

“Knowledge for the betterment of humankind,” Reif (2022)

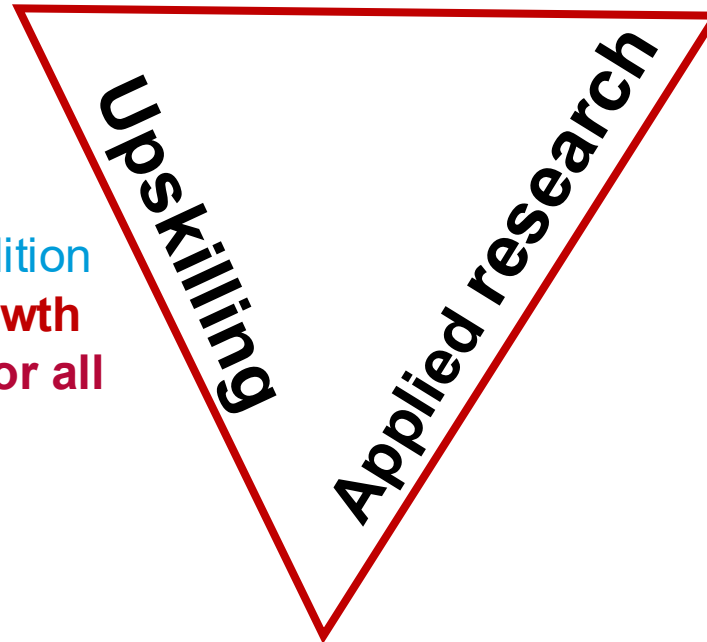


# Our visions are synergetic and complementary —



- Fair global economy
- **Free from poverty and hunger**
- Industry, innovation, and value addition
- Drive **progress and inclusive growth**
- Delivering peace and **prosperity for all**

R&D+i



- Adding value to the Global South Hemisphere
- **Combat food malnutrition and food waste**
- Logistics for **sustainable development**
- **G-local value chains**
- Developing **long-term, resilient logistics capabilities in vulnerable communities**



**MIT GRADUATE CERTIFICATE IN**  
LOGISTICS & SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

*Educational program focused on training professionals in state-of-the-practice knowledge **to solve real problems from EME***

# Why is the MIT GCLOG program? —

Hybrid, high-quality, and flexible program focused on AI, SCM, strategy, etc.

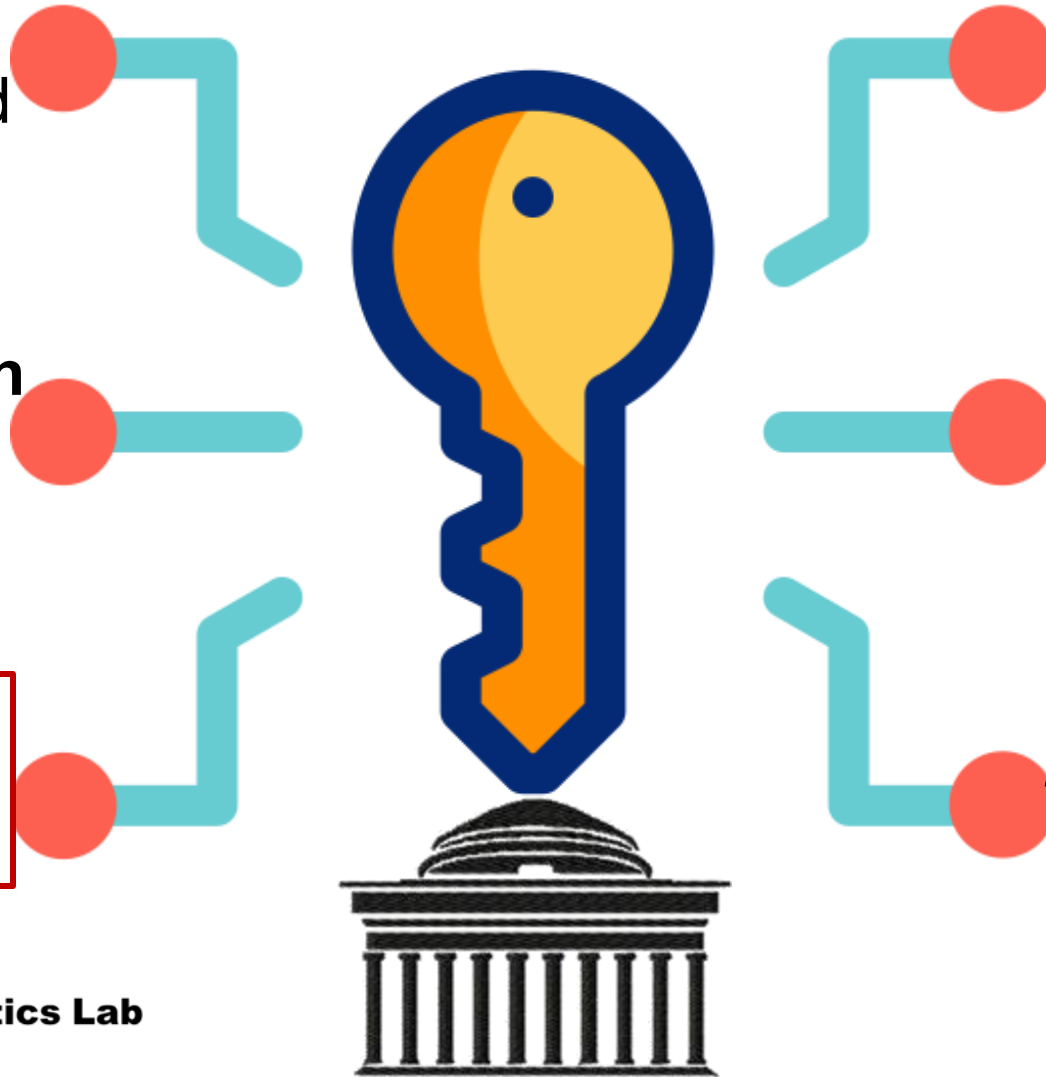
**#1 graduate program in SCM worldwide (EdUniversal, 2025)**

*Applied knowledge to solve problems via capstone projects in EME*

3 years working experience  
Undergraduate studies completed!

Yearly offered  
Run from mid-May to the end of January

*Be part of the MIT alumni community*



**MIT** Emerging Market Economies Logistics Lab



MIT GRADUATE CERTIFICATE IN LOGISTICS & SUPPLY CHAIN MANAGEMENT





# Massachusetts Institute of Technology

## Marco de Comercio Global para Plantas Medicinales Colombianas

---

Silva, A.L., Priyadarshan, A., Alvarez, L.

Advised by Agudelo, I., Mejia-Argueta, C., Picanço Rodrigues, V.

System Dynamics Analysis of Calendula & Passiflora Supply Chains

# Desbloqueando el potencial bioeconómico de Colombia

Barreras logísticas bloquean a las pymes colombianas de una oportunidad de mercado global de \$4Bi dólares



## Paradoja y la oportunidad de mercado

El potencial de biodiversidad de Colombia sigue desvinculado de **los mercados globales: las pymes representan una cuota insignificante** de la industria de Plantas Medicinales y Aromáticas (MAPs) de 4.000 millones de dólares.



## Brechas en la cadena de suministro

- ⚠️ **Dependencia 100% Terrestre**  
La conectividad por carretera ocupó el puesto 97 (LPI 2023).
- ⚠️ El despaje aduanero impredecible causa impacto y pérdidas en el inventario.



## Alineación institucional crítica

La **frágil coordinación horizontal** y vertical en el ecosistema es la restricción fundamental para un desarrollo industrial a gran escala

**Impacto: Ineficiencias sistémicas**



# Metodología: Un enfoque constructivo



## 1. Mapeo de Stakeholders

Identificaron actores clave: pymes, procesadores, exportadores e instituciones como ProColombia.



## 2. Recogida de datos

Entrevistas semiestructuradas con 5 pymes y expertos. Analizó datos de LPI y comercio.



## 3. Dinámica de sistemas

Desarrolló diagramas de bucles causales (CLD) para modelar retroalimentación y retardos.



## 4. Validación

Marco aplicado a dos estudios de caso específicos: Caléndula y Pasiflora.

# Estudios de caso: dos arquetipos distintos



## **Calendula officinalis**

### **Arquetipo: Compliance Intensive**

La demanda está impulsada por los cosméticos y las aplicaciones temáticas. El éxito depende de una documentación rigurosa, la certificación ecológica y el cumplimiento de los estándares GMP de la UE. **El enfoque logístico está en la trazabilidad.**



## **Passiflora incarnata**

### **Arquetipo: Perishability Sensitive**

Utilizado en nutracéuticos para propiedades calmantes. Alta fragilidad postcosecha. El éxito depende de la continuidad de la cadena de frío y la velocidad de manejo. **El enfoque logístico está en la preservación física.**

# Estudios de Caso: Dos Arquetipos Diferenciados

Análisis comparativo de PYMES exportadoras de *Caléndula* y *Passiflora* en Colombia

## Arquetipo A

### *Calendula officinalis*

Exportador de Flor Seca y Extracto

<b>Madurez Exportadora:</b>	Establecida — experiencia exportadora moderada
<b>Mercados Principales:</b>	Europa (Alemania, Países Bajos), América del Norte
<b>Modo Logístico:</b>	Flete aéreo dominante; transporte terrestre al hub de Bogotá
<b>Restricción Clave:</b>	Carga de costos de certificación e imprevisibilidad aduanera
<b>Perfil de Calidad:</b>	Vida útil estable; tolerante a ventanas de tránsito más largas
<b>Vínculo Institucional:</b>	Vinculación con ProColombia; afiliación parcial a ANDI

## Arquetipo B

### *Passiflora edulis / incarnata*

Exportador de Producto Fresco y Extracto Procesado

<b>Madurez Exportadora:</b>	Emergente — experiencia exportadora formal limitada
<b>Mercados Principales:</b>	Compradores de ingredientes nutracéuticos y cosméticos en EE.UU.
<b>Modo Logístico:</b>	Dependiente de cadena fría; alto riesgo por producto perecedero
<b>Restricción Clave:</b>	Deterioro postcosecha y brechas en acceso a cadena de frío
<b>Perfil de Calidad:</b>	Alto valor; extremadamente sensible a retrasos en la manipulación
<b>Vínculo Institucional:</b>	Participación institucional limitada; dependiente de intermediarios

# El Marco Global de Logística del Comercio

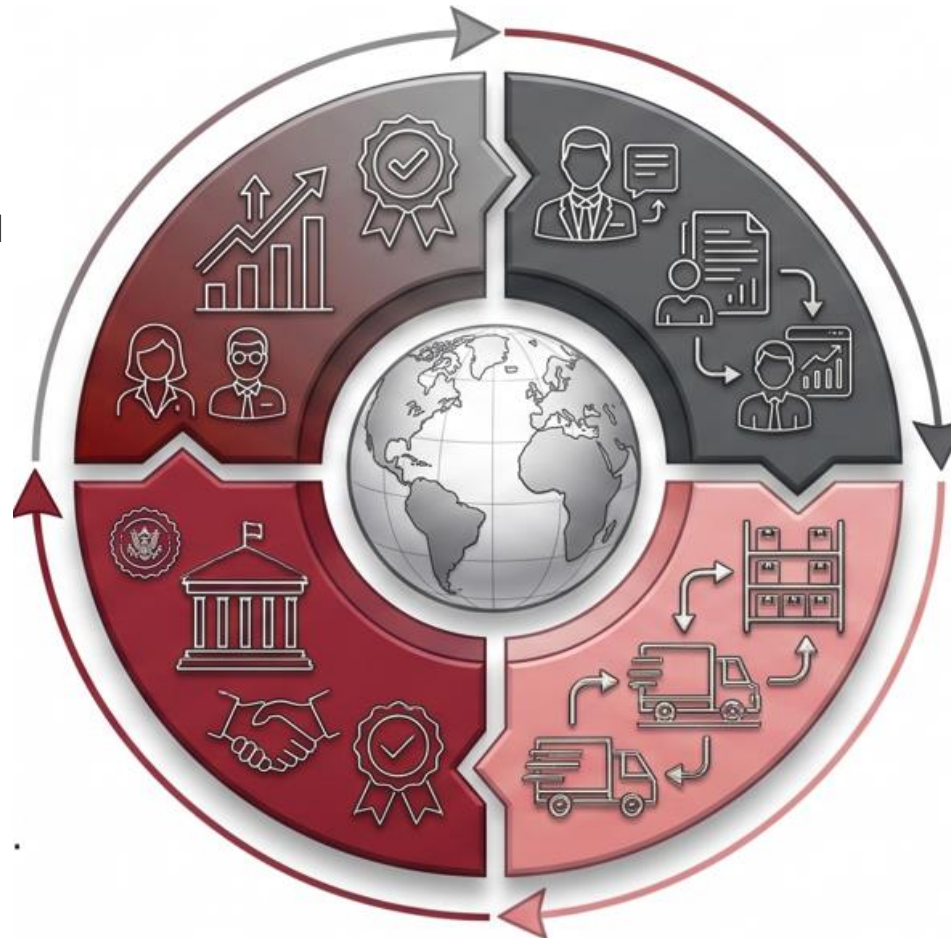
El marco está compuesto por cuatro niveles interconectados:

## Nivel 4: Diferenciación de mercado

- Cumplir con las expectativas del comprador
- Exigencias internacionales de ecocertificación
- Posicionamiento competitivo

## Nivel 3: Institucional Habilitación

- Requisitos de pruebas
- Respuesta a la aduana
- Ciclos de certificación
- Reducción de la variabilidad de las reglas



## Nivel 1: Capacidades de las Pequeñas y Medianas Empresas

- Competencias internas: precisión en la documentación
- Rutinas de cumplimiento
- Adopción digital
- Alfabetización a la exportación

## Nivel 2: Coordinación logística

- Integración de prácticas postcosecha
- Embalaje y transporte multimodal
- Estabilidad de la cadena de frío
- Flujo de información

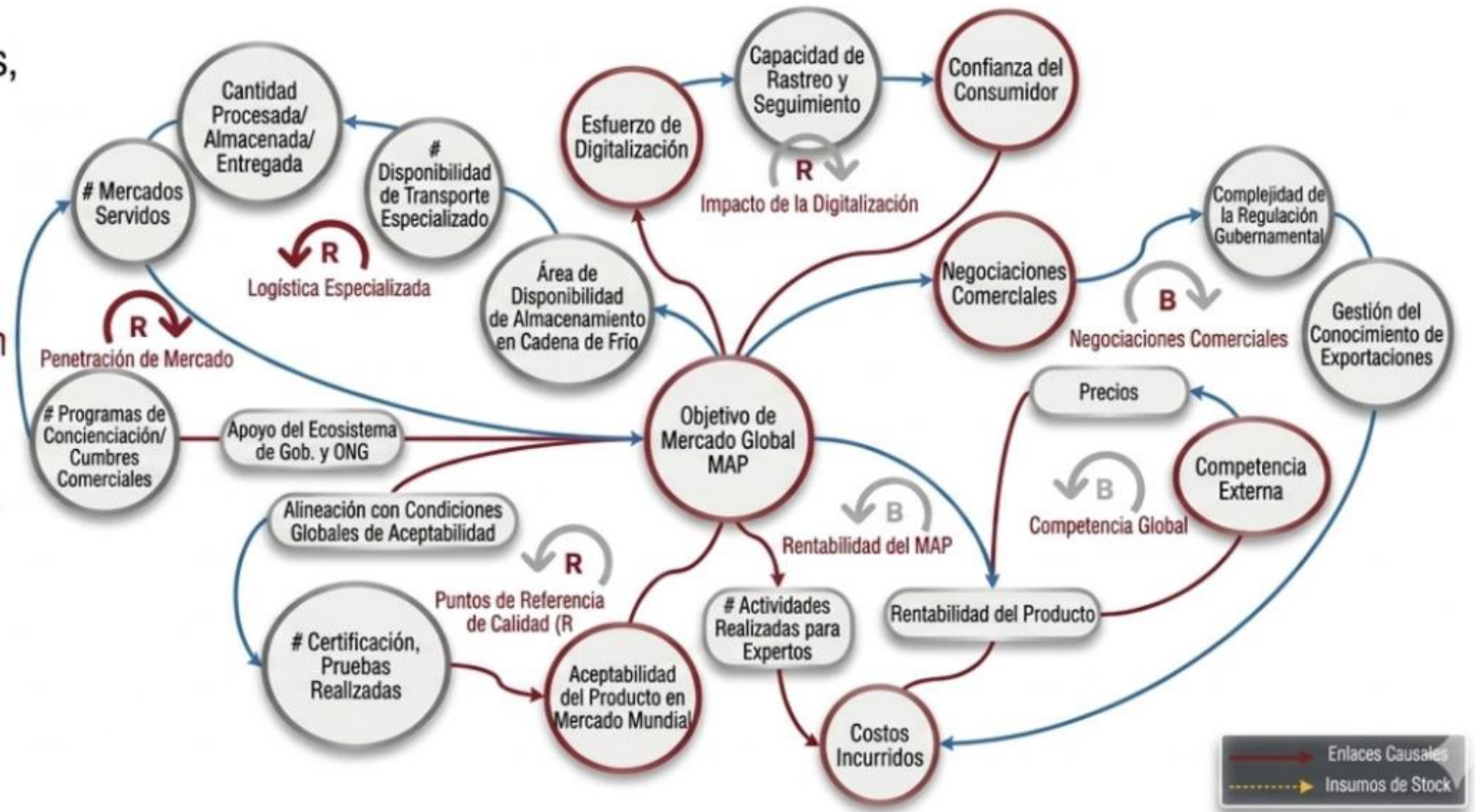
# Dinámica del sistema: diagrama de circuitos causales

El modelo captura cómo los factores operativos, institucionales y de mercado interactúan a lo largo del tiempo.

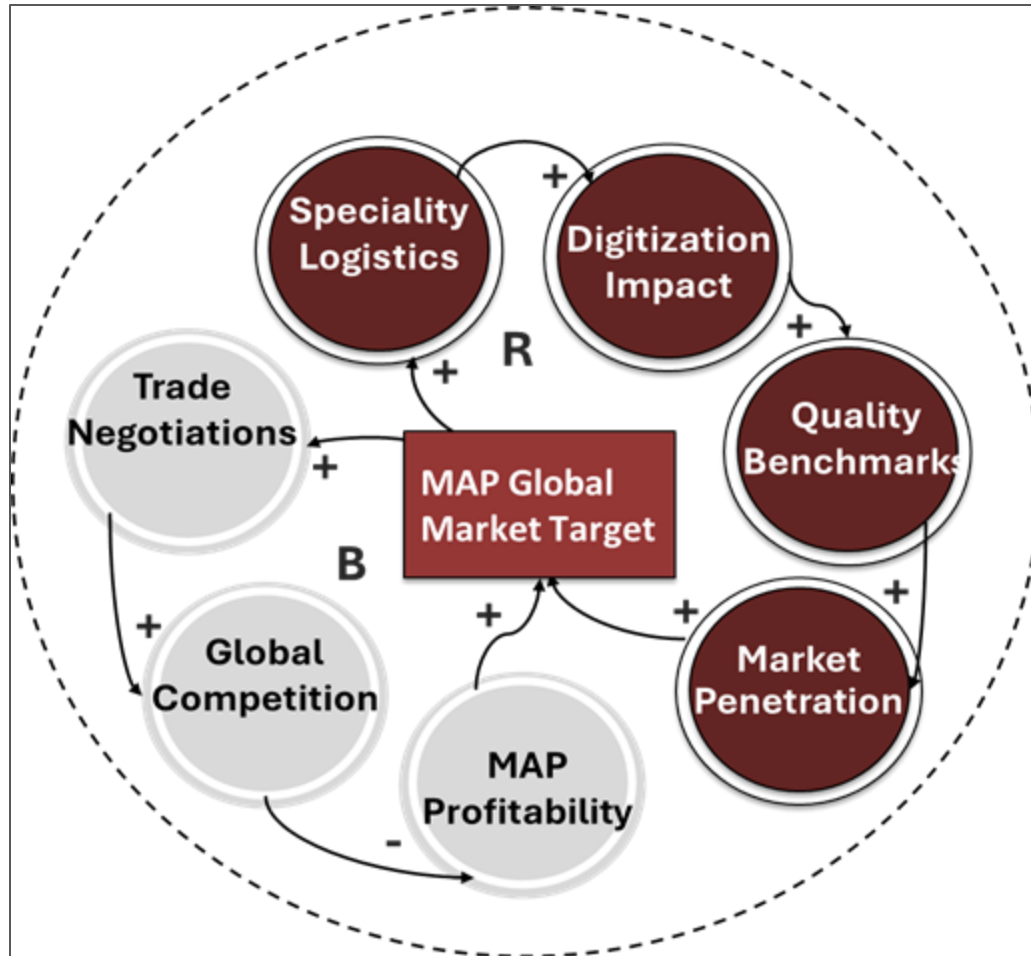
**Bucles de Refuerzo (R):** Mecanismos que impulsan el crecimiento (por ejemplo, Penetración de Mercado, Puntos de Referencia de Calidad).

**Bucles de Equilibrio (B):** Restricciones que limitan el crecimiento (por ejemplo, Restricciones Comerciales, Erosión de la Rentabilidad).

**Retrasos:** La **Fricción Institucional** y las brechas de infraestructura crean retrasos estructurales.



# Análisis Profundo (I)



## Negociaciones de Exportación, Diseño de Contratos y Asignación de Riesgos

### Brechas:

Los retrasos en la formación de contratos, la falta de experiencia en procedimientos de exportación y la asignación desequilibrada de riesgos activan el lazo equilibrador (E1). **Las PYMES aceptan contratos informales o mal estructurados, asumiendo frecuentemente riesgos logísticos y de calidad que no pueden gestionar.**

### Impacto de los Retrasos:

- Incumplimiento regulatorio, acceso bloqueado al mercado
- Exposición a reclamaciones financieras
- Reducción de la rentabilidad y la capacidad de reinversión
- Dependencia de intermediarios que generan retrasos, mermas y costos adicionales

**Vulnerabilidad sistémica reforzada en toda la cadena**

# Análisis Profundo (II)

## Logística e Integridad de la Calidad del Producto

### Brechas:

Los retrasos en el acceso a la cadena de frío, la consolidación y la manipulación generan deterioro temprano del producto, especialmente para la **Passiflora**. Estos retrasos impiden el inicio del ciclo reforzador (R3): **sin calidad estable, las PYMES no pueden generar confianza ni justificar inversiones logísticas.**

### Impacto de los Retrasos:

- Mayor merma y variabilidad
- Alcance geográfico limitado
- Pérdida de credibilidad en el mercado
- Mayores costos operacionales
- Capacidad reducida para cumplir estándares globales de calidad

### Amplificación del lazo de deterioro

## Digitalización e Integración de Datos

### Brechas:

La documentación manual, los sistemas de datos inconsistentes y la trazabilidad fragmentada generan retrasos que debilitan el lazo reforzador de digitalización.

### Impacto de los Retrasos:

- Dificultad para demostrar cumplimiento a compradores globales.
- Oportunidades perdidas de monitoreo en tiempo real y aseguramiento de calidad.
- Mayor riesgo de falsificación
- Mayor carga administrativa y reprocesamiento

**Baja confianza del consumidor por débil visibilidad de trazabilidad, reduciendo la confiabilidad necesaria para la competitividad exportadora.**

# Análisis Profundo (III)

## Calidad, Certificación, Cumplimiento y Capacidad Aduanera

### Brechas:

Cuellos de botella estructurales que impiden a las PYMES acceder a mercados de mayor valor y refuerzan la dependencia de intermediarios.

### Impacto de los Retrasos:

- Altos costos de auditoría e inspección.
- Drenaje de recursos que limita la inversión en logística y desarrollo de capacidades.
- Mayor probabilidad de reclamaciones por calidad.

**Cronogramas aduaneros impredecibles que disrumpen los ciclos de exportación.**

## Competencia Internacional, Rentabilidad y Posicionamiento

### Brechas:

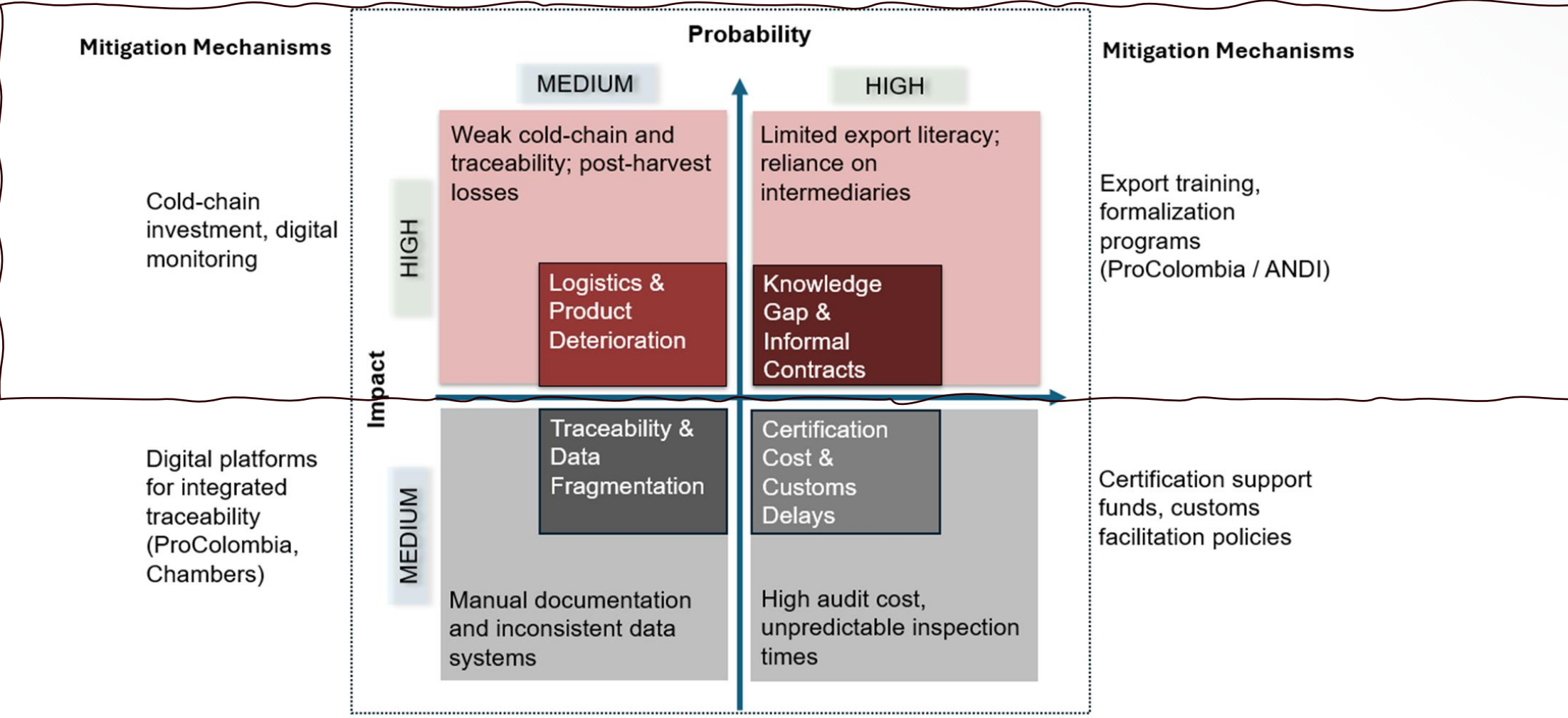
El aumento de la rentabilidad genera un incremento en el número de participantes que compiten por el mismo mercado. Esto produce gradualmente una tendencia a la baja en la rentabilidad y, si cae por debajo de un umbral crítico, derivará en salidas del mercado.

### Impacto de los Retrasos:

- La consolidación del mercado requerirá más tiempo. Podría forzar la salida de algunos actores.

**La baja rentabilidad podría conducir a la salida del mercado si no se logra la competitividad en costos necesaria**

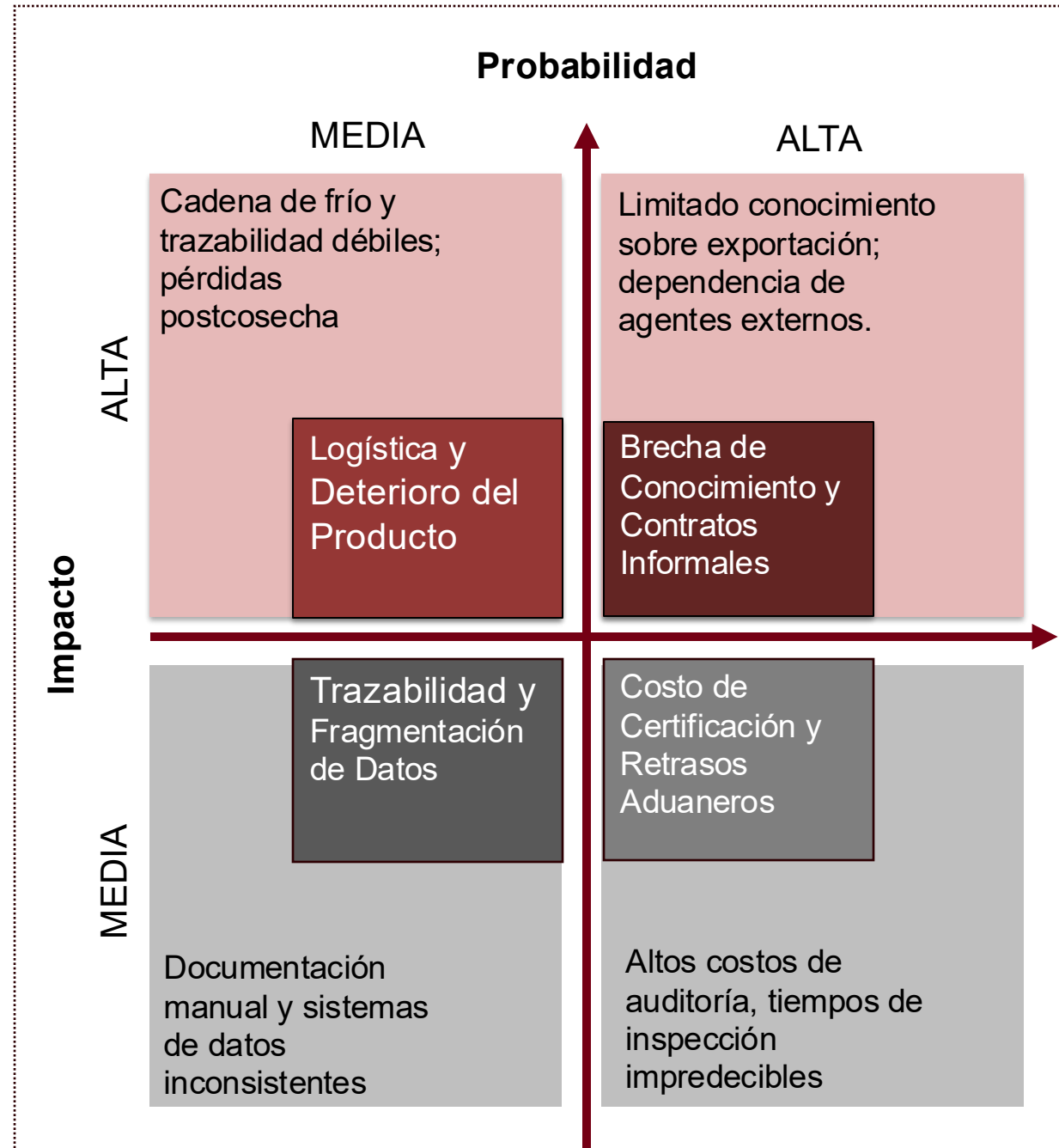
# Clasificación de Riesgos según Arquetipo



## Estrategias de Mitigación

Inversión en cadena de frío, monitoreo digital

Sistemas digitales integrados de trazabilidad (ProColombia, Cámaras de Comercio)



## Estrategias de Mitigación

Programas de capacitación en exportación y formalización (ProColombia / ANDI)

Fondos de apoyo a certificación, políticas de facilitación aduanera



## Brecha de Conocimiento y Contratos Informales

P: ALTA

I: ALTO

Limitada pericia exportadora; dependencia de intermediarios; contratos mal estructurados que absorben riesgos logísticos y de calidad no gestionables.

**Mitigación:** *Programas de capacitación exportadora y formalización (ProColombia / ANDI)*

## Costo de Certificación y Retrasos Aduaneros

P: MEDIA

I: ALTO

Altos costos de auditoría e inspección; cronogramas aduaneros impredecibles que disrumpen ciclos de exportación y comprimen márgenes.

**Mitigación:** *Fondos de apoyo a certificación; políticas de facilitación y armonización aduanera*

## Logística y Deterioro del Producto

P: ALTA

I: ALTO

Infraestructura débil de cadena de frío; pérdidas postcosecha que afectan desproporcionadamente a la Passiflora; capacidad limitada de consolidación.

**Mitigación:** *Co-inversión en cadena de frío; sistemas de monitoreo digital; infraestructura compartida de consolidación*

## Trazabilidad y Fragmentación de Datos

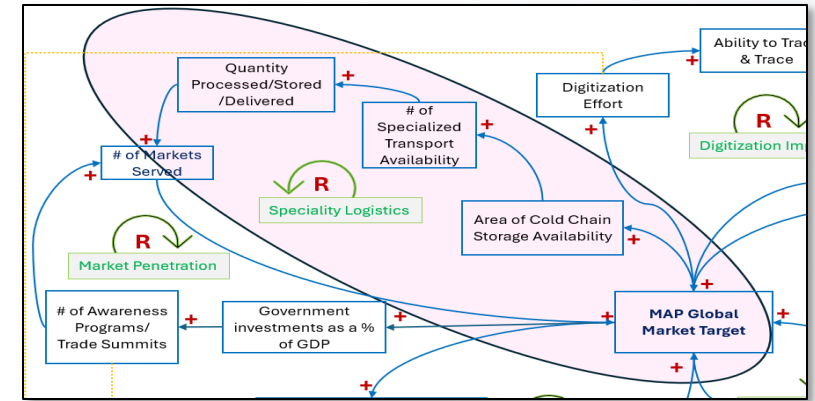
P: MEDIA

I: MEDIO

Documentación manual y sistemas de datos inconsistentes; trazabilidad digital limitada que reduce la confianza de los compradores y el acceso a mercados.

**Mitigación:** *Plataformas digitales integradas de trazabilidad (ProColombia, Cámaras de Comercio)*

# Hallazgo Clave: La Brecha Sistémica



**Fallo Estructural:** El análisis confirma que las inversiones individuales de las PYMES son insuficientes.

El fallo del sector es sistémico, impulsado por la ausencia del **Circuito de Colaboración R3**.

## La Solución:



• **Experiencia en Comercio Internacional:** Programas de formación en exportación y formalización (ProColombia / ANDI).



• **Infraestructura Compartida:** La implementación de centros colectivos de consolidación de exportaciones es un prerequisite.



• **Cadena de Frío:** El pre-enfriamiento confiable es esencial para detener el lazo de "Reclamos de Calidad".



• **Política:** Cambio de subsidios a nivel de finca hacia coordinación a nivel logístico.

*Cuatro ciclos virtuosos que, al activarse, generan ganancias compuestas de desempeño exportador*

## **R1** Reforzamiento de Penetración de Mercado

La entrada inicial a la exportación genera credibilidad que fortalece la demanda del comprador e incentiva mayor inversión en estándares. Una vez que las PMA colombianas logran una posición estable en el mercado, los efectos de confianza aceleran la penetración adicional — mayor demanda impulsa mayor compromiso con certificación y actualizaciones operacionales.

## **R2** Amplificación de Estándares de Calidad

La consistencia en cumplir especificaciones de calidad genera confianza del comprador y eleva expectativas, incentivando mayor inversión en trazabilidad, prácticas de laboratorio y controles de proceso. El éxito en pruebas de certificación refuerza la credibilidad de las PMA colombianas, generando una elevación autorreforzante de estándares en toda la cadena.

## **R3** Capacidad Logística Especializada

Al acceder a servicios más confiables de cadena de frío y manejo postcosecha, la integridad del producto mejora y las mermas disminuyen. El mejor desempeño incrementa la confianza de socios logísticos y compradores exportadores, motivando mayor coordinación e inversión en manejo especializado — ciclos adicionales de mejoras de desempeño.

## **R4** Impacto de la Digitalización

Las herramientas digitales reducen errores documentales, optimizan la comunicación y aceleran pasos de verificación. El procesamiento más rápido incentiva mayor adopción digital, reforzando mejoras de eficiencia. Una vez observadas las ganancias digitales iniciales — menos envíos rechazados, tiempos de respuesta de laboratorio más cortos — la confianza en flujos de trabajo digitales escala rápidamente.

**1**

## INMEDIATO

### Convocatoria del Ecosistema y Preparación Exportadora

Facilitar una convocatoria estructurada entre PYMES MAP e instituciones habilitadoras colombianas — ProColombia, ANDI, cámaras de comercio, redes de inversión ángel y entidades de desarrollo.

Objetivo: Fortalecer la preparación exportadora de las PYMES mediante capacitación, rutas de certificación y programas de internacionalización, activando los lazos reforzadores R1 y R2 a escala.

**2**

## ESTRUCTURAL — ORIENTACIÓN PARA ONUDI

### Anclaje Institucional para la Integración en Ecosistemas

Recomendar que ONUDI identifique y establezca alianzas sistemáticamente con instituciones locales en cada país objetivo — agencias de promoción de exportaciones, asociaciones logísticas y cámaras industriales — para anclar a las PYMES dentro de ecosistemas más amplios y capaces.

Objetivo: Crear alineación institucional de largo plazo que apoye la consolidación logística, el desarrollo de capacidades y el desempeño exportador sostenido.

**3**

## ESCALAMIENTO E INVESTIGACIÓN FUTURA

### Marco de Replicación y Validación Cuantitativa

Proveer una metodología práctica para aplicar el DLC existente en diferentes países o productos MAP sin reconstruir el modelo. Enfoque en las variables de retraso específicas del contexto — que generan el riesgo sistémico más severo. La investigación futura debe buscar validación cuantitativa de los lazos cualitativos para fortalecer la base empírica de la acción política.

**Investigación Futura (Validación Cuantitativa): fortalecer la base de evidencia detrás de los circuitos cualitativos.**

# Gracias

---

**“Lo que se mide, se mejora”**

*Peter Drucker*

