciar cómo a partir de las actividades de identificación de la DM e identificación del conocimiento requerido para su cumplimiento (capacidad de adquisición), se genera el canal bidireccional de comunicación entre la investigación y el sector productivo para el crecimiento agrícola en general y la generación de PACAP en los asesores, sin embargo, frecuentemente al asesor se les asigna sólo el rol de “portador” o “transmisor” de las DM, sin ser considerado como un elemento clave en la generación de conocimiento.

La dinámica de interacción entre diferentes agentes para satisfacer las DM va en línea con el planteamiento de que los vínculos entre varios proveedores pueden colaborar en el cierre de brechas de conocimiento e información del sector productivo (Nikam et al., 2022; Prager & Creaney, 2017), por tanto, la cooperación entre los diferentes agentes del sistema resulta un aspecto funcional para el desarrollo de la asesoría agrícola.

Se evidencia que las DM pueden establecer diversos lazos de interacción con diferentes fuentes de información basados en el nivel de las PACAP, cómo se ha referenciado antes, bajo el marco de un sistema de asesoramiento agrícola pluralista los requerimientos de las DM pueden ser satisfechos por diferentes tipos de actores (Klerkx et al., 2017; Ramírez-Gómez & Turner, 2023), siendo acorde al comportamiento de un SIA. Como lo menciona Ramírez-Gómez &

Cuevas-Reyes, (2023) la interacción con diferentes actores permite un flujo de información y conocimiento diverso, lo cual podría constituirse como una red de apoyo en el proceso de aprendizaje y probablemente el cambio tecnológico en el sector productivo.

La variedad en la combinación de fuentes de información para suplir las necesidades de las DM se relaciona con la naturaleza del requerimiento, por ejemplo, las temáticas emergentes con un valor alto del vector atributos puede requerir mayor especialidad que una DM en la cual ya existe un conocimiento previo adquirido, situación similar a la identificada por Laurent et al., (2022) y Leloup et al., (2022).

Sin embargo, el comportamiento del MBA refleja que la dinámica de interacción entre las DM y los agentes competidores se ve influenciado por el nivel de confianza, evidenciado en la eficacia limitada de los diferentes escenarios en cuanto a la generación de SF. Este hallazgo está en línea con lo identificado por Aplogan et al., (2022) quienes indican que aunque no hay suficientes asesores agrícolas con base en el número alto de productores, el pluralismo de asesores no promueve la construcción de confianza mutua para garantizar el éxito de las actividades de asesoramiento agrícola.

Con base en esta situación, la dinámica de complementariedad entre agentes para suplir las necesidades de las DM puede relacionarse con lo planteado por Lane et al., (2006), en cuanto a que el desarrollo de ACAP surge a partir de la existencia de habilidades, cultura y estructuras cognitivas similares, además de una estructura organizacional formal.

Esta regla de complementariedad del MBA, permite simular la situación en dónde el sistema de asesoramiento agrícola funciona de manera más integral, en cuanto a niveles de cooperación mejorada, así como un enfoque más generalista y holístico para abordar las necesidades de las DM en su conjunto (Leloup et al., 2022), por tanto, es necesario ampliar las habilidades de los asesores para tratar un amplio espectro de temas, sumado a proporcionar capacitación especializada para obtener asesores altamente calificados para tratar temas específicos (Faure & Compagnone, 2011), sin embargo, esta situación es dependiente de la naturaleza de la organización, tal como lo sustenta los resultados obtenidos del instrumento de recolección de datos.

5.4 Trabajo futuro

Este estudio deja la puerta abierta para indagar sobre la transición de las PACAP a las RACAP expresada en procesos de innovación, tanto con un enfoque hacia el interior de las organizaciones de asesoramiento agrícola, cómo del rol del asesor en procesos de adopción de tecnologías e innovación en el sector productivo. Por tanto, como siguiente etapa, se sugiere

identificar el nivel de influencia del asesoramiento agrícola en las diferentes etapas del proceso de innovación agropecuaria, como parámetro de medición de las RACAP.

Un siguiente trabajo de análisis de las PACAP en el asesoramiento agrícola deberían incluir las competencias identificadas por Aregaw et al., (2023) en cuanto a planificación, coordinación y colaboración para implementar la comunicación, las buenas relaciones públicas, valorar la diversidad, utilizar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y evaluar para mostrar resultados y actualizar conocimientos, como variables de cualitativas de estudio.

Se requiere examinar más a fondo y de manera particular cuáles son los aspectos más relevantes que condicionan la interacción entre organizaciones para la generación de PACAP y su incidencia en las RACAP, así como la influencia del tipo de organización y las políticas internas en relación con la generación de ACAP y cómo la organización posee capacidades para adaptarse a la política pública para la prestación de servicio de asesoramiento agrícola.

Finalmente, profundizar sobre las actividades que adoptan los asesores para poner en práctica los conocimientos adquiridos y poder pasar de la PACAP a RACAP e indagar más si los aspectos del entorno y contexto interno como la continuidad de acciones y la política pública inciden sobre las ACAP para generar ventajas competitivas a nivel organizacional y profesional.

5.5 Contribución

Los resultados de la investigación sirven como insumo para la definición de estrategias de desarrollo de las capacidades de absorción de los asesores agrícolas para que sean más eficientes en la solución de problemas actuales y de relevancia en los SIA.

El planteamiento de escenarios de comportamiento de los agentes en el sistema de asesoramiento agrícola resulta de gran utilidad para la toma de decisiones en cuanto al fortalecimiento de las capacidades de los asesores y el SIA.

El modelo validado aporta a la disciplina del MBA en cuanto a la simulación de la interacción para la prestación de un servicio, pudiendo ser utilizado como base de un modelo adaptable a otros subsectores económicos o sistemas de innovación.

Aporte a la comprensión de las dinámicas de interacción en el asesoramiento agrícola para la generación de PACAP.

Instrumento de medición validado como insumo para la medición de capacidades de innovación en diferentes sectores productivos.

Patrones emergentes identificados como insumo para el análisis de dinámicas de interacción, medición de capacidades de innovación y planteamiento de políticas públicas.

6 Conclusiones

En el asesoramiento agrícola las PACAP surgen como puente entre el entorno competitivo y la dinámica organizacional, guiadas por las dinámicas de interacción entre actores para el intercambio de información, coordinación de actividades y desarrollo de acciones conjuntas para responder a las DM.

El análisis cualitativo y cuantitativo de los datos proporcionó una visión integral de la dinámica de interacción en la generación de PACAP para la prestación del servicio de asesoramiento agrícola, encontrando correlación entre aspectos organizacionales y el desarrollo de las PACAP.

Los datos colectados de las encuestas y entrevistas semiestructuradas permitieron una aproximación lo más cercana posible a la realidad para la construcción del modelo conceptual y computacional para el análisis de las dinámicas de interacción en el asesoramiento agrícola basados en las PACAP.

La validación conceptual del modelo refleja la similitud existente en el comportamiento de las ACAP en el sector agrícola de diferentes países, respondiendo a la universalidad de las capacidades de absorción para la prestación de un servicio.

La generación de PACAP en la asesoría agrícola se relaciona en gran medida con el desarrollo y promoción de nuevas habilidades, recayendo en la organización dicha responsabilidad, sin embargo, se debe tener en consideración las condiciones propias del asesor para que las acciones en torno al desarrollo de PACAP se asimilen en mayor medida.

Alinear las actividades de *back-office* y *front-office* resulta relevante para satisfacer las necesidades de las DM, por tanto, se requiere de una política clara para que las capacidades de los asesores sean acordes y se actualice el conocimiento de manera constante en relación con los resultados de investigación, cumpliendo su rol de intermediación en el SI.

La articulación entre las organizaciones de asesoría agrícola y la generación de procesos de I+D requiere mecanismos de retroalimentación efectivos, no solo para investigar sobre las necesidades de los agricultores, sino también para identificar las limitantes y los niveles de intervención requeridos para diseñar procesos a largo plazo. Por tanto, es necesario el fortalecimiento de procesos bidireccionales de comunicación y relacionamiento entre los diferentes actores que participan de actividades de asesoramiento, investigación y sector productivo para la generación de tecnologías pertinentes y la promoción de capacidades de innovación en el sector agropecuario.

La consolidación de redes de comunicación internas y externas como espacios de relacionamiento e intercambio de conocimiento puede contribuir al cierre de las brechas tecnológicas del sector y facilitar el desarrollo de PACAP al interior de la organización.

Dada la naturaleza de los SIA, es claro que tanto asesores públicos como privados pueden desarrollar actividades de transferencia de conocimiento a los productores, sin embargo, para el caso de estudio, se evidencia que el tipo de organización influye sobre las PACAP, pudiendo diferir la dinámica en la generación de capacidades al interior de la organización y por tanto la capacidad del asesor para responder a las DM.

En relación con los desafíos emergentes del sector agropecuario se requieren diagnósticos críticos para el desarrollo de competencias en los asesores y el diseño de programas de formación pertinentes y fácilmente adaptables a los requerimientos de las DM, y de esta manera ser más efectivos en la capacidad de respuesta de las organizaciones a través de las PACAP.

Las actividades de formación para generar nuevas habilidades en los asesores son direccionadas por las necesidades identificadas por el asesor en campo, sin embargo, este proceso no fluye de manera sistémica en las organizaciones.

La dinámica evidenciada de generación de PACAP en los asesores agrícolas evidencia la necesidad de avanzar hacia políticas dirigidas hacia un servicio de asesoramiento agrícola que surja a partir de la diversidad de las DM, comprendiéndolo como un proceso de interacción social. Las actividades de asesoría agrícola de carácter privado en Colombia dependen del pago de la cuota de fomento, quedando por fuera los pequeños productores que no pagan dicha cuota, sin embargo, en el MBA propuesto, el agente responde a las DM teniendo un comportamiento *market pull*, por tanto, en la simulación la interacción es guiada a partir de la magnitud de los atributos y el vector capacidades, teniendo mayor importancia la articulación de diferentes agentes para suplir la necesidad del mercado y por tanto la complementariedad de capacidades.

La dinámica y frecuencia de interacción podría mejorar la calidad del servicio de asesoría agrícola, basándose en relaciones de confianza más sólidas entre el agente y la DM. Adicional, acciones como: mayor inversión en actividades de I+D, planeación de procesos de formación y la participación en redes para el intercambio de conocimiento, se traduciría en mayor valor de las PACAP para ser más efectivos en la generación de SF.

La tasa de SF entre agentes y DM es limitada en todos los escenarios, con una efectividad máxima del 70%, lo cual por una parte se relaciona con el nivel de confianza existente entre las DM y los agentes y por otro, en que los agentes que tienen mayor magnitud de PACAP son los

que tienen mayor posibilidad de generar SF con las DM, es decir, estos agentes tienen mayor capacidad de respuesta a las demandas emergentes del sector.

El beneficio obtenido por la generación de SF entre agentes competidores y las DM expresado en acumulación de capacidades, desarrollo de habilidades particulares o especialización de los agentes, permite evidenciar cómo las dinámicas de interacción generadas a partir de las PACAP de los agentes pueden ser el camino hacia la RACAP en el asesoramiento agrícola.

La configuración del MBA para el análisis de las dinámicas de interacción en el asesoramiento agrícola basados en las PACAP, permitió la emergencia de patrones relacionados con; *mecanismos de cooperación entre agentes*, que por complementariedad responden a las DM, *nivel de especialidad de los agentes* para la generación de SF y *nivel de confianza o relacionamiento previo* como facilitador para el establecimiento de vínculos de interacción y promoción de procesos de innovación agrícola.

Anexos

Anexo 1. Matrices de comparaciones cruzadas normalizadas

Matriz de comparación y ponderación de criterios

Criterio	Matriz de comparación			Matriz Normalizada			Sumatoria	Ponderación	%
	Nivel de competitividad	Inclusión instrumentos política	Disponibilidad asesoría	Nivel de competitividad	Inclusión instrumentos política	Disponibilidad asesoría			
Nivel de competitividad	1	1/7	1/5	0,077	0,097	0,048	0,221	0,074	7
Inclusión instrumentos política	7	1	3	0,538	0,677	0,714	1,930	0,643	64
Disponibilidad asesoría	5	1/3	1	0,385	0,226	0,238	0,849	0,283	28
Total	13	1,48	4,20	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00	100

Evaluación de consistencia

λ max	3,0967
Índice de consistencia	0,0484
Índice de consistencia aleatoria – ICA (n=4)	0,9
RIC	0,0537
Válido si RIC es <0,1	ACEPTABLE

Matriz de evaluación de cadenas productivas vs criterios**Criterio Nivel de Competitividad**

	Matriz de comparación							Matriz Normalizada							Σ	Prom.
	Aguacate	Arroz	Cacao	Café	Limón	Mango	Plátano	Aguacate	Arroz	Cacao	Café	Limón	Mango	Plátano		
Aguacate	1	1/3	3	1/3	1/3	1	3	0,086	0,125	0,120	0,054	0,054	0,086	0,158	0,681	0,097
Arroz	3	1	7	3	3	3	5	0,257	0,374	0,280	0,484	0,484	0,257	0,263	2,399	0,343
Cacao	1/3	1/7	1	1/5	1/5	1/3	1	0,029	0,053	0,040	0,032	0,032	0,029	0,053	0,268	0,038
Café	3	1/3	5	1	1	3	3	0,257	0,125	0,200	0,161	0,161	0,257	0,158	1,319	0,188
Limón	3	1/3	5	1	1	3	3	0,257	0,125	0,200	0,161	0,161	0,257	0,158	1,319	0,188
Mango	1	1/3	3	1/3	1/3	1	3	0,086	0,125	0,120	0,054	0,054	0,086	0,158	0,681	0,097
Plátano	1/3	1/5	1	1/3	1/3	1/3	1	0,029	0,075	0,040	0,054	0,054	0,029	0,053	0,332	0,047
Total	11,3	2,8	24	5,87	5,87	11,33	19,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	7,00	1,00

Criterio Nivel de Inclusión instrumentos de política pública

	Matriz de comparación							Matriz Normalizada							Σ	Prom.
	Aguacate	Arroz	Cacao	Café	Limón	Mango	Plátano	Aguacate	Arroz	Cacao	Café	Limón	Mango	Plátano		
Aguacate	1	5	1/3	1/3	1	1	3	0,105	0,217	0,100	0,100	0,103	0,103	0,120	0,849	0,121
Arroz	1/5	1	1/5	1/5	1/3	1/3	1	0,021	0,043	0,060	0,060	0,034	0,034	0,040	0,293	0,042
Cacao	3	5	1	1	3	3	7	0,315	0,217	0,299	0,299	0,310	0,310	0,280	2,031	0,290
Café	3	5	1	1	3	3	7	0,315	0,217	0,299	0,299	0,310	0,310	0,280	2,031	0,290
Limón	3	3	1/3	1/3	1	1	3	0,105	0,130	0,100	0,100	0,103	0,103	0,120	0,762	0,109
Mango	1	3	1/3	1/3	1	1	3	0,105	0,130	0,100	0,100	0,103	0,103	0,120	0,762	0,109
Plátano	1/3	1	1/7	1/7	1/3	1/3	1	0,035	0,043	0,043	0,043	0,034	0,034	0,040	0,273	0,039
Total	9,53	23,00	3,34	3,34	9,67	9,67	25,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	7,00	1,00

Criterio Nivel de Disponibilidad Asesoría Agrícola

	Matriz de comparación							Matriz Normalizada							Σ	Prom.
	Aguacate	Arroz	Cacao	Café	Limón	Mango	Plátano	Aguacate	Arroz	Cacao	Café	Limón	Mango	Plátano		
Aguacate	1	5	1/3	1/3	5	5	5	0,128	0,217	0,115	0,115	0,217	0,217	0,217	1,227	0,175
Arroz	1/5	1	1/7	1/7	1	1	1	0,026	0,043	0,049	0,049	0,043	0,043	0,043	0,298	0,043
Cacao	3	7	1	1	7	7	7	0,385	0,304	0,344	0,344	0,304	0,304	0,304	2,291	0,327
Café	3	7	1	1	7	7	7	0,385	0,304	0,344	0,344	0,304	0,304	0,304	2,291	0,327
Limón	1/5	1	1/7	1/7	1	1	1	0,026	0,043	0,049	0,049	0,043	0,043	0,043	0,298	0,043
Mango	1/5	1	1/7	1/7	1	1	1	0,026	0,043	0,049	0,049	0,043	0,043	0,043	0,298	0,043
Plátano	1/5	1	1/7	1/7	1	1	1	0,026	0,043	0,049	0,049	0,043	0,043	0,043	0,298	0,043
Total	7,80	23,00	2,90	2,90	23,00	23,00	23,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	7,00	1,00

Anexo 2. Código del modelo computacional.

extensions [array csv time]

```
:: colors
; yellow 255, 237, 101
; purple 180, 173, 234
; dark gray 80, 81, 79
; Baby powder - light gray 253, 255, 247
; Medium sprint green - light green 89, 255, 160
```

globals[

```
newDMs
newDMsByWhos
newDMsByExplorer
```

radius

```
acum_capacidades ;; Promedio de capacidades por posición de cada uno de los agentes que hacen formulas de exito
acum_capacidades2 ;; Promedio de capacidades por posición de cada uno de todos los agentes
acum_capacidades3 ;; Promedio de capacidades por posición de cada uno de los agentes que hacen formulas de éxito
acum_capacidades4 ;; Promedio de capacidades por posición de cada uno de todos los agentes
acum_learning_capacidades ;; Promedio de capacidades que aprenden por posición de los agentes que hacen formulas de éxito
acum_unlearning_capacidades ;; Promedio de capacidades que aprenden por posición de los agentes que hacen formulas de éxito
```

```
cont_LE_FE ;; Contador de capacidades que aprenden que se utilizan para hacer formulas de éxito
```

```
cont_UL_FE ;; Contador de capacidades que desaprenden que se utilizan para hacer formulas de éxito
```

```
acum_SExe_FE ;; Promedio de SExe de cada uno de los agentes que hacen formulas de exito
```

```
acum_SExe_Explorador
```

```
acum_SExe_Explotador
```

```
acum_SExe_Intermediario ;; Promedio de SExe de intermediarios
```

```
acum_SExe_IntermediarioExplorador
```

```
acum_SExe_IntermediarioExplotador
```

```
acum_SExe_Latecomer
```

```
SExe_System
```

```
SExe_Explorador
```

```
SExe_Explotador
```

```
SExe_Intermediario
```

```
SExe_IntermediarioExplorador
```

```
SExe_IntermediarioExplotador
```

```
SExe_Latecomer
```

```
acum_SExe_System ;; Promedio de capacidades de cada uno de todos los agentes
```

```
acum_SExe_FE_acum ;; Acum de SExe de cada uno de los agentes que hacen formulas de exito
```

```
acum_SExe_System_acum ;; Acum de capacidades de cada uno de todos los agentes
```

```
acum_Costos_FE ;; Promedio de costos de los agentes que hacen formulas de exito
```

```
acum_Costos_System ;; Promedio de costos de todos los agentes
```

```
acum_Costos_FE_acum ;; Acum de costos de los agentes que hacen formulas de exito
```

```
acum_Costos_System_acum ;; Acum de costos de todos los agentes
```

```
acum_Beneficios_FE ;; Promedio de beneficios de los agentes que hacen formulas de exito
```

```
acum_Beneficios_System ;; Promedio beneficios de todos los agentes
```

```
acum_Beneficios_FE_acum ;; Acum de beneficios de los agentes que hacen formulas de exito
```

```
acum_Beneficios_System_acum ;; Acum beneficios de todos los agentes
```

```

profitList ;; Lista de delta de acumulación según el factor "ro" para adicionar (Aprendizaje)
profitListNiches ;; Lista de delta de acumulación según el factor "ro" para adicionar (Aprendizaje)
profitListOM ;; Lista de delta de acumulación según el factor "ro" para adicionar (Aprendizaje) * aplica para las
oportunidades de mercado
profitListLess ;; Lista de delta de desacumulacion según el factor "delta" para disminuir (desprendizaje)

```

```
profit ;; Factor
```

```
typesAgents
```

```
IC_System ;; IC ingreso por atributo de los agentes rojos
CC_System ;; CC costo por cada capacidad de los agentes azules
```

```
posiciones_que_se_utilizan
posiciones_que_no_se_utilizan
```

```
cont_dies_messages
cont_dies_OM
cont_dies_OT
cont_dies_agents
```

```
sexe_S ;; stock de excedentes en cada tick
sexe_fe ;; stock de excedentes que hacen formulas de exito en cada tick
```

```
variaciones_capacidades ;; Es una lista que acumula las variaciones de las capacidades
variaciones_capacidades_aprendizaje ;; Es una lista que acumula las variaciones de las capacidades que aprenden
variaciones_capacidades_desaprendizaje ;; Es una lista que acumula las variaciones de las capacidades que
desaprenden
```

```
listOI ;;Lista de nuevos OI
```

```
cont_links_alto
cont_links_medio
cont_links_bajo
```

```
out-plot_agents_capabilities_SF;; Promedio de capacidades por posicion por tick
out-plot_agents_capabilities_System
```

```
out-csv-world
```

```
]
```

```
breed [Agents a-Agents] ;;agentes
breed [DMs a-DMs] ;; oportunidades tecnologicas
```

```
;; VC Vector de capacidades, VCP Vector de coeficiente de parametros
agents-own [vc vc_last vc_mean typeAgent costs agentscost costcap benefits myDMs myAgentslinks myDMlinks
agentsSuplyLink typePublicOrPrivate countDMs nopiLink direccion typedireccion cap cap_anterior lfrom
beneficio_temp SExe hasLinks rec costT] ;; AZULES (SExe - Stock excedentes, rec - Resultado de ejecicio por
capacidad)
DMs-own [va va_last volatility volatilityactual TCV ciclovidaactual myAgents agentLink agentsSuplyLink
myAgentslinks atr_anterior atr_init ocupado S benefits typeOI]
```

```
to setup
```

```
clear-all
reset-ticks
ask patches [ set pcolor white ]
```

```
set out-plot_agents_capabilities_SF (lput (list "Mercado" "Conocimiento" "Dirección" "Asimilación") [])
```

```

set out-plot_agents_capabilities_System (lput (list "Mercado" "Conocimiento" "Dirección" "Asimilación") [])
set acum_capacidades n-values Chain_length [0]
set acum_capacidades2 n-values Chain_length [0]

set CC_System read-from-string CCK
set IC_System read-from-string IAK

set newDMs []
set newDMsByWhos []
set newDMsByExplorer []
set acum_SExe_FE 0
set acum_SExe_Explorador 0
set acum_SExe_Explorador 0
set acum_SExe_Intermediario 0
set acum_SExe_IntermediarioExplorador 0
set acum_SExe_IntermediarioExplorador 0
set acum_SExe_Latecomer 0

set SExe_System 0
set SExe_Explorador 0
set SExe_Explorador 0
set SExe_Intermediario 0
set SExe_IntermediarioExplorador 0
set SExe_IntermediarioExplorador 0
set SExe_Latecomer 0

create-new-agents cont_agents
create-new-dms cont_dms

create-plots
update-plots

;read_file (word "aprendizaje_0" (learning_factor * 10) ".txt") ;; lee el archivo aprendizaje ro . txt para: llenar lista de
profits y ajustar el tiempo de la simulación
;read_fileOM (word "aprendizaje_0" (learning_factor_NOPIs * 10) ".txt") ;; lee el archivo aprendizaje ro . txt para: llenar
lista de profits para las OM
;read_file_UNlearning (word "desaprendizaje_0" (unlearning_factor * 10) ".txt") ;; lee el archivo desaprendizaje ro . txt
para: llenar lista de profitsless

;; tick
;update-plots

set out-csv-world [["tick?" "Agentes?" "Agentes SF?" "SExe?" "SExe SF?" "Demandas?" "Demandas SF?" "Links?"
"Explorador?" "Explorador SF?" "Explorador SExe SF?" "Explorador SExe SF?" "Explorador SExe SF?" "Explorador SExe SF?"
"Intermediario?" "Intermediario SF?" "Intermediario SExe SF?" "Intermediario Explorador?"
"Intermediario Explorador SF?" "Intermediario Explorador SExe SF?" "Intermediario Explorador SExe SF?"
"Intermediario Explorador SExe SF?" "Intermediario Explorador SExe SF?" "Latecomer?" "Latecomer SF?" "Latecomer SExe
SF?"]]

end

to setup_files

clear-all
reset-ticks
ask patches [ set pcolor white ]

set out-plot_agents_capabilities_SF (lput (list "Mercado" "Conocimiento" "Dirección" "Asimilación") [])
set out-plot_agents_capabilities_System (lput (list "Mercado" "Conocimiento" "Dirección" "Asimilación") [])
set acum_capacidades n-values Chain_length [0]
set acum_capacidades2 n-values Chain_length [0]

```

```

set CC_System read-from-string CCK
set IC_System read-from-string IAK
set newDMs []
set newDMsByWhos []
set newDMsByExplorer []
set acum_SExe_FE 0
set acum_SExe_Explorador 0
set acum_SExe_Explotador 0
set acum_SExe_Intermediario 0
set acum_SExe_IntermediarioExplorador 0
set acum_SExe_IntermediarioExplotador 0
set acum_SExe_Latecomer 0
set SExe_System 0
set SExe_Explorador 0
set SExe_Explotador 0
set SExe_Intermediario 0
set SExe_IntermediarioExplorador 0
set SExe_IntermediarioExplotador 0
set SExe_Latecomer 0

set out-csv-world [["tick?" "Agentes?" "Agentes SF?" "SExe?" "SExe SF?" "Demandas?" "Demandas SF?" "Links?"
"Explorador?" "Explorador SF?" "Explorador SExe SF?" "Explotador?" "Explotador SF?" "Explotador SExe SF?"
"Intermediario?" "Intermediario SF?" "Intermediario SExe SF?" "Intermediario Explorador?"
"Intermediario Explorador SF?" "Intermediario Explorador SExe SF?" "Intermediario Explotador?"
"Intermediario Explotador SF?" "Intermediario Explotador SExe SF?" "Latecomer?" "Latecomer SF?" "Latecomer SExe
SF?"]]

let agentsFile "agents.txt"
let demandsFile "demandasmercado.txt"

if (Scenes = "1") [
  set agentsFile "Escenarios/1/agents.txt"
  set demandsFile "Escenarios/1/demandasmercado.txt"
]
if (Scenes = "2") [
  set agentsFile "Escenarios/2/agents.txt"
  set demandsFile "Escenarios/2/demandasmercado.txt"
]
if (Scenes = "3") [
  set agentsFile "Escenarios/3/agents.txt"
  set demandsFile "Escenarios/3/demandasmercado.txt"
]
if (Scenes = "4") [
  set agentsFile "Escenarios/4/agents.txt"
  set demandsFile "Escenarios/4/demandasmercado.txt"
]
if (Scenes = "5") [
  set agentsFile "Escenarios/5/agents.txt"
  set demandsFile "Escenarios/5/demandasmercado.txt"
]
create-agents-grid agentsFile
create-dms-grid demandsFile

create-plots
update_plots

;formatV

ask agents [
  set typeAgent (setTypeCapacity vc)
  set typePublicOrPrivate (setTypePublicOrPrivate vc)

```

```

]
tick
end

to formatV
  ask agents [
    set vc (map [ i -> precision (i * 9 / 4) 2 ] va)
    ;set vc_last vc
  ]
  ask DMs [
    set va (map [ i -> precision (i * 9 / 4) 2 ] va)
    ;set va_last va
  ]
end

to create-agents-grid [file]

  let csv 0
  let fileList []
  file-close-all

  file-open (word file)

  let cont_row 0
  let cont_col 0
  let s_xde 0
  while [not file-at-end?] [
    set csv file-read-line
    set csv word csv "\t" ; add comma for loop termination
    let mylist [] ; list of values of vc
    let vcplist [] ; list of values of vcp
    set cont_col 0
    set s_xde 0

    while [not empty? csv]
    [
      let $x position "\t" csv
      let $item substring csv 0 $x ; extract item
      carefully [set $item read-from-string $item][] ; convert if number

      ifelse (cont_col < 4)
      [ set mylist lput $item mylist ]
      [
        ;;set vcplist lput $item vcplist
        set s_xde $item
      ]
      set csv substring csv ($x + 1) length csv ; remove item and comma
      set cont_col (cont_col + 1)
    ]

    create-Agents 1 [
      setxy random-xcor random-ycor
      set color blue
      set shape "person"
      set size 1
      set hasLinks false
      set myDMs []
      set myDMlinks []
      set vc mylist
      set vc_last vc
    ]
  ]

```

```

set vc_mean 0
set typeAgent (setTypeCapacity mylist)
set typePublicOrPrivate (setTypePublicOrPrivate vc)

;;set costs [ -99 -99 -99 -99 ]
;;set agentscost (list -1 -1 -1 -1)
set costs (reduce + (map [ [ a b ] -> a * b ] CC_System vc))

set SExe s_xde
;;set SExe (random Initial_SS)
set label who

set agentsSuplyLink []
set countDMs 0
]

set cont_row (cont_row + 1)
]
end

to create-dms-grid [file]

let csv 0
let fileList []
file-close-all

file-open (word file)

let cont_row 0
let cont_col 0
let s_xde 0
while [not file-at-end?] [
  set csv file-read-line
  set csv word csv "\t" ; add comma for loop termination
  let mylist [] ; list of values of vc
  let vcplist [] ; list of values of vcp
  set cont_col 0
  set s_xde 0

  while [not empty? csv]
  [
    let $x position "\t" csv
    let $item substring csv 0 $x ; extract item
    carefully [set $item read-from-string $item] ; convert if number

    ifelse (cont_col < 4)
    [ set mylist lput $item mylist ]
    [
      set vcplist lput $item vcplist
    ]
  ]
  set csv substring csv ($x + 1) length csv ; remove item and comma
  set cont_col (cont_col + 1)
]

create-DMs 1 [
; TODO set xy near to explorer
setxy random-xcor random-ycor ;;(5 + ([xcor] of turtle explorer)) (5 + ([ycor] of turtle explorer))
set color green
set shape "plant"
set size 1
set va mylist
set va_last mylist

```

```

    set volatility max_volatility
    set volatilityactual 0
    set TCV ((random tilc) + 1)
    set ciclovidaactual 0
    set myAgents []
    set agentLink []
    set label who

    set agentsSuplyLink []
    set myAgentslinks []

    set benefits (map [ [ a b ] -> a * b * exp(-((ciclovidaactual - (TCV / 2)) ^ 2)/(2 * ((TCV / sigma) ^ 2))) ] IC_System va
  ]
]
set cont_row (cont_row + 1)
]
end

to create-new-agents [num]
  create-Agents num [
    setxy random-xcor random-ycor
    set hasLinks false
    set color blue
    set shape "person"
    set size 1
    set myDMs []
    set myDMlinks []
    set vc (n-values Chain_length [random Chain_magnitude])
    set vc_last vc
    set vc_mean 0
    set typeAgent (setTypeCapacity vc)
    set typePublicOrPrivate (setTypePublicOrPrivate vc)
;   if (typeAgent = ["Explotador"]) [
;     set shape "circle"
;     set vcp (relativeFrecuency)
;     ;; set vcp (n-values Chain_length [random-float 1]) ;; TODO la sumatoria de los elementos del vector sea 1
;     set vcp_last vcp
;   ]
;
;   if (typeAgent = ["Explorador"]) [
;     set shape "star"
;   ]
;
;   ifelse (typeAgent = ["Explorador"]) [ set color 5 ] [
;     ifelse (typeAgent = ["Intermediario"]) [ set color 15 ] [
;       ifelse (typeAgent = ["Explotador"]) [ set color 25 ] [
;         ifelse (typeAgent = ["Gestor"]) [ set color 105 ] [
;           ifelse (typeAgent = ["Introduccion"]) [ set color 55 ] [
;             ifelse (typeAgent = ["Integrado"]) [ set color 125 ] [ set color cyan ]
;           ]
;         ]
;       ]
;     ]
;   ]
;
;   ]
;
;   ]
;
;   ]
;
;   ]

;set costs [ -99 -99 -99 -99 -99 ]
;set agentscost (list who who -1 -1 -1)

set costs (reduce + (map [ [ a b ] -> a * b ] CC_System vc))
;;set profitself n-values Chain_length [0] ;; Beneficios aleatorio
set SExe (random Initial_SS)
;;set nopiLink -1

```



```

; ]

report typeAgent

; let point ceiling (Chain_magnitude / 2)
; let midle ((floor (length capabilities / 2))) ;; tamaño impar
; let midleLast ((ceiling (length capabilities / 2))) ;; tamaño impar
; if (length capabilities mod 2 = 0) [ ;; Si el tamaño es par (true)
;   set midle ((floor (length capabilities / 2)) - 1)
;   set midleLast ((ceiling (length capabilities / 2)) + 1)
; ]
;;show (word point " - " midle " - " midleLast " - " length capabilities)
;;show (word capabilities " - " (sublist capabilities 0 midle) " - " (sublist capabilities midle midleLast) " - " (sublist
capabilities midleLast (length capabilities)))
; set typeAgent []
; ifelse ( (member? true (map [[i] -> i >= point] capabilities) ) ) [ ;;Por clasificar según vector de capacidades
;   if (member? true (map [[j] -> j >= point] (sublist capabilities 0 midle) ) ) [ ;; Explorador
;     set typeAgent ( lput "Explorador" typeAgent) ;; Existe algún valor cap mayor o igual a point a lado izq
;   ]
;   if (member? true (map [[k] -> k >= point] (sublist capabilities (midle) (midleLast)) ) ) [ ;; Intermediario
;     set typeAgent ( lput "Intermediario" typeAgent) ;; Existe algún valor cap mayor o igual a point a lado der
;   ]
;   if (member? true (map [[l] -> l >= point] (sublist capabilities midleLast ((length capabilities))) ) ) [ ;; Explotador
;     set typeAgent ( lput "Explotador" typeAgent) ;; Existe algún valor cap mayor o igual a point a lado der
;   ]
; ]
; if (typeAgent = ["Explorador" "Explotador"]) [
;   report ["Primario"] ;; ["Explorador"]
; ]
; if (typeAgent = ["Explorador" "Intermediario"]) [
;   report ["Gestor"]
; ]
; if (typeAgent = ["Intermediario" "Explotador"]) [
;   report ["Introduccion"]
; ]
; if (typeAgent = ["Explorador" "Intermediario" "Explotador"]) [
;   report ["Integrado"]
; ]
; ]
; [
;   set typeAgent ( lput "Primario" typeAgent)
; ]
report typeAgent
end

to-report relativeFrecuency
  let nums (n-values Chain_length [random 100])
  let sums reduce + nums
  report (map[ [ a ] -> a / sums ] nums )
end

to go

ask DMs [ set myAgentsLinks [] ]
ask agents [
  set myDMs []
  set myDMlinks []
  set agentsSuplyLink [] ]

absorbing
make-links

updateSExe

```

```

tick

update_plots

prepare_export

check-death_DMs
check-death_Agents

;resetTick
if (ticks = max_ticks or (count agents = 0) or (count dms = 0)) [ stop ]

create-new-agents ((count agents) * rate_birth_agents / 100)
create-new-dms ((count dms) * rate_birth_dms / 100)

;ask agents [ foreach vc [ x -> if (x > 9 OR x < 0) [ show who ] ]]
;ask DMs [ foreach va [ x -> if (x > 9 OR x < 0) [ show who ] ]]

end

to create-plots
  ;; Creating or Setting up plots

  ;; Plot 1 - capacidades con agentes que hacen formulas de exito
  let cont_cap 0
  set-current-plot "plot_agents_capabilities_SF"
  foreach acum_capacidades [
    create-temporary-plot-pen (word "cap_position" (cont_cap + 1))
    set-plot-pen-color ((cont_cap * 10) + 5)
    set cont_cap (cont_cap + 1)
  ]

  ;; Plot 2 - capacidades con agentes sistema
  set cont_cap 0
  set-current-plot "plot_agents_capabilities_System"
  foreach acum_capacidades2 [
    create-temporary-plot-pen (word "cap_position" (cont_cap + 1))
    set-plot-pen-color ((cont_cap * 10) + 5)
    set cont_cap (cont_cap + 1)
  ]
end

to update_plots

  ;;Actualizar capacidades globales
  set acum_capacidades n-values Chain_length [0] ;; PLOT 1 SOLO QUIENES COMPLETAN FE
  set acum_capacidades2 n-values Chain_length [0] ;; PLOT 2 TODOS
  let cont_cap 0
  let cont_cap1 0
  let acumulador 0
  let beneficios_plot_FE 0
  let beneficios_plot_S 0
  let costos_plot_FE 0
  let costos_plot_S 0
  let SExe_plot_FE 0
  let SExe_plot_S 0
  ask agents [

    if (hasLinks) [ ;;Si no tiene enlaces es por que no tiene asociado ningún DM
      set cont_cap 0
      foreach acum_capacidades [

```

```

    c ->
    set acumulador (c + (item cont_cap vc))
    set acum_capacidades (replace-item cont_cap acum_capacidades acumulador)
    set cont_cap (cont_cap + 1)
  ]
  set cont_cap1 (cont_cap1 + 1)
]

set cont_cap 0
foreach acum_capacidades2 [
  c ->
  set acumulador (c + (item cont_cap vc))
  set acum_capacidades2 (replace-item cont_cap acum_capacidades2 acumulador)
  set cont_cap (cont_cap + 1)
]
]

;; Plot 1 - Promedio capacidades de los agentes que hacen formulas de exito
set cont_cap 0
set-current-plot "plot_agents_capabilities_SF"
let value_plot 0
if (cont_cap1 = 0) [set cont_cap1 1] ;; NO hay relaciones o enlaces, no hay formulas de exito
foreach acum_capacidades [
  c ->
  set-current-plot-pen (word "cap_position" (cont_cap + 1))
  set value_plot (c / cont_cap1)
  plot value_plot
  set cont_cap (cont_cap + 1)
]
set out-plot_agents_capabilities_SF lput acum_capacidades out-plot_agents_capabilities_SF

;; Plot 2 - Promedio capacidades de los agentes del sistema
set cont_cap 0
set-current-plot "plot_agents_capabilities_System"
if ((count agents) > 0) [
  foreach acum_capacidades2 [
    c ->
    set-current-plot-pen (word "cap_position" (cont_cap + 1))
    set value_plot (c / (count agents))
    plot value_plot
    set cont_cap (cont_cap + 1)
  ]
]
set out-plot_agents_capabilities_System lput acum_capacidades2 out-plot_agents_capabilities_System

end

to-report getExplorerCost [vc_origin vc_other typeAgent_other]
  let pos3 ( ((item 2 vc_other) - (item 2 vc_origin)))
  let pos4 ( ((item 3 vc_other) - (item 3 vc_origin)))
  let pos5 ( ((item 4 vc_other) - (item 4 vc_origin)))
  let cost3 0
  let cost4 0
  let cost5 0
  if (getTypeCost typeAgent_other = "low") [
    set cost3 (pos3 * cost_low)
    set cost4 (pos4 * cost_low)
    set cost5 (pos5 * cost_low)
  ]
  if (getTypeCost typeAgent_other = "mid") [
    set cost3 (pos3 * cost_mid)
    set cost4 (pos4 * cost_mid)
  ]

```

```

    set cost5 (pos5 * cost_mid)
  ]
  if (getTypeCost typeAgent_other = "high") [
    set cost3 (pos3 * cost_high)
    set cost4 (pos4 * cost_high)
    set cost5 (pos5 * cost_high)
  ]
  report (list 0 0 cost3 cost4 cost5)
end

```

```

to-report getTypeCost [typeAgent_other]
  if (typeAgent_other = ["Explorador"]) [
    report "low"
  ]
  if (typeAgent_other = ["Explotador"]) [
    report "high"
  ]
  if (typeAgent_other = ["Intermediario"]) [
    report "low"
  ]
  if (typeAgent_other = ["Gestor"]) [
    report "low"
  ]
  if (typeAgent_other = ["Integrado"]) [
    report "mid"
  ]
  if (typeAgent_other = ["Introduccion"]) [
    report "mid"
  ]
  if (typeAgent_other = ["Primario"]) [
    report "high"
  ]
]
end

```

```

to-report getColorByTypeCost [typeCost]
  if (typeCost = "low") [
    report 65
  ]
  if (typeCost = "mid") [
    report 45
  ]
  if (typeCost = "high") [
    report 15
  ]
]
end

```

```

to-report orderTurtlesByDistance [ typebreed ]
  let candidates other typebreed
  let whocandidates []
  let distances []
  foreach [who] of candidates [
    x ->
    let d (distance turtle x)
    ifelse (isActiveMax_Distance_by_Agent) [
      if (d <= max_Distance_by_Agent) [
        set whocandidates (lput x whocandidates)
        set distances (lput d distances)
      ]
    ]
  ]
  set whocandidates (lput x whocandidates)
  set distances (lput d distances)
end

```

```

]
]
let order-distances sort distances
let order-candidates []
foreach order-distances [
  x -> set order-candidates lput (item (position x distances) whocandidates) order-candidates
  set distances replace-item (position x distances) distances -1
]
report order-candidates
end

```

```

to-report orderTurtlesByDistanceG [ typebreed attrDM ]
let candidates other typebreed
if (attrDM != []) [ ; TODO review this validation
  ;; set candidates other typebreed with [capDirection = attrDM]
]
let whocandidates []
let distances []
foreach [who] of candidates [
  x ->
  let d (distance turtle x)
  ifelse (isActiveMax_Distance_by_Agent) [
    if (d <= max_Distance_by_Agent) [
      set whocandidates (lput x whocandidates)
      set distances (lput d distances)
    ]
  ] [
    set whocandidates (lput x whocandidates)
    set distances (lput d distances)
  ]
]
let order-distances sort distances
let order-candidates []
foreach order-distances [
  x -> set order-candidates lput (item (position x distances) whocandidates) order-candidates
  set distances replace-item (position x distances) distances -1
]
report order-candidates
end

```

```

to absorbing
ask agents [ ; Search dms to make a link
  ifelse (isActiveMax_DM_Related) [
    if (countDMs < max_DMs_related) [
      ;; max_DMs_related
      let mynearbyagents (orderTurtlesByDistance dms)
      if (length mynearbyagents >= max_DMs_related) [
        set mynearbyagents n-of max_DMs_related mynearbyagents
      ]
      let notdone true
      let initagent who
      ;; Watch each nopis near
      foreach mynearbyagents [
        x ->
        let attrDM ([va] of turtle x)
        set nopiLink x
        ;; Check traditional capacity
        ifelse (reduce and (map[ [ a b ] -> a >= b ] (vc) ( [va] of turtle nopiLink))) [ ; Check Agent supply complete Nopi
          ;create-link-to (turtle nopiLink)
          ;ask link who nopiLink [ set color cyan ]
          set countDMs countDMs + 1
          set myDMs lput ([who] of turtle x) myDMs
        ]
      ]
    ]
  ]
end

```

```

set notdone false
set hasLinks true

;;ask turtle nopiLink [ set myAgentslinks (lput initagent myAgentslinks) ]
ask turtle nopiLink [ set myAgentslinks lput (n-values Chain_length [initagent]) myAgentslinks ] ;(lput initagent
myAgentslinks)]

set agentsSuplyLink (n-values Chain_length [label])
][
;;ifelse (length (filter [ i -> i = true ] (map[ [ a b ] -> a >= b ] (vc) ([va] of turtle nopiLink))) = 0) [ ;; Check if any cap
suply attr of DM, ;; NO suply any capability
ifelse (item 0 vc < item 0 ([va] of turtle nopiLink)) [ ;; Check if first cap suply attr of DM, ;; NO suply any capability
set notdone false
set nopiLink -1
set agentsSuplyLink []
;set myAgentslinks []
]
]
;; Search other agents because not complete
;;let captempindex 0
let captempindex 1
let noendCaplnoTra true
let myotherorderagents orderTurtlesByDistanceG agents attrDM

; show "other agents"
; show myotherorderagents
if (length myotherorderagents > 0) [
;let tracelink_temp []
let tracelink_temp (list who)
;;foreach (vc) [ ;; Check each cap ino trad
;show (sublist vc 1 4)
foreach (sublist vc 1 4) [ ;; Check each cap ino trad
yy ->
;show (word "buscando mayor a " yy " de " vc ", index: " captempindex)
;show noendCaplnoTra
if (noendCaplnoTra) [
;; let captemp (item captempindex ([attrlnoTra] of turtle nopiLink))
let captemp (item captempindex ([va] of turtle nopiLink))
;show ( word yy " " captemp " " captempindex " " ([va] of turtle nopiLink))
;show [myAgentslinks] of turtle nopiLink

;ask turtle nopiLink [ set myAgentslinks (lput initagent myAgentslinks)]

;set tracelink_temp (lput initagent tracelink_temp)
;show [myAgentslinks] of turtle nopiLink

ifelse (yy >= captemp) [ ;; Check if agent suply this position to nopi
set captempindex (captempindex + 1)
set agentsSuplyLink (lput who agentsSuplyLink)
set tracelink_temp (lput who tracelink_temp)
if (captempindex = (Chain_length)) [ ;; Finish link
set noendCaplnoTra false
]
]
]
;; Search other agents only for this position
let anyagentsuplyposition true
foreach myotherorderagents [
z ->
;; if (anyagentsuplyposition and ((item captempindex ([caplnoTra] of turtle z)) >= captemp)) [
;show (word anyagentsuplyposition " " captempindex " " ([vc] of turtle z) " " captemp)
if (anyagentsuplyposition and ((item captempindex ([vc] of turtle z)) >= captemp)) [
;show (word captempindex " - " ([vc] of turtle z) " - " captemp)
set anyagentsuplyposition false
]
]
]
]

```



```

]]
;; Search other agents because not complete
;;let captempindex 0
let captempindex 1
let noendCapInoTra true
let myotherorderagents orderTurtlesByDistanceG agents attrDM

;      show "other agents"
;      show myotherorderagents
if (length myotherorderagents > 0) [
;let tracelink_temp []
let tracelink_temp (list who)
;;foreach (vc) [ ;; Check each cap ino trad
;show (sublist vc 1 4)
foreach (sublist vc 1 4) [ ;; Check each cap ino trad
yy ->
;show (word "buscando mayor a " yy " de " vc ", index: " captempindex)
;show noendCapInoTra
if (noendCapInoTra) [
;; let captemp (item captempindex ([attrInoTra] of turtle nopiLink))
let captemp (item captempindex ([va] of turtle nopiLink))
;show ( word yy " " captemp " " captempindex " " ([va] of turtle nopiLink))
;show [myAgentslinks] of turtle nopiLink

;ask turtle nopiLink [ set myAgentslinks (lput initagent myAgentslinks)]

;set tracelink_temp (lput initagent tracelink_temp)
;show [myAgentslinks] of turtle nopiLink

ifelse (yy >= captemp) [ ;; Check if agent suply this position to nopi
set captempindex (captempindex + 1)
set agentsSuplyLink (lput who agentsSuplyLink)
set tracelink_temp (lput who tracelink_temp)
if (captempindex = (Chain_length)) [ ;; Finish link
set noendCapInoTra false
]
]]
;; Search other agents only for this position
let anyagentsuplyposition true
foreach myotherorderagents [
z ->
;; if (anyagentsuplyposition and ((item captempindex ([capInoTra] of turtle z)) >= captemp)) [
;show (word anyagentsuplyposition " " captempindex " " ([vc] of turtle z) " " captemp)
if (anyagentsuplyposition and ((item captempindex ([vc] of turtle z)) >= captemp)) [
;show (word captempindex " - " ([vc] of turtle z) " - " captemp)
set anyagentsuplyposition false
set captempindex (captempindex + 1)
set agentsSuplyLink (lput z agentsSuplyLink)
;show (word tracelink_temp " - " z)
set tracelink_temp (lput z tracelink_temp)
;show ( word "Finish link?" captempindex " " Chain_length)
if (captempindex = (Chain_length)) [ ;; Finish link
set noendCapInoTra true
set countDMs countDms + 1
ask turtle nopiLink [ set myAgentslinks lput tracelink_temp myAgentslinks ] ;(lput initagent
myAgentslinks)]
set myDMs lput (nopiLink) myDMs
]
]
]
if (anyagentsuplyposition) [ ;; No other agent suply this position so end search
set noendCapInoTra false

```



```

;
;   foreach alist [
;     a ->
;     if (turtle a != NOBODY) [
;       set color 25;rgb 255 237 101
;       create-link-from (turtle a)[
;         set color gray
;       ]
;     ]
;   ]
; ]

; ask agents with [agentssupplylink != []] [
;
;   let alist remove-duplicates agentssupplylink
;   set alist remove who alist
;
;
;   foreach alist [
;     a ->
;     create-link-from (turtle a)[
;       set color rgb 180 173 234
;     ]
;   ]
; ]
; ]
end

to updateSExe
ask agents [

  set costs (reduce + (map [ [ a b ] -> a * b ] CC_System vc))

  if (length agentsSuplyLink > 0) [
    set costT (reduce + (map [i -> ( compute-cost i typeagent ) ] ( remove-duplicates agentsSuplyLink )))
  ]

  set SExe (SExe - costs - costT)

  set vc_mean mean vc
]

ask DMs [
let whoDM who
;; Benefits by create success formula
foreach myAgentsLinks [
  l ->
  let index 0
  foreach l [
    a ->
    if (turtle a != NOBODY) [
      ;; show (word a " - " index " - " ([benefits] of turtle whoDM))
      updateSExeAgentsByDMs a index [benefits] of turtle whoDM
    ]
    set index (index + 1)
  ]
]
]
end

to-report compute-cost [ otherAgnt typeAgentto ]
if (turtle otherAgnt = NOBODY) [ report 0 ]
let typeOtherAgent ([typeagent] of turtle otherAgnt)
if (typeOtherAgent = typeAgentto) [ report 0 ]

```

```

if (member? "Explorador" typeOtherAgent) [ report cost_low ]
if (member? "Explotador" typeOtherAgent) [ report cost_high ]
if (member? "Intermediario" typeOtherAgent) [ report 0 ]
if (member? "Latecomer" typeOtherAgent) [ report cost_high ]
report 0
end

to updateSExeAgentsByDMs [age ind ben]
ask turtle age [
  ifelse (((item ind vc) + (item ind ben)) >= 9) [ ;; Add benefit to VC of agents
    set vc (replace-item ind vc 9)
  ] [
    set vc (replace-item ind vc ( precision (((item ind vc) + (item ind ben)) 2))
  ]
  set SExe (SExe + item ind ben)
]
end

to resetTick
ask links with [color != 55] [ die ]
ask agents [
  set vc_last vc
  ;;set costs [ -99 -99 -99 -99 -99 ]
  set costs (reduce + (map [ [ a b ] -> a * b ] CC_System vc))
  ;;set agentscost (list who who -1 -1 -1)
  set myDMs []
  set agentsupplylink []
]
ask DMs [
  set myagentslinks []
]

;set newDMs []
;set newDMsByWhos []
;set newDMsByExplorer []
end

to check-death_DMs
ask DMs [
  if (ciclovidaactual >= TCV) [
    removeDMsInAgents who
    die
  ]
  set ciclovidaactual (ciclovidaactual + 1)

  if (volatilityactual >= volatility) [
    removeDMsInAgents who
    die
  ]
  set volatilityactual (volatilityactual + 1)
]
end

to check-death_Agents
ask agents [
  if (SExe <= 0) [ ;; Stock de recursos en cero
    die
  ]
  if (mean vc = 0) [ ;; sus capacidades estan todos en cero
    die
  ]
]
end

```

```

end

to removeDMsInAgents [OT]
  ask agents with [member? OT myDMs] [
    set myDMs (remove OT myDMs)
  ]
end

to prepare_export

  let acum_SExe_System_temp ([vc_mean] of agents with [mydms != "" and mydms != []])
  if (acum_SExe_System_temp != []) [
    set acum_SExe_System mean acum_SExe_System_temp
  ]

  let acum_SExe_Explorador_temp ([vc_mean] of agents with [typeAgent = ["Explorador"] and mydms != "" and mydms
  != []])
  if (acum_SExe_Explorador_temp != []) [
    set acum_SExe_Explorador mean acum_SExe_Explorador_temp
  ]

  let acum_SExe_Explotador_temp ([vc_mean] of agents with [typeAgent = ["Explotador"] and mydms != "" and mydms
  != []])
  if (acum_SExe_Explotador_temp != []) [
    set acum_SExe_Explotador mean acum_SExe_Explotador_temp
  ]

  let acum_SExe_Intermediario_temp ([vc_mean] of agents with [typeAgent = ["Intermediario"] and mydms != "" and
  mydms != []])
  if (acum_SExe_Intermediario_temp != []) [
    set acum_SExe_Intermediario mean acum_SExe_Intermediario_temp
  ]

  let acum_SExe_IntermediarioExplorador_temp ([vc_mean] of agents with [typeAgent = ["Intermediario Explorador"]
  and mydms != "" and mydms != []])
  if (acum_SExe_IntermediarioExplorador_temp != []) [
    set acum_SExe_IntermediarioExplorador mean acum_SExe_IntermediarioExplorador_temp
  ]

  let acum_SExe_IntermediarioExplotador_temp ([vc_mean] of agents with [typeAgent = ["Intermediario Explotador"]
  and mydms != "" and mydms != []])
  if (acum_SExe_IntermediarioExplotador_temp != []) [
    set acum_SExe_IntermediarioExplotador mean acum_SExe_IntermediarioExplotador_temp
  ]

  let acum_SExe_Latecomer_temp ([vc_mean] of agents with [typeAgent = ["Latecomer"] and mydms != "" and mydms
  != []])
  if (acum_SExe_Latecomer_temp != []) [
    set acum_SExe_Latecomer mean acum_SExe_Latecomer_temp
  ]

  let SExe_System_temp ([sexe] of agents with [mydms != "" and mydms != []])
  if (SExe_System_temp != []) [ set SExe_System mean SExe_System_temp ]
  let SExe_Explorador_temp ([sexe] of agents with [typeAgent = ["Explorador"] and mydms != "" and mydms != []])
  if (SExe_Explorador_temp != []) [ set SExe_Explorador mean SExe_Explorador_temp ]
  let SExe_Explotador_temp ([sexe] of agents with [typeAgent = ["Explotador"] and mydms != "" and mydms != []])
  if (SExe_Explotador_temp != []) [ set SExe_Explotador mean SExe_Explotador_temp ]
  let SExe_Intermediario_temp ([sexe] of agents with [typeAgent = ["Intermediario"] and mydms != "" and mydms != []])
  if (SExe_Intermediario_temp != []) [ set SExe_Intermediario mean SExe_Intermediario_temp ]
  let SExe_IntermediarioExplorador_temp ([sexe] of agents with [typeAgent = ["Intermediario Explorador"] and mydms
  != "" and mydms != []])
  if (SExe_IntermediarioExplorador_temp != []) [ set SExe_IntermediarioExplorador mean

```

```

SExe_IntermediarioExplorador_temp ]
  let SExe_IntermediarioExplotador_temp ([sexe] of agents with [typeAgent = ["Intermediario Explotador"] and mydms
!= "" and mydms != []])
  if (SExe_IntermediarioExplotador_temp != []) [ set SExe_IntermediarioExplotador mean
SExe_IntermediarioExplotador_temp ]
  let SExe_Latecomer_temp ([sexe] of agents with [typeAgent = ["Latecomer"] and mydms != "" and mydms != []])
  if (SExe_Latecomer_temp != []) [ set SExe_Latecomer mean SExe_Latecomer_temp ]

  set out-csv-world lput (list (ticks) ("?) (count agents) ("?) (count agents with [mydms != "" and mydms != []]) ("?)
(mean ([sexe] of agents)) ("?) (SExe_System) ("?) (count DMs) ("?) (count DMs with [myAgentslinks != []]) ("?) (count
links) ("?) (count agents with [typeagent = ["Explorador"]]) ("?) (count agents with [typeagent = ["Explorador"] and
mydms != "" and mydms != []]) ("?) SExe_Explorador ("?) (count agents with [typeagent = ["Explotador"]]) ("?) (count
agents with [typeagent = ["Intermediario"]]) ("?) (count agents with [typeagent = ["Intermediario"] and mydms != "" and mydms
!= []]) ("?) SExe_Intermediario ("?) (count agents with [typeagent = ["Intermediario Explorador"]]) ("?) (count agents
with [typeagent = ["Intermediario Explorador"] and mydms != "" and mydms != []]) ("?) SExe_IntermediarioExplorador
("?) (count agents with [typeagent = ["Intermediario Explotador"]]) ("?) (count agents with [typeagent = ["Intermediario
Explotador"] and mydms != "" and mydms != []]) ("?) SExe_IntermediarioExplotador ("?) (count agents with [typeagent
= ["Latecomer"]]) ("?) (count agents with [typeagent = ["Latecomer"] and mydms != "" and mydms != []]) ("?)
SExe_Latecomer ("?) ("--")) out-csv-world
end

to export

  csv:to-file (word "ListAgents"timer".csv") (fput ([ "Agente" "vc 1" "vc 2" "vc 3" "vc 4" "vc last 1" "vc last 2" "vc last 3" "vc
last 4" "Tipo Agente" "DM relacionados" "DM enlaces" "Agentes soportando enlaces" "Privado/Publico" "Stock
Excedentes" ]) [(list who (item 0 vc) (item 1 vc) (item 2 vc) (item 3 vc) (item 0 vc_last) (item 1 vc_last) (item 2 vc_last)
(item 3 vc_last) typeAgent myDMs myDMLinks agentsSuplyLink typePublicOrPrivate (precision SExe 1)) ] of agents)
  csv:to-file (word "ListDM"timer".csv") (fput ([ "DM" "Color" "va 1" "va 2" "va 3" "va 4" "Links" "Beneficios" ]) [(list who
color (item 0 va) (item 1 va) (item 2 va) (item 3 va) myAgentsLinks benefits) ] of dms))
  csv:to-file (word "Ticks"timer".csv") out-csv-world
end

;;set out-csv-world [{"tick?" "Agentes?" "Agentes SF?" "SExe?" "SExe SF?" "Demandas?" "Demandas SF?" "Links?"
"Explorador?" "Explorador SF?" "Explorador SExe SF?" "Explotador?" "Explotador SF?" "Explotador SExe SF?"
"Intemediario?" "Intermediario SF?" "Intermediario SExe SF?" "Intermediario Explorador?"
"Intermediario Explorador SF?" "Intermediario Explorador SExe SF?" "Intermediario Explotador?"
"Intermediario Explotador SF?" "Intermediario Explotador SExe SF?" "Latecomer?" "Latecomer SF?" "Latecomer SExe
SF?"}]
;;agents-own [vc vc_last typeAgent costs agentscost costcap benefits myDMs myAgentslinks myDMLinks
agentsSuplyLink typePublicOrPrivate countDMs nopiLink direccion typedireccion cap cap_anterior lfrom
beneficio_temp SExe hasLinks rec costT] ;; AZULES (SExe - Stock excedentes, rec - Resultado de ejercicio por
capacidad)
;;DMs-own [va va_last volatility volatilityactual TCV ciclovidaactual myAgents agentLink agentsSuplyLink
MYAGENTSLINKS atr_anterior atr_init ocupado S benefits typeOI]

:ask agents [ foreach vc [ x -> if (x > 9 OR x < 0) [ show who ] ] ]

```


Anexo 3. Demandas I+D+i cadenas productivas – Plataforma Siembra

Cadena productiva Aguacate

Area Principal	Nombre	Descripción
Material de siembra y mejoramiento genético	Disponibilidad de portainjertos para garantizar alta calidad del material de siembra.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mejoramiento genético a partir de la selección de los mejores materiales de genotipos criollos y genética introducida. 2. Generación de materiales con potencial para uso agroindustrial. 3. Disponibilidad de patrones 4. Establecimiento de viveros prototipo como despensa de material limpio y de calidad, zonificado y certificado 5. Oferta comercial de semilla seleccionada 6. Investigación y caracterización genética 7. Necesidad de transferencias de biotecnología vegetal aplicada al aguacate. 8. Investigación específica de patrones resistentes a Phytophthora y demás hongos del suelo.
	Identificar y evaluar materiales con potencial genético para multiplicación de semilla aguacate en el departamento.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar y evaluar los materiales utilizados como porta injertos (patrones) de aguacate en el departamento, en relación con la calidad genética y el comportamiento del cultivo (tolerancia a enfermedades radiculares). 2. Colecta y conservación de los materiales con potencial para multiplicación de semilla en el departamento. 3. Identificar las características diferenciales de los aguacates sembrados en el departamento. 4. Desarrollar programas para incluir a los propietarios de los árboles como socios de los viveros para la generación de semilla de calidad genética. 5. Transferir la tecnología disponible en el tema.
	Disponer de oferta de materiales de siembra con calidad genética, fisiológica y sanitaria provenientes de viveros registrados por el ICA (Cumplimiento Res 0780006 de 2020).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contar con la trazabilidad genética sobre los huertos básicos (sexual y clonal) de patrones y variedades de los viveros. 2. Identificar materiales criollos y establecer lotes para multiplicación clonal en vivero. 3. Registrar los lotes utilizados como semilla para porta injertos. 4. Vincular y transferir las tecnologías disponibles para la multiplicación de material vegetal a viveristas. 5. Generar recomendaciones para el manejo fitosanitario, de riego, nutrición y sustratos usados como material de siembra en vivero (materiales regionales, subproductos).
Manejo cosecha, poscosecha y transformación	Desarrollar y adoptar tecnologías para el manejo cosecha y poscosecha en el cultivo de aguacate.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Transferir tecnologías sobre protocolos de exportación para el manejo cosecha y poscosecha de aguacate ajustado a las condiciones de producción del departamento y a las condiciones de mercado. 2. Desarrollar tecnologías para la medición de indicadores de pre - cosecha (no destructivos) que se adapten a las condiciones de producción del departamento en relación con variables de calidad y de mercado. 3. Investigación, desarrollo e innovación en empaques, embalajes, almacenamiento y transporte. 4. Adoptar protocolos para el mejoramiento de procesos logísticos en cosecha y poscosecha de producto.
	Escalar procesos y generar productos innovadores a partir del aguacate dirigido a diferentes industrias	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar productos de alto valor agregado para la industria alimenticia, cosmética y farmacéutica. 2. Investigación y desarrollo e innovación para el aprovechamiento de subproductos de proceso para la obtención de productos con valor agregado. 3. Desarrollar tecnologías dirigidas a medianos productores para la agregación de valor.

Fisiología vegetal y nutrición	Estudiar la fisiología del cultivo de aguacate y su relación con variables agroclimáticas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudiar el comportamiento fisiológico del cultivo para el rompimiento de la estacionalidad de la producción y su relación con variables agroclimáticas. 2. Construir calendarios fenológicos del cultivo de aguacate en relación con las diferentes zonas de producción del departamento.
	Desarrollar estudios de los requerimientos fisiológicos en la planta de aguacate en los cultivares Santana, Choquette, Antillano, Semil 40, Lorena, criollo y Hass para el departamento.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estudiar los requerimientos fisiológicos del cultivo según las variedades sembradas en el departamento del Tolima . 2. Evaluar bajo las condiciones de producción del departamento la arquitectura de árboles y los métodos de podas. 3. Evaluar los requerimientos nutricionales en los diferentes estados fenológicos del cultivo de aguacate.
Calidad e inocuidad de insumos y productos	Implementar y divulgar las normativas y certificaciones de calidad para la producción y comercialización de Aguacate.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementar un plan regional de capacitación y certificación en BPA. 2. Difundir los protocolos para la producción y exportación de Aguacate. 3. Establecer mecanismos de acompañamiento para la adopción de normativas y certificaciones en la producción y exportación de Aguacate.
	Trazabilidad del proceso productivo para garantizar la inocuidad de producto.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Encadenar procesos para realizar trazabilidad de producto en relación con límites máximos de residualidad para mercados nacionales y de exportación. 2. Promover el acompañamiento técnico para garantizar la trazabilidad y el cumplimiento de normas para la producción y exportación de aguacate.
Socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial	Investigación socioeconómica en el cultivo de aguacate	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar el proceso de adaptación de la comunidad en relación con el cultivo de aguacate. 2. Identificar y evaluar variables económicas de beneficio y producción del cultivo de aguacate. 3. Revisar las implicaciones del cultivo de aguacate sobre la seguridad alimentaria, ampliación de la frontera agrícola y tenencia de tierra.
	Realizar estudios de la situación actual y tendencias técnicas, económicas, legales y culturales relacionadas con el cultivo, el consumo y uso del aguacate.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar estudios de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva para identificar las posibilidades de aprovechamiento agroindustrial del fruto, canales de comercialización y posibles alianzas en la cadena de valor. 2. Fortalecer a nivel empresarial y asociativo a las agremiaciones existentes en el departamento. 3. Consolidar nodos de acopio y comercialización en el cultivo por zonas geográficas. 4. Desarrollar plataformas integrales de comercialización directa entre productor-cliente
Manejo de suelos y aguas	Manejo de los recursos hídrico y suelos con base en las condiciones del departamento del Tolima .	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluación de las fuentes de enmiendas apropiadas para los suelos del departamento del Tolima . 2. Determinar los requerimientos hídricos (uso consuntivo) y nutricionales del cultivo de aguacate según variedades y condiciones del departamento del Tolima. 3. Investigación y desarrollo de tecnologías para la eficiencia en el uso del recurso hídrico.
Manejo del sistema productivo	Generar e implementar prácticas y protocolos de manejo del cultivo de aguacate según variedades.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Generar y validar prácticas para el manejo integrado del sistema productivo (densidades de siembra, compatibilidad copa - patrón, materiales como patrón, manejo de coberturas, cultivos de asocio, principalmente). 2. Evaluar la influencia de las variables de producción del cultivo en relación con las características de calidad del fruto. 3. Adoptar prácticas que favorezcan la polinización del cultivo. 4. Generar alternativas para la producción orgánica de aguacate.

Manejo sanitario y fitosanitario	Establecer programas de manejo y control de plagas y enfermedades en el cultivo de aguacate.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar, monitorear y reportar la presencia de las plagas emergentes en el cultivo de aguacate (ácaros, Neosilba, mosca del ovario). 2. Evaluar la incidencia y severidad de las plagas emergentes y limitantes (stenoma, picudo, barrenadores de fruto y tallo, ácaros, neosilba, mosca del ovario, monalonion, trips) en cultivos de aguacate. 3. Desarrollar esquemas de manejo para enfermedades limitantes en aguacate (roña, lasodiplodia, phytophthora, cercospora, botritis, antracnosis, lenticelosis, entre otros). 4. Validar y transferir la tecnología disponible sobre las estrategias de manejo de plagas y enfermedades (plagas cuarentenarias, Cercospora, Monalonion). 5. Generar alternativas de manejo de plagas y enfermedades tomando en consideración variables del ecosistema
Transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación	Desarrollar programas de asistencia técnica, extensión agropecuaria y transferencia de tecnología para el cultivo de Aguacate	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar programas de capacitación y actualización constante de asistentes técnicos, extensionistas y productores. 2. Promover el acompañamiento técnico pertinente y articulado en procesos de certificación en el cultivo. 3. Divulgar los resultados de investigación de manera articulada. 4. Generar estrategias eficaces para realizar ejercicios de transferencia de tecnología
Sistemas de información, zonificación y georeferenciación	Zonificación del sistema productivo de aguacate para la toma de decisiones en el departamento del Tolima	<ol style="list-style-type: none"> 1. Levantar la línea base para la cadena de Aguacate en el departamento del Tolima (área, producción, variedades, caracterización). 2. Desarrollar estudios de planificación y proyección del cultivo de aguacate con base en la delimitación de áreas, frontera agrícola y zonas aptas de producción. 3. Sistemas de información en variables críticas para la instalación y mantenimiento del cultivo de aguacate, que facilite la generación de alertas tempranas para la toma de decisiones.
Manejo ambiental y sostenibilidad	Implementar programas de sensibilización y vinculación de nuevas tecnologías para el manejo ambiental y de ordenamiento en los predios de explotación aguacatera.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar planes y programas de asistencia técnica y capacitación para productores como estrategia de adaptación y mitigación al cambio climático y la variabilidad climática y en el cultivo de aguacate. 2. Evaluar la huella ambiental generada por la ampliación de la frontera agrícola en el cultivo de aguacate. 3. Validar la información disponible de zonas aptas para el cultivo en las zonas productoras del departamento. 4. Desarrollar y vincular tecnologías para el manejo, conservación y uso de fuentes hídricas. 5. Desarrollar tecnologías para el manejo y recuperación de las aguas resultantes de la actividad productiva en finca.

Cadena productiva Cacao

Area Principal	Nombre	Descripción
Manejo ambiental y sostenibilidad	Investigación del impacto ambiental y servicios ecosistémicos del sistema productivo de cacao.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación, caracterización y valoración de servicios ecosistémicos del cultivo de cacao (biodiversidad, salud del suelo, recurso hídrico, captura de carbono, entre otros) 2. Desarrollar estudios de variabilidad y cambio climático y su incidencia en los sistemas agroforestales cacaoteros. 3. Diseñar estrategias de conservación, mitigación y adaptación de variabilidad y cambio climático en el cultivo de cacao. 4. Promover la implementación de certificaciones ambientales en el sistema productivo cacaotero.
Manejo cosecha, poscosecha y transformación	Optimizar los procesos de beneficio de cacao para garantizar calidad e inocuidad en el producto final.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación sobre el manejo de procesos de beneficio que promuevan, conserven y aseguren la calidad del grano con base en los estándares internacionales del mercado. 2. Diseñar y evaluar protocolos de beneficio de cacao para mejor la calidad de acuerdo a las condiciones agroecológicas 3. Desarrollar estudios para mejorar la infraestructura de beneficio (preacondicionamiento, fermentación, secado, almacenamiento, entre otros) dependiendo del tipo de cacao y su mercado de destino. 4. Investigación y desarrollo en tecnologías para la determinación del punto de madurez óptima. 5. Evaluación, medición y control de contaminantes en el cacao (microbiológico, metales pesados, micotoxinas, entre otros). 6. Investigación e implementación de lineamientos de economía circular teniendo en cuenta las características del territorio. 7. Generación de estudios biotecnológicos en cacao para el mejoramiento de la calidad y la inocuidad.
	Implementar procesos de innovación en la transformación de cacao para la industria.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar nuevos productos, dirigidos a la pequeña y mediana industria transformadora. 2. Diseño de procesos y productos tecnológicos en la transformación de cacao. 3. Desarrollar productos de alto valor agregado para las industrias alimenticia, cosmética y farmacéutica. 4. Investigación e implementación de lineamientos de economía circular teniendo en cuenta las características del territorio.
	Implementar procesos de innovación para aprovechamiento y valoración de subproductos en la transformación de cacao.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño de procesos y productos tecnológicos en la transformación de subproductos de cacao. 2. Desarrollar productos de alto valor agregado para la industria alimentaria y no alimentaria. 3. Generar estudios biotecnológicos en cacao, sus derivados e inocuidad. 4. Aprovechamiento de subproductos del cultivo (cacota, cascarilla, hojas y lixiviados) para la obtención de productos con alto valor agregado y reutilización en finca (economía circular).
Manejo sanitario y fitosanitario	Manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de cacao.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Generar estrategias de manejo y control de plagas y enfermedades emergentes (Lasiodiplodia, Steirastoma, pasadores de fruto, entre otros) acordes a las características del productor. 2. Vincular a los productores en los procesos de identificación de plagas y enfermedades emergentes para su manejo y control. 3. Transferir las tecnologías disponibles sobre el manejo de plagas y enfermedades de manera articulada entre las instituciones. 4. Identificar y generar estrategias de manejo para problemas relacionados con Ceratocystis y Roselinia acordes a las características del productor. 5. Acompañamiento técnico.

Manejo del sistema productivo	Procesos tecnificados sobre la agronomía del cultivo (manejo integrado)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación, desarrollo e innovación en tecnologías de manejo de la arquitectura de la planta (densidades de siembra, índice de área foliar, variedades, podas). 2. Evaluación y manejo de los sistemas agroforestales implementados en el sistema productivo de cacao. 3. Evaluar equipos para las actividades de poda que se ajusten a las características de las zonas productoras del departamento. 4. Transferencia de conocimiento e implementación de prácticas agronómicas del cultivo para mejorar la productividad, competitividad y sostenibilidad. 5. Investigación sobre alternativas de manejo orgánico en el sistema productivo con base en regulaciones sanitarias y de mercado existentes (nutrición, plagas y enfermedades y postcosecha). 6. Vincular a los productores (conocimiento) en las actividades de investigación sobre el manejo del sistema productivo.
Material de siembra y mejoramiento genético	Disponer de materiales de cacao caracterizados y evaluados para la región.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Recolectar y caracterizar molecularmente los materiales sembrados en el departamento para la consolidación de un banco de germoplasma regional. 2. Evaluar los materiales con alto potencial productivo y de adaptabilidad (autocompatibles) en las diferentes zonas agroecológicas del departamento. 3. Desarrollar un programa de mejoramiento genético para la obtención de materiales propios del departamento. 4. Ampliar el acompañamiento técnico en los programas de renovación/rehabilitación de plantaciones improductivas de cacao. 5. Evaluar el impacto de las actividades de renovación/rehabilitación en plantaciones improductivas de cacao (social, económica, técnica).
Socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial	Investigación socioeconómica en el sistema productivo de cacao.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Actualizar la información disponible sobre la caracterización de los sistemas y unidades productivas cacaoteras (social y económica). 2. Investigación social sobre las dinámicas de adopción de tecnologías en las diferentes zonas agroecológicas del departamento. 3. Inclusión del conocimiento local en las actividades del sistema productivo. 4. Promover la identidad "cultura cacaotera" 5. Investigación de mercados con enfoque en exportación (fino y de aroma). 6. Promover el desarrollo de mercados diferenciales: denominación de origen, enfoque en género, orgánico, entre otros. 7. Investigación sobre cadena de valor, limitantes y oportunidades. 8. Desarrollar estrategias de relevo generacional. 9. Plantear modelos de negocio para los productores de cacao según sus características. 10. Apoyo y acompañamiento interinstitucional para el desarrollo y mercadeo de nuevos productos de cacao. 11. Investigación e implementación de lineamientos de economía circular teniendo en cuenta las características del territorio.

Transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación	Desarrollar programas de asistencia técnica pertinentes a las necesidades de la cadena y la región	<ol style="list-style-type: none"> 1. Medición del grado de adopción y del impacto de las tecnologías generadas por la investigación 2. Medición de la efectividad de los diferentes métodos de transferencia de tecnología, extensión y asistencia técnica. 3. Desarrollar actividades de transferencia de tecnología y extensión pertinentes según las necesidades de la cadena y la región. 4. Vincular a los asistentes técnicos y extensionistas en actividades de investigación y transferencia de tecnología para el manejo integral del cultivo. 5. Continuidad de actividades para realizar actividades de asistencia técnica y extensión. 6. Adopción de metodologías incluyentes para optimizar las actividades de asistencia y extensión rural. 7. Desarrollar actividades que fomenten la confianza y credibilidad de la institucionalidad en relación con el servicio de asistencia técnica y extensión rural. 8. Unificar criterios para el acompañamiento de las actividades del manejo del sistema productivo.
Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales	Fortalecimiento organizacional y asociatividad.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Promover la empresarización en el sector cacaoero. 2. Fortalecer capacidades técnicas y habilidades blandas (escuelas de liderazgo) 3. Fortalecer alianzas para la cadena cacaoera 4. Promover cooperativismo en la cadena cacaoera 5. Reestructurar el modelo asociativo del territorio. 6. Establecer el Clúster cacaoero en el territorio
Manejo de suelos y aguas	Manejo de suelos y aguas en el cultivo de cacao.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación sobre requerimientos hídricos y uso eficiente del recurso agua. 2. Desarrollar alternativas de cosecha de agua. 3. Investigación sobre sistemas de riego acordes a las condiciones ambientales y a las características del sistema productivo. 4. Desarrollar estrategias de manejo y biorremediación de suelos que disminuyan los niveles de absorción de cadmio y metales pesados. 5. Desarrollo de planes de nutrición específicos según el tipo de suelo a partir del análisis de la extracción de nutrientes. 6. Plantear modelos predictivos para la toma de decisiones en el sistema productivo. 7. Análisis de biotipos - características físicas, químicas y biológicas de suelos.

Cadena productiva Café

Area Principal	Nombre	Descripción
Alimentación y nutrición humana y animal	Fortalecer los sistemas productivos orientados a la seguridad alimentaria en el cultivo de café	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación en sistemas productivos orientados a la seguridad alimentaria (asociación con maíz, frijol, yuca, entre otros) alternativas nutricionales y generación de ingresos complementarios. 2. Evaluar alternativas económicas para la producción de alimentos en asocio con café a bajos costos de producción en pro de la seguridad alimentaria.
Calidad e inocuidad de insumos y productos	Mejorar y asegurar los procesos de calidad y sostenibilidad para café.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluación y trazabilidad de las actividades realizadas desde el cultivo hasta la postcosecha. 2. Fomentar la implementación y el empoderamiento del productor para adquirir certificaciones de calidad de producto (Rain Forest, 4C, café práctica, denominación de origen, entre otros). 3. Evaluar periodos de carencia, residualidad de insumos y productos en café. 4. Evaluar variables de proceso de fermentación en relación con variables de calidad de producto final. 8. Análisis sensorial de café. 5. Fortalecer las capacidades en procesos de tuestión de café dirigido a asociaciones y cooperativas.
Fisiología vegetal y nutrición	Generar recomendaciones de fisiología y nutrición del cultivo adaptadas a las zonas agroecológicas del departamento.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación en temas de floración, mejoramiento fisiológico, nutrición del cafeto, fisiología de postcosecha y del dosel, entre otros. 2. Desarrollar alternativas de nutrición de menor costo para el cultivo. 3. Evaluar tiempos y tipos de fertilización en relación con la calidad del café.
Fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales	Generar estrategias para la articulación institucional, formación, capacitación e intercambio de conocimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gestión del conocimiento y articulación interinstitucional para el desarrollo de investigaciones conjuntas. 2. Formación y capacitación del recurso humano. 3. Fortalecimiento de los grupos de investigación y prestadores de los servicios de extensión y asistencia técnica (intercambio de experiencias y conocimientos) 4. Diseñar mecanismos de cooperación y trabajo interinstitucional y participación participativa. 5. Fortalecer e incentivar a jóvenes rurales, mujer rural, población vulnerable, población étnica.
Manejo ambiental y sostenibilidad	Caficultura y cambio climático	<ol style="list-style-type: none"> 1. Validar modelos predictivos para la toma de decisiones en relación con variables climáticas. 2. Fortalecer la plataforma Agroclimática Cafetera-agroclima. 3. Desarrollar actividades de extensión vinculantes sobre el manejo ambiental y afectaciones de la variabilidad y cambio climático en el cultivo de café.

	Ecosistemas cafeteros	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar estudios de mercado de servicios ecosistémicos en el cultivo de café. 2. Estudios de huella de carbono / huella hídrica. 3. Estudios de impacto ambiental por el aprovechamiento de variedades con resistencia a plagas y enfermedades. 4. Manejo de pulpas y aguas mieles producto de lavado y beneficio del café teniendo en cuenta la normativa vigente. 5. Uso y manejo del recurso agua. 6. Vincular al productor como protagonista del proceso. 7. Ajuste en los sistemas de producción y manejo de aguas residuales.
	Bioprospección	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigación sobre el uso potencial de la flora y fauna en zonas cafeteras como contribución a su sostenibilidad. 2. Estudiar la dinámica, interacción y diversidad de la flora y fauna asociada al cultivo de café. 3. Investigación, aplicación y difusión de bioproductos en el cultivo de café con miras a la obtención de certificación. 4. Medición, evaluación y seguimiento de impacto ambiental. 5. Estudio de organismos hongos entomopatógenos en residuos orgánicos de café para su implementación como biorremediadores en el control de plagas y enfermedades.
	Identificar riesgos socioambientales y de infraestructura	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementar planes de manejo de riesgo generados (deslizamiento, derrumbes, deterioro de la red vial terciaria, manejo de erosión, baja de precios) 2. Apoyo de corporaciones ambientales en los procesos de educación, legislación y transferencia de tecnología y recursos.
Manejo cosecha, poscosecha y transformación	Optimizar la eficiencia de los procesos, productos y subproductos en cosecha y poscosecha del café.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Optimización de procesos de cosecha y poscosecha de café 2. Promover prácticas diferenciadoras de producto por calidad. 2. Identificar los usos potenciales de los residuos de cosecha y de proceso (Economía circular, Valor agregado). 4. Diseño de equipos e infraestructura para asegurar la trazabilidad de procesos de fermentación del café a nivel de finca. 5. Mejorar las centrales de beneficio para darle tratamiento al agua y aprovechamiento de subproductos del beneficio. 6. Investigación sobre fuentes de microorganismos acelerantes de la descomposición de la pulpa. 7. Validar la investigación disponible sobre la optimización del mucílago para la obtención de productos de valor agregado. 8. Logística para la optimización de procesos.
Manejo de suelos y aguas	Investigación en manejo de los recursos agua y suelo por zonas agroecológicas productoras de café en el departamento.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Manejo y conservación de suelos (pastos vetiver). 2. Incorporación de planes de manejo ambiental. 3. Generar indicadores de eficiencia, eficacia y efectividad para el aprovechamiento del recurso hídrico. 4. Monitoreo de fuentes hídricas para la verificación de la calidad del agua para proceso. 5. Fortalecer las capacidades del productor a través de capacitación continua en relación al manejo de los recursos suelo y agua. 6. Implementar y fortalecer protección del recurso hídrico con la implementación agroforestería - siembra de especies nativas (oportunidades de comercialización).

Manejo sanitario y fitosanitario	Generar e implementar estrategias de manejo de plagas y enfermedades en el cultivo de café	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementar estrategias de manejo integrado para el control de arvenses de interferencia en el cultivo del café. 2. Manejo agronómico de malezas como hospedantes de plagas en el cultivo de café. 3. Implementar estrategias de manejo integrado para el control de plagas del cafeto y emergentes. 4. Implementar estrategias de manejo integrado eficientes para el control de enfermedades del cafeto. 5. Desarrollar estudios de la interacción huésped/patógeno de enfermedades. 6. Investigación e implementación organismos entomopatógenos para el control de plagas y enfermedades. 7. Transferencia de tecnología y conocimiento al productor.
Manejo del sistema productivo	Explorar alternativas de asocio del cultivo de café con otros cultivos - SAF	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigar e implementar en alternativas de sistemas agroforestales como parte del manejo del sistema productivo. 2. Desarrollar actividades de retroalimentación constante saber la implementación de las alternativas agroforestales en el cultivo de café.
Material de siembra y mejoramiento genético	Evaluar genotipos de Coffea arábica L. y explorar nuevos genotipos.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Explorar nuevos genotipos con características genéticas, fisiológicas, sanitarias y de calidad 2. Desarrollar alternativas de control genético de plagas, arvenses y enfermedades. 3. Evaluar genotipos para la obtención de la variedad regionales.
	Disponer de materiales de siembra de especies agroforestales nativas y agrosilvopastoriles.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Disponer de acceso a los bancos de germoplasma. 2. Promover viveros certificados y de material inocuo. 3. Fortalecer las capacidades a través de capacitación continua y empoderamiento del producto. 4. Desarrollar proyectos medioambientales que permitan la consecución de recursos para la implementación de los sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles.
Sistemas de información, zonificación y georeferenciación	Sistemas de información para la toma de decisiones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incorporar los SIG en el manejo de la información específica según áreas del conocimiento (interdisciplinario) y continuar con el desarrollo y uso de las tecnologías (SICA, plataforma agroclimática y las estaciones agroclimáticas) para la toma de decisiones. 2. Ampliar el rango de acción, ubicación y cobertura de estaciones meteorológicas / agroclimáticas. 3. Fortalecer y establecer herramientas TIC de fácil acceso y de conectividad en el territorio. 4. Agroindustria 4.0 (Agricultura de precisión, inteligencia artificial, internet de las cosas, entre otros relacionados). 5. Desarrollar plataformas para comercialización de producto (oferta y demanda, compra directa, trazabilidad, entre otros)

Socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial	Investigación socioeconómica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar estudios orientados a mejorar la rentabilidad del negocio cafetero relacionado con asistencia técnica-> crédito -> comercialización -> asociatividad. 2. Implementar planes de negocio cafetero. 3. Desarrollar el agroturismo cafetero como fuente de desarrollo e ingreso empresarial del territorio. 4. Investigar, desarrollar e implementar marketing de comercialización en línea. 5. Incentivar y fortalecer las estrategias de asociatividad teniendo en cuenta los beneficios. 6. Realizar estudios de inteligencia competitiva en aspectos sociales (liderazgo, redes, relacionamiento, entre otros). 7. Diseñar mecanismos y estrategias de difusión y transferencia de los proyectos y programas enfocados al desarrollo competitivo y empresarial.
Transferencia de tecnología, asistencia técnica e innovación	Medir la eficacia y nivel de adopción en los procesos de extensión y transferencia de tecnología	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desarrollar actividades de extensión agropecuaria con enfoque en formación de capital social a partir de la vinculación de los cafeteros en los procesos de transferencia y adopción tecnológica. 2. Fomentar la participación de la familia y jóvenes en las actividades cafeteras (empalme generacional). 3. Desarrollar métodos, estrategias y metodologías didácticas activas acorde con las recomendaciones tecnológicas y a las características de contexto. 4. Unificar conceptos y criterios entre las distintas entidades para el desarrollo de procesos de extensión. 5. Evaluar procesos de adopción tecnológica e impacto de las actividades de extensión agropecuaria. 6. Tomar como base los resultados técnicos en cultivo y de investigación obtenidos en el departamento para la asistencia técnica y transferencia de tecnología 7. Articulación entre los actores de las zonas cafeteras encargadas de asistencia técnica y transferencia de tecnología. 8. Evaluar y retroalimentar los procesos de transferencia de tecnología y asistencia y extensión agropecuaria.

Referencias

- Ahrweiler, P. (2017). Agent-based simulation for science, technology, and innovation policy. *Scientometrics*, 110(1), 391–415. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-2105-0>
- Albino, V., Carbonara, N., & Giannoccaro, I. (2006). Innovation in industrial districts: An agent-based simulation model. *International Journal of Production Economics*, 104(1), 30–45. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.12.023>
- Antonelli, C., & Ferraris, G. (2011). Innovation as an emerging system property: An agent based simulation model. *JASSS*, 14(2). <https://doi.org/10.18564/jasss.1741>
- Aplogan, A., Zossou, E., Zoundji, G. C., & Vodouhe, S. D. (2022). Entre abstraction et réalité dans la mise en œuvre du conseil agricole en Afrique subsaharienne: leçons apprises des expériences du département de l'Atlantique au Bénin. *European Journal of Development Research*, 34(2), 1118–1143. <https://doi.org/10.1057/s41287-021-00424-x>
- Archibugi, D., Howells, J., & Michie, J. (1999). Innovation policy in a global economy. In *Cambridge University Press* (Vol. 1). <https://doi.org/10.1108/JEPP-02-2016-0003>
- Aregaw, Y. G., Endris, E. A., & Bojago, E. (2023). Factors Affecting the Competence Level of Agricultural Extension Agents: A Comprehensive Analysis of Core Competencies in Northwestern Ethiopia. *Education Research International*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/7928467>
- Asohofrucol. (2021). El aguacate como oportunidad de negocio a nivel mundial. *Frutas & Hortalizas*, 26–29.
- Ayre, M., Mc Collum, V., Waters, W., Samson, P., Curro, A., Nettle, R., Paschen, J. A., King, B., & Reichelt, N. (2019). Supporting and practising digital innovation with advisers in smart farming. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91(May), 100302. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.05.001>
- Bank, T. W. (2006). Enhancing Agricultural Innovation: How to go beyond the strengthening of research systems. In *World*. http://siteresources.worldbank.org/INTARD/Resources/Enhancing_Ag_Innovation.pdf
- Birner, R., Davis, K., Pender, J., Nkonya, E., Anandajayasekeram, P., Ekboir, J., Mbabu, A., Spielman, D. J., Horna, D., Benin, S., & Cohen, M. (2009). From Best Practice to Best Fit: A Framework for Designing and Analyzing Pluralistic Agricultural Advisory Services Worldwide. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 15(4), 341–355. <https://doi.org/10.1080/13892240903309595>
- Bourne, M., Gassner, A., Makui, P., Muller, A., & Muriuki, J. (2017). A network perspective filling

- a gap in assessment of agricultural advisory system performance. *Journal of Rural Studies*, 50, 30–44. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.12.008>
- Camisón, C., & Forés, B. (2010). Knowledge absorptive capacity: New insights for its conceptualization and measurement. *Journal of Business Research*, 63(7), 707–715. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2009.04.022>
- Camisón, C., & Forés, B. (2014). Capacidad de absorción: antecedentes y resultados. *Economía Industrial*, 391, 13–22.
- Cárdenas- Garcés, A. Y., Giraldo-Ramírez, D. P., Vélez - Acosta, L. M., & Quintero-Ramírez, S. (2020). Análisis de políticas de transferencia de tecnología en la cadena productiva del café en Antioquia. *Revista Lasallista de Investigación*, 17(1), 403–422. <https://doi.org/10.22507/rli.v17n1a16>
- Castellacci, F., & Natera, J. M. (2013). The dynamics of national innovation systems: A panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capacity. *Research Policy*, 42(3), 579–594. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.10.006>
- Chang, P. L., & Shih, H. Y. (2005). Comparing patterns of intersectoral innovation diffusion in Taiwan and China: A network analysis. *Technovation*, 25(2), 155–169. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(03\)00077-4](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(03)00077-4)
- Chaudhary, S. (2019). Knowledge stock and absorptive capacity of small firms: the moderating role of formalization. *Journal of Strategy and Management*, 12(2), 189–207. <https://doi.org/10.1108/JSMA-09-2018-0100>
- Cofre-Bravo, G., Engler, A., Klerkx, L., Leiva-Bianchi, M., Adasme-Berrios, C., & Caceres, C. (2019). Considering the farm workforce as part of farmers' innovative behaviour: A key factor in inclusive on-farm processes of technology and practice adoption. *Experimental Agriculture*, 55(5), 723–737. <https://doi.org/10.1017/S0014479718000315>
- Cofré-Bravo, G., Klerkx, L., & Engler, A. (2019). Combinations of bonding, bridging, and linking social capital for farm innovation: How farmers configure different support networks. *Journal of Rural Studies*, 69(April), 53–64. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2019.04.004>
- Cohen, W., & Levinthal, D. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- Compagnone, C., & Simon, B. (2018). Cooperation and competition among agricultural advisory service providers. The case of pesticides use. *Journal of Rural Studies*, 59(January 2017), 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.01.006>
- Ley 118, 6 (1994).
- Ley 607, 11 páginas. (2000). <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13799>

Decreto 3748, 1 (2004).

Ley 1876, 28 (2017). [https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Leyes/Ley No 1876 de 2017.pdf%0Afile:///C:/Users/user/Dropbox/TESIS/Bibliografía/colombia-sistema-nacional-de-innovacion-agropecuaria.pdf](https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Leyes/Ley%20No%201876%20de%202017.pdf%0Afile:///C:/Users/user/Dropbox/TESIS/Bibliografía/colombia-sistema-nacional-de-innovacion-agropecuaria.pdf)

Contreras, F., Aldeanueva, I., Espinosa, J. C., & Abid, G. (2021). Potential and Realized Absorptive Capacity in Colombian Firms: The Mediating Role of the Organizational Climate for Innovation. *SAGE Open*, 11(4). <https://doi.org/10.1177/21582440211052549>

Cooke, P. (2001). Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy. *Industrial and Corporate Change*, 10(4), 945–974. <https://doi.org/10.1093/icc/10.4.945>

Cooke, P., Uranga, M. G., & Etxebarria, G. (1997). Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. *Research Policy*, 26, 475–491.

Crescenzi, R., & Gagliardi, L. (2018). The innovative performance of firms in heterogeneous environments: The interplay between external knowledge and internal absorptive capacities. *Research Policy*, 47(4), 782–795. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.02.006>

Crespi, T. B., Costa, P. R., Preusler, T. S., & Ruas, R. L. (2020). Analysis of absorptive capacity conditions based on r&d projects. *Revista de Administracao Mackenzie*, 21(5), 1–32. <https://doi.org/10.1590/1678-6971/ERAMR200041>

Crespi, T. B., Da Costa, P. R., Preusler, T. S., & Cirani, C. B. (2022). Absorptive Capacity in a Public Research Company: From Maturity to Scalability. *Brazilian Business Review*, 19(2), 133–152. <https://doi.org/10.15728/bbr.2021.19.2.2>

Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of test. *Psychometrika*, 16(3), 297–334.

DANE, & MADR. (2016). 3er Censo Nacional Agropecuario. Tomo 2 Resultados. In *3er Censo Nacional Agropecuario (Vol. 2)*. <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuaria/CNATomo2-Resultados.pdf>

Denicolai, S., Ramirez, M., & Tidd, J. (2016). Overcoming the false dichotomy between internal R&D and external knowledge acquisition: Absorptive capacity dynamics over time. *Technological Forecasting and Social Change*, 104, 57–65. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.11.025>

Dhiab, H., Labarthe, P., & Laurent, C. (2020). How the performance rationales of organisations providing farm advice explain persistent difficulties in addressing societal goals in agriculture. *Food Policy*, 95(April 2020), 101914. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101914>

Dhraief, M. Z., Bedhief, S., Dhehibi, B., Oueslati-Zlaoui, M., Jebali, O., & Ben-Youssef, S.

- (2019). Factors affecting innovative technologies adoption by livestock holders in arid area of Tunisia. *New Medit*, 18(4), 3–18. <https://doi.org/10.30682/nm1904a>
- Dockès, A. C., Chauvat, S., Correa, P., Turlot, A., & Nettle, R. (2019). Advice and advisory roles about work on farms. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 39(1). <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0547-x>
- Doloreux, D. (2002). What we should know about regional systems. *Technology in Society*, 24, 243–263.
- Doloreux, D., & Porto-Gomez, I. (2017). A review of (almost) 20 years of regional innovation systems research. *European Planning Studies*, 25(3), 371–387. <https://doi.org/10.1080/09654313.2016.1244516>
- dos Santos, J. A., Roldan, L. B., & Loon Loo, M. K. (2021). Clarifying relationships between networking, absorptive capacity and financial performance among South Brazilian farmers. *Journal of Rural Studies*, 84(February), 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.02.011>
- Douthwaite, B., & Hoffecker, E. (2017). Towards a complexity-aware theory of change for participatory research programs working within agricultural innovation systems. *Agricultural Systems*, 155, 88–102. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.04.002>
- Eastwood, C., Ayre, M., Nettle, R., & Dela Rue, B. (2019). Making sense in the cloud: Farm advisory services in a smart farming future. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91(December 2018), 100298. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.04.004>
- Eastwood, C., Klerkx, L., Ayre, M., & Dela Rue, B. (2019). Managing Socio-Ethical Challenges in the Development of Smart Farming: From a Fragmented to a Comprehensive Approach for Responsible Research and Innovation. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 32(5–6), 741–768. <https://doi.org/10.1007/s10806-017-9704-5>
- Edquist, C. (1997). Systems of innovation. Technologies, institutions and organizations. In *Taylor and Francis Groups*.
- Ekboir, J. M., & Vera-Cruz, A. O. (2012). Intermediary organisations to foster the agricultural system of innovation: The Mexican Produce Foundation. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, 5(1–2), 111–125. <https://doi.org/10.1504/IJTLID.2012.044879>
- Elahi, E., Abid, M., Zhang, L., ul Haq, S., & Sahito, J. G. M. (2018). Agricultural advisory and financial services; farm level access, outreach and impact in a mixed cropping district of Punjab, Pakistan. *Land Use Policy*, 71(December 2017), 249–260. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.12.006>

- Enciso, K., Triana, N., Díaz, M., & Burkart, S. (2022). On (Dis)Connections and Transformations: The Role of the Agricultural Innovation System in the Adoption of Improved Forages in Colombia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5(January).
<https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.741057>
- Esparza Rodríguez, S. A., Martínez-Arroyo, J. A., García Tapia, G., & Guerrero Dávalos, C. (2020). Modelo de variables endógenas y exógenas de competitividad organizacional. *Ciencia y Universidad*, 40, 5–28.
http://www.revistasuas.com/index.php/Ciencia_y_Universidad/article/view/24
- EU SCAR. (2012). Agricultural Knowledge and Innovation Systems in Transition – a reflection paper. In *European Commission*. <https://doi.org/10.2777/34991>
- Faure, G., & Compagnone, C. (2011). Les transformations du conseil face à une nouvelle agriculture. *Cahiers Agricultures*, 20(5), 321–326. <https://doi.org/10.1684/agr.2011.0523>
- Faure, G., & Compagnone, C. (2019). Transforming advisory services to meet new farming needs. *Cahiers Agricultures*. <https://doi.org/10.1684/agr.2011.0523>
- Faure, G., Desjeux, Y., & Gasselín, P. (2012). New Challenges in Agricultural Advisory Services from a Research Perspective: A Literature Review, Synthesis and Research Agenda. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 18(5), 461–492.
<https://doi.org/10.1080/1389224X.2012.707063>
- Fedecacao. (2020). *Cadena productiva de Cacao en Colombia. Un análisis del sector con enfoque de cadena*.
- Fedecacao. (2022). *Caracterización de productores de Cacao 2017-2021*.
- Fedecacao. (2023). *Federación Nacional de Cacaoteros - Fondo Nacional del Cacao*. Fondo Nacional Del Cacao. <https://www.fedecacao.com.co/fondo-nacional-del-cacao>
- Ferreras-Méndez, J. L., Newell, S., Fernández-Mesa, A., & Alegre, J. (2015). Depth and breadth of external knowledge search and performance: The mediating role of absorptive capacity. *Industrial Marketing Management*, 47, 86–97.
<https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2015.02.038>
- Fielke, S., Garrard, R., Jakku, E., Fleming, A., Wiseman, L., & Taylor, B. (2019). Conceptualising the DAIS: Implications of the ‘Digitalisation of Agricultural Innovation Systems’ on technology and policy at multiple levels. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, April, 100296. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.04.002>
- Fielke, Simon, Taylor, B., & Jakku, E. (2020). Digitalisation of agricultural knowledge and advice networks: A state-of-the-art review. *Agricultural Systems*, 180(November 2019), 102763.
<https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.102763>

- FNCC. (2021). Informe de Gestión 2021. In *Federación Nacional de Cafeteros de Colombia*.
<https://federaciondecafeteros.org/app/uploads/2022/05/IG-2021-FNC-Web.pdf>
- FNCC. (2023). *Fondo Nacional del Café*. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia.
- Fukugawa, N. (2019). Determinants and impacts of public agricultural research: product-level evidence from agricultural Kohsetsushi in Japan. *Scientometrics*, 120(3), 1475–1498.
<https://doi.org/10.1007/s11192-019-03158-0>
- Gava, O., Favilli, E., Bartolini, F., & Brunori, G. (2017). Knowledge networks and their role in shaping the relations within the Agricultural Knowledge and Innovation System in the agroenergy sector. The case of biogas in Tuscany (Italy). *Journal of Rural Studies*, 56, 100–113. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.09.009>
- Gboko, K., Faure, G., & Ruf, F. (2021). Does privatizing advisory services guarantee better services? Evidence from advisory services pertaining to cocoa certification in Côte d'Ivoire. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 27(3), 307–323.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/1389224X.2020.1851269>
- Gilsing, V., & Nooteboom, B. (2006). Exploration and exploitation in innovation systems: The case of pharmaceutical biotechnology. *Research Policy*, 35(1), 1–23.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.06.007>
- Gómez- Cruz, N. A. (2018). Simulación basada en agentes: una metodología para el estudio de sistemas complejo. In M. L. Eschenhagen, G. Velez, C. E. Maldonado, & G. Guerrero (Eds.), *Construcción de problemas de investigación: diálogos entre el interior y el exterior* (Universida, pp. 230–268). <https://doi.org/10.2307/j.ctvfc5506.12>
- Gutiérrez- Cano, L., Zartha-Sossa, J. W., Orozco- Mendoza, G., Suárez-Guzmán, L., Agudelo-Tapasco, D., & Quintero-Saavedra, J. (2023). Agricultural innovation system: analysis from the subsystems of R&D, training, extension, and sustainability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7(July), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1176366>
- Heindl, A., & Liefner, I. (2019). The Analytic Hierarchy Process as methodological contribution to improve regional innovation system research: Explored through comparative research in China. *Technology in Society*, 59(September), 101–197.
<https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.101197>
- Hermans, F., Klerkx, L., & Roep, D. (2015). Structural Conditions for Collaboration and Learning in Innovation Networks: Using an Innovation System Performance Lens to Analyse Agricultural Knowledge Systems. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 21(1), 35–54. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2014.991113>
- Hermans, F., Stuiver, M., Beers, P. J., & Kok, K. (2013). The distribution of roles and functions

- for upscaling and outscaling innovations in agricultural innovation systems. *Agricultural Systems*, 115, 117–128. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.09.006>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (McGRAW-HIL).
- Herrera, B., Gerster-Bentaya, M., Tzouramani, I., & Knierim, A. (2019). Advisory services and farm-level sustainability profiles: an exploration in nine European countries. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 25(2), 117–137. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2019.1583817>
- Hinkelmann, K., & Kempthorne, O. (2007). *Design and analysis of experiments Vol I. Introduction to experimental design, second edn.* (Jhon Wiley).
- Holland, J. H. (2004). *El orden de lo oculto, de cómo la adaptación crea la complejidad* (Fondo de C).
- Holland, J. H. (2006). Studying complex adaptive systems. *Journal of Systems Science and Complexity*, 19(1), 1–8. <https://doi.org/10.1007/s11424-006-0001-z>
- Howells, J. (1999). Regional systems of innovation? In *Innovation policy in a global economy* (pp. 67–93).
- Howells, J. (2006). Intermediation and the role of intermediaries in innovation. *Research Policy*, 35(7), 715–728.
- Hurtado De Barrera, J. (2000). *Metodología de la investigación Holística* (SYPAL).
- Iammarino, S. (2005). An Evolutionary Integrated View of Regional Systems of Innovation : Concepts , Measures and Historical Perspectives. *European Planning Studies*, 13(4), 497–519. <https://doi.org/10.1080/09654310500107084>
- ICA. (2021). *PREDIOS AGUACATE HASS REGISTRADOS*.
- IGAC. (2016). *Estudio de aptitud de los suelos para seguridad alimentaria en Colombia*.
- Ingram, J. (2008). Agronomist-farmer knowledge encounters: An analysis of knowledge exchange in the context of best management practices in England. *Agriculture and Human Values*, 25(3), 405–418. <https://doi.org/10.1007/s10460-008-9134-0>
- ITC. (2023). *Trade Map*. Estadística Exportaciones. <https://www.trademap.org/Index.aspx>
- Jamjumrus, T., Chamchoy, W., & Jermstittiparsert, K. (2019). The influence of organizational factors on the ability and skills of agricultural extension providers of Thailand. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 7(2), 52–70.
- Jansen, J., Tempelaar, M., & Van Den Bosch, F. (2009). Structural differentiation and ambidexterity: The mediating role of integration mechanisms. *Organization Science*, 20(4), 999–1015.

- Jansen, J., Van Den Bosch, F., & Volberda, H. (2005). Managing potential and realized absorptive capacity: How do organizational antecedents matter? *Academy of Management Journal*, 48(6), 999–1015. <https://doi.org/10.5465/AMJ.2005.19573106>
- Jianhua, L., Wenrong, L., & Xialong, X. (2008). Research on agent-based simulation method for innovation system. *Proceedings of International Conference of Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, ICII, 2*, 431–434.
- Joffre, O. M., De Vries, J. R., Klerkx, L., & Poortvliet, P. M. (2020). Why are cluster farmers adopting more aquaculture technologies and practices? The role of trust and interaction within shrimp farmers' networks in the Mekong Delta, Vietnam. *Aquaculture*, 523(February), 735181. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735181>
- Joffre, O. M., Poortvliet, P. M., & Klerkx, L. (2019). To cluster or not to cluster farmers? Influences on network interactions, risk perceptions, and adoption of aquaculture practices. *Agricultural Systems*, 173(July 2018), 151–160. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.02.011>
- Jomantas, Š., Munthali, N., van Paassen, A., Almekinders, C., Wood, A., Alokita, C., Oppong-Mensah, B., Ochilo, W., & Romney, D. (2021). Mobilising knowledge sharing in the agricultural advisory system. In D. Ludwig, B. Boogaard, P. Macnaghten, & C. Leewis (Eds.), *The Politics of Knowledge in Inclusive Development and Innovation* (pp. 227–240). <https://doi.org/10.4324/9781003112525-20>
- Kamara, L. I., Dorward, P., Lalani, B., & Wauters, E. (2019). Unpacking the drivers behind the use of the Agricultural Innovation Systems (AIS) approach: The case of rice research and extension professionals in Sierra Leone. *Agricultural Systems*, 176, 102673. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102673>
- Klerkx, L. (2020). Advisory services and transformation, plurality and disruption of agriculture and food systems: towards a new research agenda for agricultural education and extension studies. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 26(2), 131–140. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2020.1738046>
- Klerkx, L., Aarts, N., & Leeuwis, C. (2010). Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. *Agricultural Systems*, 103(6), 390–400. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.03.012>
- Klerkx, L., Hall, A., & Leeuwis, C. (2009). Strengthening agricultural innovation capacity: Are innovation brokers the answer? *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 8(5–6), 409–438. <https://doi.org/10.1504/IJARGE.2009.032643>
- Klerkx, L., & Leeuwis, C. (2008a). Balancing multiple interests: Embedding innovation intermediation in the agricultural knowledge infrastructure. *Technovation*, 28(6), 364–378.

- <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2007.05.005>
- Klerkx, L., & Leeuwis, C. (2008b). Matching demand and supply in the agricultural knowledge infrastructure: Experiences with innovation intermediaries. *Food Policy*, 33(3), 260–276. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2007.10.001>
- Klerkx, L., & Leeuwis, C. (2009). Establishment and embedding of innovation brokers at different innovation system levels: Insights from the Dutch agricultural sector. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(6), 849–860. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.10.001>
- Klerkx, L., Petter Stræte, E., Kvam, G. T., Ystad, E., & Butli Hårstad, R. M. (2017). Achieving best-fit configurations through advisory subsystems in AKIS: case studies of advisory service provisioning for diverse types of farmers in Norway. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 23(3), 213–229. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2017.1320640>
- Klerkx, L., & Proctor, A. (2013). Beyond fragmentation and disconnect: Networks for knowledge exchange in the English land management advisory system. *Land Use Policy*, 30(1), 13–24. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.02.003>
- Klerkx, L., Schut, M., Leeuwis, C., & Kilelu, C. (2012). Advances in knowledge brokering in the agricultural sector: Towards innovation system facilitation. *IDS Bulletin*, 43(5), 53–60. <https://doi.org/10.1111/j.1759-5436.2012.00363.x>
- Klerkx, L., Van Mierlo, B., & Cees, L. (2012). Evolution of systems approaches to agricultural innovation: concepts, analysis and interventions. In *Farming Systems Research into the 21st Century: The New Dynamic* (Issue May 2014, pp. 457–483). <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4503-2>
- Knierim, A., Boenning, K., Caggiano, M., Cristóvão, A., Dirimanova, V., Koehnen, T., Labarthe, P., & Prager, K. (2015). The AKIS concept and its relevance in selected EU member states. *Outlook on Agriculture*, 44(1), 29–36. <https://doi.org/10.5367/oa.2015.0194>
- Knierim, A., Kernecker, M., Erdle, K., Kraus, T., Borges, F., & Wurbs, A. (2019). Smart farming technology innovations – Insights and reflections from the German Smart-AKIS hub. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91(November 2018), 100314. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100314>
- Knierim, A., Labarthe, P., Laurent, C., Prager, K., Kania, J., Madureira, L., & Ndah, T. (2017). Pluralism of agricultural advisory service providers – Facts and insights from Europe. *Journal of Rural Studies*, 55, 45–58. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.07.018>
- Knoppen, D., Saris, W., & Moncagatta, P. (2022). Absorptive capacity dimensions and the measurement of cumulateness. *Journal of Business Research*, 139(September 2021),

- 312–324. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.09.065>
- Korber, M., & Paier, M. (2014). R&D networks and regional knowledge production: An agent-based simulation of the austrian competence centres programme. *Economy of Region*, 2(2), 264–275. <https://doi.org/10.17059/2014-2-26>
- Krafft, J., Höckert, J., Ljung, M., Lundberg, S., & Kolstrup, C. L. (2021). Delivering too much, too little or off target—possible consequences of differences in perceptions on agricultural advisory services. In *Agriculture and Human Values*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s10460-021-10239-5>
- Labarthe, P., & Laurent, C. (2013a). Privatization of agricultural extension services in the EU: Towards a lack of adequate knowledge for small-scale farms? *Food Policy*, 38(1), 240–252. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.10.005>
- Labarthe, P., & Laurent, C. (2013b). The importance of the Back-office for Farme Advisory services. *EuroChoices*, 12(1), 21–26.
- Lamprinopoulou, C., Renwick, A., Klerkx, L., Hermans, F., & Roep, D. (2014). Application of an integrated systemic framework for analysing agricultural innovation systems and informing innovation policies: Comparing the Dutch and Scottish agrifood sectors. *Agricultural Systems*, 129, 40–54. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.05.001>
- Landini, F. (2020). What does ‘quality’ mean in the context of rural extension and advisory services? *Agronomia Colombiana*, 38(1), 141–155. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v38n1.81738>
- Landini, F. (2021a). Cambios en la comprensión del propio rol de extensionista a partir de la experiencia: un estudio latinoamericano. *Revista de Economía e Sociología Rural*, 59(2). <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.224267>
- Landini, F. (2021b). How do rural extension agents learn? Argentine practitioners’ sources of learning and knowledge. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 27(1), 35–54. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2020.1780140>
- Landini, F., Turner, J., Davis, K., Percy, H., & Van Niekerk, J. (2021). International comparison of extension agent objectives and construction of a typology. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 0(0), 1–23. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2021.1936091>
- Lane, P. J., Koka, B. R., & Pathak, S. (2006). The reification of absorptive capacity: A critical review and rejuvenation of the construct. *Academy of Management Review*, 31(4), 833–863. <https://doi.org/10.5465/AMR.2006.22527456>
- Lane, P. J., & Lubatkin, M. (1998). Relative absorptive capacity and interorganizational learning. *Strategic Management Journal*, 19(5), 461–477. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-)

- 0266(199805)19:5<461::aid-smj953>3.3.co;2-c
- Lau, A. K. W., & Lo, W. (2015). Regional innovation system, absorptive capacity and innovation performance: An empirical study. *Technological Forecasting and Social Change*, 92, 99–114. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2014.11.005>
- Laurent, C., Nguyen, G., Triboulet, P., Ansaloni, M., Bechtet, N., & Labarthe, P. (2022). Institutional continuity and hidden changes in farm advisory services provision: evidence from farmers' microAKIS observations in France. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 28(5), 601–624. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2021.2008996>
- Leewis, C., & Ban, A. W. van dem. (2004). *Communication for Rural Innovation: Rethinking agricultural extension* (Oxford: Blackwell Publishing Ltd (ed.)).
- Leloup, H., Bulten, E., Elzen, B., Prazan, J., & Zarokosta, E. (2022). Socio-Technical Scenarios as a Tool to Improve Farm Advisory Services. *EuroChoices*, 21(1), 32–39. <https://doi.org/10.1111/1746-692X.12351>
- Levitt, T. (1960). Marketing Myopia. *Harvard Business Review*, 45–56.
- Li, L., Xie, J., Wang, R., Su, J., & Sindakis, S. (2019). The Partner Selection Modes for Knowledge-Based Innovation Networks: A Multiagent simulation. *IEEE*.
- Liao, C., Ross, H., Jones, N., & Palaniappan, G. (2023). System lacks systems thinking: Top-down organization and actor agency in China's agricultural extension system. *Systems Research and Behavioral Science*, July 2022, 1–18. <https://doi.org/10.1002/sres.2943>
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitude. *Archives of Psychology*, 140, 5–55. <https://doi.org/10.4135/9781412961288.n454>
- Lima, S., Gomes de Castro, A., Mengo, O., Medina, M., Maestrey, A., Trujillo, V., & Otros. (2001). La dimensión de entorno en la construcción de sostenibilidad institucional. *Agroalimentaria*, 7(14), 115–116.
- Listiana, I., Rangga, K. K., Agustina, A., Nurmayasari, I., Jimad, H., & Ariyanto, D. (2023). The effect of field agricultural extension roles on the capacity level of rice farmers in Pesawaran Regency, Lampung, Indonesia. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 13(2), 106–112. <https://doi.org/10.55493/5005.v13i2.4776>
- Lorscheid, I., Heine, B. O., & Meyer, M. (2012). Opening the “Black Box” of Simulations: Increased Transparency and Effective Communication Through the Systematic Design of Experiments. *Computational and Mathematical Organization Theory*, 18(1), 22–62. <https://doi.org/10.1007/s10588-011-9097-3>
- Lundvall, B. (1992). *National systems of Innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning* (Pinter).

- Lundvall, B. (1999). Technology policy in the learning. In *Innovation policy in a global economy* (pp. 19–34).
- MADR. (2003). *Asistencia técnica directa rural. Explicación y texto de la Ley 607 de 2000*.
- MADR. (2021a). *Cadena de Aguacate. Cifras Sectoriales*.
[https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Documentos/2021-03-31 Cifras Sectoriales.pdf](https://sioc.minagricultura.gov.co/Aguacate/Documentos/2021-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf)
- MADR. (2021b). *Cadena de Cacao. Cifras Sectoriales*. In *Dirección de cadenas agrícolas y forestales*. [https://sioc.minagricultura.gov.co/Cacao/Documentos/2021-03-31 Cifras Sectoriales.pdf](https://sioc.minagricultura.gov.co/Cacao/Documentos/2021-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf)
- MADR. (2021c). *Cadena de Café. Cifras sectoriales*. In *Dirección de cadenas agrícolas y forestales*. [https://sioc.minagricultura.gov.co/Cafe/Documentos/2019-03-30 Cifras Sectoriales.pdf](https://sioc.minagricultura.gov.co/Cafe/Documentos/2019-03-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf)
- MADR, & UPRA. (2021). *Evaluaciones Agropecuarias Municipales. 2019-2021*.
- Madureira, L., & Ferreira, D. (2019). Actors, Roles and Interactions in Agricultural innovation networks: The case of the Portuguese Cluster of Small Frutis. *New Metropolitan Perspectives*, 100(September 2018), 0–8. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92099-3>
- Magala, D. B., Najjingo Mangheni, M., & Miuro, R. F. (2019). Actor social networks as knowledge sharing mechanisms in multi-stakeholder processes: a case of coffee innovation platforms of Uganda. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 25(4), 323–336.
<https://doi.org/10.1080/1389224X.2019.1629971>
- Martinkenaite, I., & Breunig, K. J. (2016). The emergence of absorptive capacity through micro-macro level interactions. *Journal of Business Research*, 69(2), 700–708.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.08.020>
- Mayorga-Ponce, R., Graciano-Ventura, D., Martínez-Hernández, A., Moctezuma- Jiménez, P., Pérez- Galindo, B., & Roldan- Carpio, A. (2022). Cuadro comparativo de Análisis Paramétrico y No Paramétrico. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de La Salud Universidad Autónoma Del Estado de Hidalgo*, 10(20), 90–93.
<https://doi.org/10.29057/icsa.v10i20.9143>
- Metcalfe, S., & Ramlogan, R. (2008). Innovation systems and the competitive process in developing economies. *Quarterly Review of Economics and Finance*, 48(2), 433–446.
<https://doi.org/10.1016/j.qref.2006.12.021>
- Micheels, E. T., & Nolan, J. F. (2016). Examining the effects of absorptive capacity and social capital on the adoption of agricultural innovations: A Canadian Prairie case study. *Agricultural Systems*, 145, 127–138. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2016.03.010>
- MinCIT. (2023). *Perfiles económicos departamentales: Departamento del Tolima*.

- Minh, T. T. (2019). Unpacking the systemic problems and blocking mechanisms of a regional agricultural innovation system: An integrated regional-functional-structural analysis. *Agricultural Systems*, 173(February 2018), 268–280. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.03.009>
- Moreira, V. F., Hervas-Oliver, J. L., Chim-Miki, A. F., & De Moraes, W. F. A. (2019). Global pipelines and absorptive capacity: Insights from the clustered firms at São Francisco River Valley. *International Journal of Knowledge-Based Development*, 10(4), 297–314. <https://doi.org/10.1504/IJKBD.2019.105123>
- Morris-King, J., & Yilmaz, L. (2013). Toward an agent-based ecological model of the triple-helix theory of innovation dynamics. *Simulation Series*, 45(11), 80–87.
- Munthali, N., van Paassen, A., Leeuwis, C., Leeuwis, C., van Lammeren, R., Aguilar-Gallegos, N., & Oppong-Mensah, B. (2021). Social media platforms, open communication and problem solving in the back-office of Ghanaian extension: a substantive, structural and relational analysis. *Agricultural Systems*, 190(February), 103123. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103123>
- Nätti, S., Hurmelinna-Laukkanen, P., & Johnston, W. J. (2014). Absorptive capacity and network orchestration in innovation communities - promoting service innovation. *Journal of Business and Industrial Marketing*, 29(2), 173–184. <https://doi.org/10.1108/JBIM-08-2013-0167>
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación. Cuantitativa - Cualitativa y redacción de tesis*. (Ediciones).
- Nettle, R., Ayre, M., King, B., La, N., Paschen, J., Reichelt, N., & Smith, E. (2018). The advisory and extension system in Australia: Opportunities for strength in pluralism. *European IFSA Symposium, July*, 1–15. <http://rirg.fvas.unimelb.edu.au/ag->
- Nettle, R., Crawford, A., & Brightling, P. (2018). How private-sector farm advisors change their practices: An Australian case study. *Journal of Rural Studies*, 58(March 2017), 20–27. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.12.027>
- Nikam, V., Ashok, A., & Kale, R. B. (2022). The functionality of agricultural extension and advisory services from a system perspective: a subnational level analysis in India. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 1–25. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2022.2117212>
- Niu, C., & Ragasa, C. (2018). Selective attention and information loss in the lab-to-farm knowledge chain: The case of Malawian agricultural extension programs. *Agricultural Systems*, 165(June), 147–163. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.06.003>
- Pace, L. A., & Miles, I. (2020). The influence of KIBS-client interactions on absorptive capacity-

- building for environmental innovation. *European Journal of Innovation Management*, 23(4), 553–580. <https://doi.org/10.1108/EJIM-01-2019-0026>
- Paschen, J. A., Reichelt, N., King, B., Ayre, M., & Nettle, R. (2017). Enrolling advisers in governing privatised agricultural extension in Australia: challenges and opportunities for the research, development and extension system. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 23(3), 265–282. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2017.1320642>
- Ponsiglione, C., Quinto, I., & Zollo, G. (2018). Regional innovation systems as complex adaptive systems: The case of lagging European regions. *Sustainability (Switzerland)*, 10(8), 1–19. <https://doi.org/10.3390/su10082862>
- Prager, K., & Creaney, R. (2017). Achieving on-farm practice change through facilitated group learning: Evaluating the effectiveness of monitor farms and discussion groups. *Journal of Rural Studies*, 56, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.09.002>
- Prager, K., Creaney, R., & Lorenzo-Arribas, A. (2017). Criteria for a system level evaluation of farm advisory services. *Land Use Policy*, 61, 86–98. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.11.003>
- Prager, K., Labarthe, P., Caggiano, M., & Lorenzo-Arribas, A. (2016). How does commercialisation impact on the provision of farm advisory services? Evidence from Belgium, Italy, Ireland and the UK. *Land Use Policy*, 52, 329–344. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.12.024>
- Pyka, A., Gilbert, N., & Ahrweiler, P. (2007). Simulating knowledge-generation and distribution processes in innovation collaborations and networks. *Cybernetics and Systems*, 38(7), 667–693. <https://doi.org/10.1080/01969720701534059>
- Pyka, A., Mueller, M., & Kudic, M. (2018). Regional innovation systems in policy laboratories. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 4(4), 1–18. <https://doi.org/10.3390/joitmc4040044>
- Quintero- Ramírez, S. (2016). *Aprendizaje en los sistemas regionales de innovación: Un modelo basado en agentes*.
- Quintero-Ramírez, S., Giraldo-Ramírez, D., Marín- Sánchez, B., & Cubillos- Jiménez, S. (2020). *Medición de capacidades tecnológicas para la innovación en la cadena productiva agrícola*.
- Quintero, S., & Giraldo, D. (2018). El aprendizaje en los sistemas regionales de innovación, desde la perspectiva de la modelación basado en agentes. In *Universidad Pontificia Bolivariana*.
- Quintero, S., & Robledo, J. (2013). El Aprendizaje como Propiedad Emergente en los Sistemas Regionales de Innovación. *XV Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión 2013*, 1–16.

- Quintero, S., Ruiz, W. L., & Robledo, J. (2017). Learning in the Regional Innovation Systems: An Agent Based Model. *Cuadernos de Administración*, 33(57).
<https://doi.org/10.25100/cdea.v33i57.4535>
- Ramírez-Gómez, C., & Cuevas-Reyes, V. (2023). Redes de información y sistemas de innovación agrícolas: hacia un nuevo enfoque de la extensión rural local. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 23(1), 157–178. <https://doi.org/10.7201/earn.2023.01.06>
- Ramírez-Gómez, C., & Turner, J. (2023). Scenarios to promote territorial innovation systems in agri-food value chains: case of cocoa in Colombia. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2023.2223534>
- Reed, G., & Hickey, G. M. (2016). Contrasting innovation networks in smallholder agricultural producer cooperatives: Insights from the Niayes Region of Senegal. *Journal of Co-Operative Organization and Management*, 4(2), 97–107.
<https://doi.org/10.1016/j.jcom.2016.09.001>
- Resnick, M. (2001). Tortugas, termitas y atascos de tráfico: exploraciones sobre micromundos masivamente paralelos. In E. S. . Gedisa (Ed.), *Gedisa* (Vol. 37).
- Rijswijk, K., Klerkx, L., & Turner, J. A. (2019). Digitalisation in the New Zealand Agricultural Knowledge and Innovation System: Initial understandings and emerging organisational responses to digital agriculture. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91(October), 100313. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100313>
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovatios* (5 ed.) (Free Press).
- Rose, D. C., Morris, C., Lobley, M., Winter, M., Sutherland, W. J., & Dicks, L. V. (2018). Exploring the spatialities of technological and user re-scripting: The case of decision support tools in UK agriculture. *Geoforum*, 89(January), 11–18.
<https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2017.12.006>
- Rothwell, R. (1994). Towards the Fifth-generation Innovation process. *International Marketing Review*, 11(1), 7–31.
- Ruiz- Castañeda, W. (2015). *Análisis del impacto de los intermediarios en los sistemas de innovación: Una propuesta desde el modelado basado en agentes*.
- Ruiz-Castañeda, W., Quintero-Ramírez, S., & Robledo-Velásquez, J. (2016). Impacto de los Intermediarios en los Sistemas de Innovación TT - Impact of Intermediaries in Innovation Systems. *Journal of Technology Management & Innovation*, 11(2), 130–138.
<https://doi.org/10.4067/S0718-27242016000200013>
- Sancho-Zamora, R., Gutiérrez-Broncano, S., Hernández-Perlino, F., & Peña-García, I. (2021). A Multidimensional Study of Absorptive Capacity and Innovation Capacity and Their Impact

- on Business Performance. *Frontiers in Psychology*, 12(October).
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.751997>
- Sargent, R. G. (2011). Verification and validation of simulation models. *Proceedings - Winter Simulation Conference*, 166–183. <https://doi.org/10.1109/WSC.2010.5679166>
- Savic, M., Lawton Smith, H., & Bournakis, I. (2020). Innovation and external knowledge sources in knowledge intensive business services (KIBS): evidence from de-industrialized UK regions. *Entrepreneurship and Regional Development*, 32(9–10), 805–826.
<https://doi.org/10.1080/08985626.2020.1789751>
- Senger, F., & Hartwig, J. (2016). Combination of an evolutionary agent-based model of transitions in shipping technologies with a system dynamics expectations formulation. *Proceedings - Winter Simulation Conference*, 3700–3701.
- Skaalsveen, K., Ingram, J., & Urquhart, J. (2020). The role of farmers' social networks in the implementation of no-till farming practices. *Agricultural Systems*, 181(March), 102824.
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102824>
- Stræte, E. P., Hansen, B. G., Ystad, E., & Kvam, G. T. (2022). Social integration mechanisms to strengthen absorptive capacity in agricultural advisory service organisations. *Journal of Agricultural Education and Extension*. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2022.2117214>
- Tarantini, E. ., & Landini, F. (2023). El rol que desempeña el investigador en el marco de los procesos de innovación agropecuaria : tensión entre las prácticas reales e ideales en el noreste argentino. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 20.
- Teece, D. J. (1988). Technological change and the nature of the firm. In *Technical change and economic theory*.
- Teece, D., & Pisano, G. (1994). The dynamic capabilities of firms: An introduction. *Industrial and Corporate Change*, 3(3), 537–556. <https://doi.org/10.1093/icc/3.3.537-a>
- Thiele, J. C., Kurth, W., & Grimm, V. (2014). Facilitating parameter estimation and sensitivity analysis of Agent-based models: A cookbook using Netlogo and R. *Jasss*, 17(3), 11.
- Todorova, G., & Durisin, B. (2007). Absorptive Capacity : Valuing a Reconceptualization Linked references are available on JSTOR for this article : NOTE ABSORPTIVE CAPACITY : VALUING A. *Academy of Management Review*, 32(3), 774–786.
- Tödttling, F., & Tripl, M. (2005). One size fits all?: Towards a differentiated regional innovation policy approach. *Research Policy*, 34(8), 1203–1219.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.01.018>
- Turner, J. A., Klerkx, L., White, T., Nelson, T., Everett-Hincks, J., Mackay, A., & Botha, N. (2017). Unpacking systemic innovation capacity as strategic ambidexterity: How projects

- dynamically configure capabilities for agricultural innovation. *Land Use Policy*, 68(January), 503–523. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.07.054>
- Turner, J. A., Landini, F., Percy, H., & Gregolin, M. (2021). Advisor understanding of their roles in the advisory system: a comparison of governance structures in Argentina, Australia, Brazil, and New Zealand. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 0(0), 1–26. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2021.1944233>
- Turner, J. A., Williams, T., Nicholas, G., Foote, J., Rijswijk, K., Barnard, T., Beechener, S., & Horita, A. (2017). Triggering system innovation in agricultural innovation systems: Initial insights from a community for change in New Zealand. *Outlook on Agriculture*, 46(2), 125–130. <https://doi.org/10.1177/0030727017708500>
- UPRA, & Gobernación del Tolima. (2021). *Plan de ordenamiento productivo y social de la propiedad rural Tolima*.
- Uribe-Gómez, J., Giraldo-Ramírez, D., Gallón-Londoño, L., Fernandez-Ledesma, J., & Quintero-Ramírez, S. (2019). Analysis of dynamics, structures and agent relationships in Regional Innovation Systems. *Estudios Gerenciales*, 35(153), 379–387. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2019.153.3231>
- Uyarra, E. (2010). What is evolutionary about “regional systems of innovation” Implications for regional policy. *Journal of Evolutionary Economics*, 20, 115–137. <https://doi.org/10.1007/s00191-009-0135-y>
- van Lente, H., Boon, W. P. C., & Klerkx, L. (2020). Positioning of systemic intermediaries in sustainability transitions: Between storylines and speech acts. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 36(February), 485–497. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2020.02.006>
- Weyori, A. E., Amare, M., Garming, H., & Waibel, H. (2018). Agricultural innovation systems and farm technology adoption: findings from a study of the Ghanaian plantain sector. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 24(1), 65–87. <https://doi.org/10.1080/1389224X.2017.1386115>
- Windrum, P., Fagiolo, G., & Moneta, A. (2007). Empirical validation of agent-based models: Alternatives and prospects. *Jasss*, 10(2).
- Yu, S. H. (2013). Social capital, absorptive capability, and firm innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(7), 1261–1270. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.12.005>
- Zahra, S. A., & George, G. (2002). Absorptive Capacity: A Review, Reconceptualization, and Extension. *The Academy of Management Review*, 27(2), 185. <https://doi.org/10.2307/4134351>

Zossou, E., Arouna, A., Diagne, A., & Agboh-Noameshie, R. A. (2019). Learning agriculture in rural areas: the drivers of knowledge acquisition and farming practices by rice farmers in West Africa. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 1–17.

<https://doi.org/10.1080/1389224X.2019.1702066>