



Cierre de brechas de calidad en la cadena del cacao en Santander: Acciones estratégicas y política productiva (2016-2025)

Universidad Ean

Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas - FAFCE

Maestría en Gobierno y Gestión Pública

Bogotá D.C., Colombia

día/mes/2025

Cierre de brechas de calidad en la cadena del cacao en Santander: Acciones estratégicas y política productiva (2016-2025)

María del Rosario González Márquez

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Magister en Gobierno y Gestión Pública

Director (a):
Angela María Parrado Castañeda

Modalidad:
Artículo

Universidad Ean
Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas - FAFCE
Maestría en Gobierno y Gestión Pública
Bogotá D.C., Colombia
día/mes/2025

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Ciudad, día/mes/año

Agradecimientos

Expreso mi más sincero agradecimiento a las instituciones que hicieron posible, con su información disponible, la realización de este trabajo de grado, en especial a aquellas que, a través de su compromiso con el Subsistema Nacional de la Calidad (SICAL), y la metrología, contribuyeron al Proyecto Colombia Mide (2021), cuyo informe ejecutivo constituyó el estudio sobre las necesidades y brechas de calidad en la cadena productiva de cacao y sus derivados y plan de acción, insumo fundamental para desplegar las acciones estratégicas se deben implementar para dar continuidad a las labores de cierre de brechas de la Infraestructura de Calidad en la Política de Desarrollo Productivo aplicada a la cadena en el Departamento de Santander.

Agradezco al Instituto Nacional de Metrología de Colombia que, con generosidad brindó información sobre los desarrollos, que, como autoridad en Metrología Científica e Industrial, ha adelantado tanto en materiales de referencia certificado de cadmio en polvo de cacao, así como a ICONTEC por brindar la información disponible de las normas técnicas y de guías con alcance al interés de este documento. De igual manera al Organismo Nacional de Acreditación de Colombia ONAC, quién informó sobre la especificidad de los laboratorios acreditados con alcance en ensayos químicos, específicamente de química inorgánica.

De igual manera, reconozco el respaldo de las entidades gubernamentales y de las instancias responsables de la formulación de políticas públicas, por incluir las actividades del Subsistema Nacional de la Calidad (SICAL), como una herramienta que facilita el desarrollo productivo y la competitividad, lo que permitió incluir la Metrología como un elemento con base científica, en los espacios de diálogo y construcción conjunta que orientaron este trabajo hacia la generación de conocimiento útil para la toma de decisiones en el sector cacaotero.

A mi directora de investigación y docentes de la maestría, quienes con su guía académica y sus valiosos aportes metodológicos y conceptuales hicieron posible consolidar este proceso formativo y de investigación.

Resumen

Este artículo analiza las acciones estratégicas para el cierre de brechas en la infraestructura de calidad de la cadena del cacao en Santander (2016-2025), en el marco de la Política de Desarrollo Productivo (CONPES 3866). Mediante un enfoque cualitativo y análisis documental de 45 fuentes, se identifica una 'disonancia institucional': mientras existe un marco regulatorio nacional, Santander carece de laboratorios acreditados locales, generando altos costos de transacción. Se propone una hoja de ruta centrada en la articulación Universidad-Empresa (UIS) y la creación de una Mesa Técnica Departamental, fundamentadas en el institucionalismo de North para reducir la incertidumbre y fomentar el cumplimiento de estándares internacionales.

Palabras clave: Infraestructura de calidad, cadena de valor del cacao, política de desarrollo productivo, cadmio, competitividad regional, brechas metrológicas.

Abstract

This article analyzes strategic actions to close quality infrastructure gaps within the cocoa value chain in Santander, Colombia (2016-2025), under the framework of the Productive Development Policy (CONPES 3866). Through a qualitative approach and a documentary analysis of 45 sources, an "institutional dissonance" is identified: while a national regulatory framework exists, Santander lacks local accredited laboratories, which generates high transaction costs. A roadmap is proposed focusing on University-Enterprise articulation (UIS) and the creation of a Departmental Technical Roundtable. These actions are grounded in North's institutionalism to reduce uncertainty and foster compliance with international standards.

Keywords: Quality infrastructure, cocoa value chain, productive development policy, cadmium, regional competitiveness, metrological gaps.

Introducción

El cacao tiene registro de exportación colombiana desde 1580, cuando se enviaron granos desde Norte de Santander hacia España, consolidando una actividad productiva que se integró a la identidad agrícola nacional (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA], 2023). A lo largo de esta trayectoria, los cultivadores implementaron cruces entre variedades criollas y forasteras, técnicas de injertación y medidas sanitarias, pero la persistencia de un modelo de agricultura familiar con limitaciones de infraestructura ha generado tensiones entre la capacidad productiva y las exigencias de calidad de los mercados internacionales. En 2016, esta tensión se hizo evidente cuando la producción nacional creció 3,6%, pero las exportaciones se redujeron por caída de precios internacionales. Esta vulnerabilidad se agudizó en el ciclo 2021-2022, cuando la producción y exportación experimentaron una caída del 10% —pasando de 69.040 a 62.158 toneladas (Federación Nacional de Cacaoteros [Fedecacao], 2023)—, situación que expuso la necesidad urgente de diferenciar el producto mediante atributos verificables de calidad ante la rigurosidad de los reglamentos técnicos (El Colombiano, 2017).

En respuesta a esta problemática, el Estado colombiano adoptó la Política Nacional de Desarrollo Productivo (CONPES 3866 de 2016), la cual ha sido implementada en Santander durante el periodo 2016-2025, reconociendo la necesidad de corregir fallas de mercado y fortalecer la coordinación institucional para sectores exportadores (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2016). Desde la literatura académica, diversos estudios demuestran que para los países en desarrollo, el acceso a mercados internacionales está directamente condicionado por la madurez de su infraestructura de calidad (Harmes-Liedtke, 2022; UNIDO, 2017). Dentro de esa arquitectura de política, el Subsistema Nacional de la Calidad (SICAL) se plantea como un instrumento técnico para habilitar condiciones que permitieran el acceso sostenible a mercados regulados. Sin embargo, la efectividad de este marco institucional se ve condicionada por la capacidad territorial de implementar sus disposiciones, particularmente en regiones productoras como Santander, que aporta cerca del 40% de la producción nacional de cacao (Fedecacao, 2022).

El problema se concreta cuando requisitos internacionales de inocuidad alimentaria se convierten en criterios de aceptación comercial. El Reglamento (UE) 488/2014 estableció límites máximos de cadmio en productos de cacao, variando entre

0.30 y 0.80 mg/kg según el tipo de producto, debido a riesgos para la salud humana asociados con la exposición prolongada a este metal pesado (European Commission, 2014). Esta normativa, actualizada posteriormente mediante el Reglamento (UE) 2023/915, transforma un problema sanitario en una barrera técnica al comercio que exige capacidades de medición confiable, trazabilidad metrológica y evaluación de la conformidad en el territorio productor. Para el cacao santandereano, estas exigencias se traducen en necesidades específicas de servicios analíticos acreditados que actualmente presentan carencias críticas (Fundación Natura, 2024).

La desconexión entre la normativa internacional y la infraestructura regional se evidencia en la concentración geográfica de los servicios de calidad. Según el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia, el 78% de los laboratorios con alcance acreditado para análisis de metales pesados en matrices alimentarias se ubican en Bogotá y Antioquia, mientras Santander carece de una red consolidada de laboratorios comerciales acreditados para cadmio (ONAC, 2022). Esta asimetría genera costos de transacción elevados para los productores, quienes deben enviar muestras a otras ciudades, asumiendo gastos de transporte y tiempos de espera entre 15 y 20 días hábiles que afectan la liquidez y la toma de decisiones comerciales (Cristancho-Pinilla et al., 2021).

En cuanto a los antecedentes institucionales de intervención, desde 2016 se impulsaron iniciativas de cooperación técnica entre la Unión Europea, el Instituto Alemán de Metrología y el Ministerio de Comercio de Colombia para identificar necesidades de calidad en cadenas regionales. Se aplicó la Metodología para la Identificación de Brechas Metrológicas y se consolidó el proyecto ColombiaMide (2019-2021), que produjo un estudio sobre necesidades y brechas de calidad en la cadena productiva de cacao, así como un plan de acción con alcance regional y nacional (Cristancho-Pinilla et al., 2021; Instituto Nacional de Metrología de Colombia, 2019). Este proyecto logró avances significativos en el desarrollo de guías de validación de métodos y materiales de referencia certificados. No obstante, el reto central que persiste no es el diagnóstico de brechas, sino la continuidad de las acciones institucionales y técnicas que permitan cerrarlas de forma sostenida más allá de ciclos de proyecto con financiamiento temporal (Escobar et al., 2020).

A partir de este contexto, la presente investigación plantea la siguiente pregunta central: ¿Qué acciones estratégicas se deben implementar para dar continuidad a las labores de cierre de brechas de la Infraestructura de Calidad en la Política de Desarrollo

Productivo aplicada a la cadena del valor del cacao en el Departamento de Santander? Para dar respuesta, el objetivo general de este estudio es formular dichas acciones estratégicas mediante el análisis de la interacción entre la política de calidad y el CONPES 3866, y la evaluación de su impacto en el territorio santandereano. Se plantea como hipótesis descriptiva que la implementación de una hoja de ruta estratégica — basada en la articulación universidad-empresa y la institucionalización regional de la calidad— permitirá reducir los costos de transacción y las asimetrías de información, asegurando que Santander mantenga su liderazgo exportador frente a las regulaciones internacionales de inocuidad.

El documento se estructura en los siguientes apartados: marco teórico, donde se establecen los fundamentos conceptuales desde la economía institucional, la teoría de la ventaja competitiva y las cadenas globales de valor; metodología, que describe el enfoque cualitativo y el diseño de estudio de caso adoptado; resultados, organizados en tres secciones que responden a cada objetivo específico; discusión, donde se interpretan los hallazgos a la luz de la literatura existente; y conclusiones, que sintetizan los aportes y plantean líneas de investigación futura.

Marco Teórico

El marco analítico de esta investigación se sustenta en dos enfoques teóricos complementarios que permiten comprender la brecha entre el diseño de políticas públicas y su efectividad territorial: la Nueva Economía Institucional y la teoría de las Capacidades Dinámicas.

Desde la perspectiva de la Nueva Economía Institucional, Douglass North (1990) postula que las instituciones —comprendidas como las "reglas del juego" formales e informales— tienen la función principal de reducir la incertidumbre estructurando las interacciones humanas y económicas. En el contexto de la cadena del cacao, la infraestructura de calidad opera como una institución formal habilitante que, mediante la acreditación y la normalización, establece criterios unificados que generan confianza comercial (UNIDO, 2017). Sin embargo, la sola existencia de regulaciones internacionales, como los límites de cadmio (European Commission, 2014), no basta si el marco institucional carece de mecanismos de verificación (*enforcement*) accesibles en el territorio.

En este sentido, la ausencia de laboratorios acreditados regionales incrementa significativamente los costos de transacción para los productores. Siguiendo a Williamson (1985), estos costos no solo abarcan el precio del análisis en sí, sino los costos de búsqueda de proveedores en otras ciudades, la logística de envío, los tiempos de espera y el riesgo de rechazo comercial. En consecuencia, cuando los servicios metrológicos se concentran geográficamente, se configuran fallas de mercado que actúan como barreras de entrada para los pequeños cacaoteros, quienes deben desviar recursos productivos hacia la gestión de la conformidad técnica (Harmes-Liedtke, 2022).

Ahora bien, para comprender cómo los actores territoriales pueden superar estas barreras institucionales, resulta imperativo incorporar la teoría de las Capacidades Dinámicas propuesta por Teece y Pisano (1994). Este enfoque explica cómo las organizaciones y los territorios adaptan, integran y reconfiguran sus recursos internos y externos frente a entornos rápidamente cambiantes. Adaptarse a las estrictas regulaciones europeas exige competencias analíticas y organizacionales que trascienden las habilidades agronómicas tradicionales de la agricultura familiar.

Por consiguiente, la infraestructura de calidad no debe entenderse únicamente como un conjunto de equipos, sino como un motor para desarrollar capacidades de aprendizaje institucional (*sensing, seizing y transforming*). En el sector cacaotero santandereano, ante las limitaciones del Estado para proveer bienes públicos locales, la articulación entre universidades y empresas para la prestación de servicios metrológicos constituye una capacidad dinámica territorial orientada a mitigar los altos costos de transacción. Esta articulación permite una identificación temprana de los problemas de inocuidad y facilita la difusión de mejores prácticas, garantizando que el cierre de brechas no dependa exclusivamente de proyectos temporales de cooperación internacional, sino de una gestión regional sostenible (Escobar et al., 2020).

Finalmente, la evidencia empírica respalda esta necesidad de complementariedad teórica. El índice Global Quality Infrastructure Index muestra que, si bien Colombia tiene avances normativos, sus debilidades radican en la cobertura territorial de los servicios metrológicos (PTB, 2023). Proyectos como ColombiaMide (2019-2021) han demostrado que el desarrollo de guías analíticas o materiales de referencia no se traduce automáticamente en disponibilidad comercial de laboratorios si no existen incentivos para reducir el riesgo financiero local (Cristancho-Pinilla et al., 2021). Así, el desafío

fundamental es institucional: construir capacidades duras y blandas que permitan sostener el cumplimiento de la calidad de forma descentralizada.

Metodología

La presente investigación se estructura a partir del objetivo de formular acciones estratégicas que permitan dar continuidad a las labores de cierre de brechas de la infraestructura de calidad en la cadena del valor del cacao en Santander. Para garantizar la congruencia analítica, el diseño metodológico se alinea estrictamente con los postulados de la Nueva Economía Institucional de North (reducción de incertidumbre y costos de transacción) y la teoría de las Capacidades Dinámicas de Teece (adaptación institucional regional).

Variables de Estudio

Para la operacionalización de las variables, se establecieron criterios basados en los pilares del Subsistema Nacional de Calidad (SICAL) y los lineamientos de la Política de Desarrollo Productivo (CONPES 3866). Estas variables se redefinieron para reflejar directamente los problemas de costos de transacción y capacidad de adaptación analizados en el marco teórico, permitiendo su medición cualitativa como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1

Operacionalización de las Variables de Estudio

Variable	Definición Operativa	Atributos para medir	Elementos de Intervención
Variable 1: Infraestructura de Calidad	Conjunto de instituciones, normas formales y servicios metrológicos que actúan como mecanismos de <i>enforcement</i> para reducir la incertidumbre y los costos de transacción (North, 1990) en la cadena del cacao.	<ul style="list-style-type: none"> Disposición de servicios del SICAL de interés para los eslabones de la cadena productiva del cacao. 	<ul style="list-style-type: none"> Capacitación técnica. Acceso a servicios metrológicos.

Variable	Definición Operativa	Atributos para medir	Elementos de Intervención
Variable 2:	<p>Conjunto de medidas de política pública diseñadas para fomentar capacidades dinámicas institucionales (Teece y Pisano, 1994) que permitan adaptar el territorio a las exigencias de calidad internacionales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorios con alcance acreditado de interés para la cadena productiva de cacao en Colombia. • Programas de apoyo financiero con enfoque en el fortalecimiento de competencias en calidad. • Proyectos de investigación y transferencia tecnológica que contemplen actividades SICAL en la cadena productiva. 	<ul style="list-style-type: none"> • Financiamiento para procesos de certificación y acreditación. • Instrumentos de política pública territorial. • Coordinación interinstitucional. • Programas vigentes orientados a incrementar la producción y asegurar la calidad e inocuidad del producto.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Diseño y Enfoque de la Investigación

La investigación se clasifica como aplicada descriptiva, bajo la modalidad de estudio de caso único delimitado al departamento de Santander, región que aporta cerca del 40% de la producción nacional (Fedecacao, 2022). El enfoque es cualitativo, pues

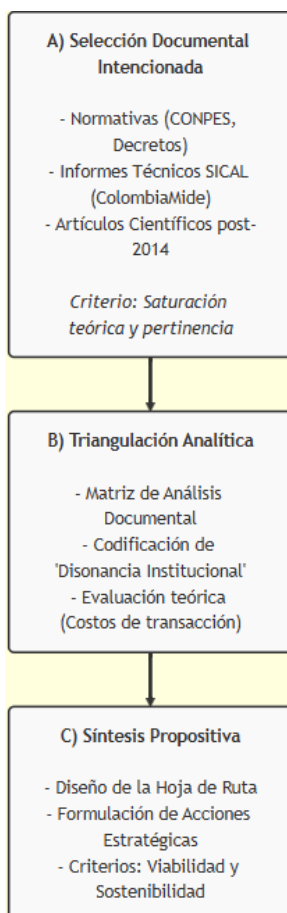
busca comprender la complejidad de la interacción entre normativas técnicas, capacidades institucionales territoriales y costos de transacción (Hernández-Sampieri et al., 2014). El alcance del estudio es descriptivo-propositivo, estructurado en un diseño no experimental de revisión documental retrospectiva (2014-2025) que observa los fenómenos institucionales en su contexto natural tras la expedición del Reglamento (UE) 488/2014 sobre cadmio.

Camino Metodológico

Para responder sistemáticamente a la pregunta central de este artículo, y dada la naturaleza cualitativa-documental del estudio, se prescindió del concepto estadístico tradicional de población y muestra. En su lugar, el proceso investigativo se desarrolló mediante un flujo de trabajo estructurado en tres fases secuenciales, diseñado para garantizar la pertinencia de las fuentes y la trazabilidad del análisis (ver Figura 1).

Figura 1

Diseño del Camino Metodológico



A) Selección y Justificación Documental Intencionada: La recolección de información no buscó representatividad estadística (un N determinado), sino saturación teórica y pertinencia institucional. Se seleccionó un corpus definitivo de 45 documentos clave que representan la totalidad de las intervenciones públicas recientes en el sector. Esta selección se estructuró en tres ejes: normativas y lineamientos de política (ej. CONPES 3866, Decreto 1595/2015, reglamentos de la UE); informes técnicos oficiales, destacando los resultados del proyecto ColombiaMide (2019-2021) sobre brechas metrológicas; y artículos científicos indexados post-2014 que abordan la gestión del cadmio y la economía institucional.

B) Procesamiento mediante Matriz Analítica y Triangulación: Los 45 documentos seleccionados fueron procesados a través de una Matriz de Análisis Documental. Esta herramienta permitió extraer y cruzar las obligaciones normativas formales (el "deber ser") con la capacidad instalada real reportada en el territorio santandereano por el Organismo Nacional de Acreditación (ONAC) y entidades locales. Mediante un análisis temático de contenido (Vaismoradi et al., 2013), los datos se codificaron en macro-categorías teóricas alineadas con las variables del estudio, permitiendo identificar la "disonancia institucional" (costos de transacción elevados por centralización) y evaluar la eficacia de intervenciones previas.

C) Síntesis y Formulación Estratégica: A partir de los hallazgos triangulados en la fase B, la etapa final consistió en la fase B, la fase final consistió en el diseño de una hoja de ruta propositiva. Las acciones estratégicas formuladas (ej. institucionalización de una Mesa Departamental y creación de una red colaborativa de laboratorios) fueron estructuradas bajo criterios estrictos de viabilidad técnica, sostenibilidad financiera y pertinencia territorial para reducir la incertidumbre de los productores.

Resultados

El análisis de la información recolectada permite caracterizar la situación actual de la infraestructura de calidad en la cadena del cacao en Santander, evaluar el impacto de las intervenciones previas y formular una propuesta estratégica de continuidad. Los hallazgos se presentan estructurados en tres ejes analíticos que responden a los objetivos específicos de la investigación: la disonancia institucional entre la normativa nacional y la capacidad territorial, la eficacia técnica versus comercial de los proyectos de cierre de brechas, y la formulación de una hoja de ruta para la sostenibilidad del sistema.

Interacción entre el Subsistema Nacional de Calidad y la Realidad Territorial

La revisión documental del CONPES 3866 de 2016 y los reglamentos del Subsistema Nacional de Calidad (SICAL) evidencia una arquitectura institucional diseñada para corregir fallas de mercado mediante la provisión de bienes públicos como normas y acreditación (DNP, 2016). Sin embargo, al contrastar esta oferta institucional con la capacidad instalada en Santander, se identifica una desconexión crítica que denominamos disonancia institucional. Mientras la normativa exige cumplimiento estricto de límites de cadmio bajo el Reglamento UE 488/2014, la infraestructura local para verificar dicho cumplimiento es insuficiente (European Commission, 2014).

El análisis de la oferta de Organismos de Evaluación de la Conformidad (OEC) acreditados revela una alta concentración geográfica. Según datos del Organismo Nacional de Acreditación de Colombia, el 78% de los laboratorios con alcance acreditado para metales pesados en matrices alimentarias se ubican en Bogotá y Antioquia (ONAC, 2022). En contraste, Santander, siendo el mayor productor de cacao del país con una participación cercana al 40%, carece de una red consolidada de laboratorios comerciales acreditados que ofrezcan servicios de ensayo para cadmio con tiempos de respuesta compatibles con la dinámica exportadora (Fedecacao, 2022).

Esta asimetría genera costos de transacción elevados para los productores santandereanos. El envío de muestras a otras ciudades implica no solo el costo logístico del transporte, sino también tiempos de espera que oscilan entre 15 y 20 días hábiles, afectando la toma de decisiones comerciales y la liquidez de las organizaciones de productores (Cristancho-Pinilla et al., 2021). La Tabla 2 sintetiza esta brecha entre la exigencia normativa y la capacidad real de respuesta en el territorio.

Tabla 2*Cuadro Normativo y Matriz de Brechas*

Instrumento Normativo / Requisito	Exigencia Técnica	Capacidad Disponible en Santander	Tipo de Brecha Identificada
CONPES 3866 de 2016 (Política de Desarrollo Productivo)	Establece lineamientos para corregir fallas de mercado y fortalecer sectores exportadores mediante el cierre de brechas de calidad.	Alta adopción nominal, pero baja transferencia de recursos hacia infraestructura metrológica local. Limitada. Predominan laboratorios universitarios o de investigación con restricciones para prestar servicios comerciales masivos y continuos (Agrosavia, 2023).	Brecha de Política: Desarticulación entre los lineamientos nacionales y la ejecución presupuestal departamental.
Reglamento UE 488/2014 (Límites máximos de cadmio)	Ensayo de cuantificación de Cd por espectrofotometría (ICP-MS o absorción atómica) acreditado bajo ISO/IEC 17025.	Media. Existen capacidades empíricas en centros de acopio, pero baja formalización de la medición según estándares metrológicos	Brecha de Oferta: Insuficiencia de OEC acreditados para atender la demanda de ensayos de rutina del sector exportador.
Norma Técnica Colombiana NTC 1252 (Cacao en grano)	Clasificación física de grano y determinación de humedad.	Media. Existen capacidades empíricas en centros de acopio, pero baja formalización de la medición según estándares metrológicos	Brecha Metrológica: Falta de patrones de referencia y calibración de equipos (higrómetros) en zonas de producción.

Instrumento Normativo / Requisito	Exigencia Técnica	Capacidad Disponible en Santander	Tipo de Brecha Identificada
		trazables (ICONTEC, 2021).	
Decreto 1595 de 2015 (Normas relativas al SICAL)	Uso de laboratorios acreditados para demostrar conformidad en reglamentos técnicos.	Baja. Los productores recurren a laboratorios en Bogotá, incrementando costos operativos (MinCIT, 2015).	Brecha de Acceso: Centralización de la infraestructura de la calidad que genera barreras geográficas y económicas.

Nota. Adaptado de "Identificación de brechas metrológicas en la cadena productiva del cacao en Colombia" (p. 45), por E. Cristancho-Pinilla et al., 2021, Instituto Nacional de Metrología.

La información presentada en la Tabla 2 demuestra que la existencia del marco regulatorio no garantiza por sí misma la conformidad técnica. La brecha de oferta en ensayos acreditados constituye el principal cuello de botella. Aunque existen laboratorios en universidades de la región, su vocación es principalmente académica e investigativa, lo que dificulta la prestación de servicios ágiles y estandarizados requeridos por el mercado internacional (Universidad Industrial de Santander, 2021). Esta situación valida la premisa de la economía institucional: sin mecanismos de verificación locales, las reglas formales no logran reducir la incertidumbre, convirtiéndose en barreras de entrada para los actores con menores recursos (North, 1990).

Adicionalmente, se identificó una brecha de información técnica hacia el productor primario. Los requisitos de calidad suelen comunicarse en lenguajes técnicos complejos que resultan ajenos a la lógica de la agricultura familiar (Escobar et al., 2020). Esto genera una asimetría de información donde el productor desconoce los criterios bajo los cuales es evaluado su producto, impidiéndole implementar mejoras correctivas en sus procesos de cultivo y beneficio.

Evaluación del Impacto de las Acciones de Cierre de Brechas

El segundo eje de análisis se centra en la evaluación de las intervenciones ejecutadas entre 2019 y 2021, específicamente el proyecto ColombiaMide, financiado por la cooperación internacional alemana. El análisis documental de los informes de cierre y evaluaciones permite distinguir dos niveles de impacto con resultados disímiles: un alto impacto en la dimensión científico-técnica y un impacto moderado o bajo en la dimensión comercial y de sostenibilidad (MinCIT, 2015).

En el ámbito científico-técnico, las acciones lograron hitos significativos. Se desarrolló y validó la Guía para la validación de métodos de cuantificación de cadmio en cacao, un instrumento que estandarizó los protocolos analíticos para los laboratorios del país (INM, 2020). Asimismo, el Instituto Nacional de Metrología avanzó en la producción de Materiales de Referencia Certificados (MRC) específicos para matrices de cacao colombiano. Este es un avance técnico de alta relevancia, pues anteriormente los laboratorios debían calibrar sus equipos con materiales de referencia importados cuyas características fisicoquímicas diferían del cacao nacional, introduciendo sesgos sistemáticos en las mediciones (Bravo et al., 2021).

Sin embargo, al evaluar la dimensión comercial, los resultados muestran limitaciones en la apropiación social de estos avances. A pesar de la disponibilidad de guías y capacitaciones, el número de nuevos laboratorios acreditados en Santander no creció al ritmo esperado (ONAC, 2022). Las barreras financieras para el mantenimiento de la acreditación bajo la norma ISO/IEC 17025 resultan prohibitivas para laboratorios pequeños o medianos. Los costos asociados a la participación en ensayos de aptitud interlaboratorios, calibración periódica de equipos y auditorías del ONAC superan los ingresos potenciales derivados de la demanda actual de servicios, generando un fallo de mercado donde la oferta privada no emerge espontáneamente (Cristancho-Pinilla et al., 2021).

El análisis comparativo sugiere que la intervención fue exitosa en la generación de bienes públicos de conocimiento, pero insuficiente en la creación de capacidades de mercado sostenibles. La estrategia se concentró en la oferta tecnológica de alto nivel, asumiendo que el conocimiento se transferiría automáticamente a la base de laboratorios regionales (PTB, 2023). La evidencia demuestra que esta transferencia no es automática;

requiere mecanismos de incentivo financiero y acompañamiento técnico sostenido que mitiguen el riesgo de inversión para los laboratorios locales (Escobar et al., 2020).

Análisis de Costos de la No Calidad

Un componente crítico identificado en los resultados es el impacto económico de la ausencia de infraestructura local. Mediante la triangulación de datos de precios de servicios de laboratorio y costos logísticos reportados en estudios sectoriales, se estimó que la centralización de los ensayos en Bogotá representa un sobre costo aproximado del 15% al 20% sobre el valor del servicio analítico para un productor en Santander (Fundación Natura, 2024).

A este costo directo se suma el costo de oportunidad. La demora en la entrega de resultados impide que los exportadores aprovechen ventanas comerciales favorables o genera penalizaciones contractuales por entregas tardías (Agrosavia, 2023). En casos más graves, la incertidumbre sobre el contenido de cadmio ha llevado a rechazos de contenedores en puertos europeos, eventos catastróficos para la reputación y finanzas de las cooperativas exportadoras. Estos costos de la no calidad superan la inversión necesaria para fortalecer la capacidad local, justificando económicamente la intervención pública para la descentralización de la infraestructura (Blind et al., 2018).

Hoja de Ruta Estratégica: Red Colaborativa de Capacidad Metrológica

La fase final del análisis formula una acción estratégica articuladora que trasciende la temporalidad de los proyectos de cooperación. En respuesta a las falencias del CONPES 3866 para aterrizar territorialmente la oferta de servicios, y siguiendo la teoría de las capacidades dinámicas (Teece y Pisano, 1994), se propone la creación de un Modelo de Red Colaborativa de Laboratorios Universidad-Empresa, liderado por la capacidad científica instalada en la Universidad Industrial de Santander (UIS) y articulado mediante una Mesa Técnica Departamental permanente.

Esta única solución integral ataca simultáneamente los altos costos de transacción y la incertidumbre institucional (North, 1990) mediante tres componentes interconectados (Tabla 3):

1. Gestión Territorial (Capacidad Institucional): La institucionalización de la Mesa Técnica Departamental, formalizada por ordenanza, cuya función exclusiva es canalizar recursos del Sistema General de Regalías (CTel) para cofinanciar el

sostenimiento de la acreditación (ISO/IEC 17025) en laboratorios de la UIS, UDES y Agrosavia. Esto resuelve el fallo de mercado donde la empresa privada no invierte por alto riesgo de demanda.

2. **Descentralización de Servicios (Capacidad Dura):** La red colaborativa establece tarifas preferenciales para los pequeños productores, lo cual reduce el tiempo de respuesta analítica de 20 a 7 días hábiles y mitiga los costos logísticos del envío de muestras a Bogotá.
3. **Mejora Tecnológica en el Control de Calidad (Apropiación Social y Tecnológica):** Para introducir el componente tecnológico exigido por los mercados modernos, la red no solo provee ensayos de alta gama, sino que lidera la implementación piloto de Kits de Tamizaje Rápido en centros de acopio municipales. Esta herramienta tecnológica (Vidal, 2024) permite un prefiltrado in situ del cacao, segregando tempranamente los lotes con alto contenido de cadmio. Se complementa con una estrategia de apropiación social: las "Cartillas de Semáforo", herramientas pedagógicas que traducen los reportes de laboratorio en acciones agronómicas comprensibles para el productor.

Tabla 3

Hoja de Ruta: Red Colaborativa Universidad-Empresa (2025-2030)

Componente Estratégico	Actores Responsables	Mecanismo de Financiación (CONPES/SGR)	Meta de Impacto (2030)
Gestión Territorial	Gobernación de Santander, Asamblea, ONAC	Regalías (CTel) + Presupuesto departamental	Institucionalización de la Mesa Técnica y asignación del 2% del presupuesto de competitividad a la IC regional.
Red Colaborativa de Laboratorios	Academia (UIS, UDES), Gremios, Cámaras de Comercio	Cofinanciación público-privada (SGR 60% / Gremios 40%)	Acreditación de 3 laboratorios regionales. Reducción de costos de transacción y tiempos de espera en 50%.

Componente Estratégico	Actores Responsables	Mecanismo de Financiación (CONPES/SGR)	Meta de Impacto (2030)
Mejora Tecnológica en Control (Tamizaje)	Red Colaborativa, Fedecacao, UMATA	Fondos de fomento cacaotero	Despliegue de kits de tamizaje rápido en 40 centros de acopio. Segregación preventiva del 80% de lotes críticos.

Nota. Elaboración propia a partir del diagnóstico de la capacidad académica regional (Universidad Industrial de Santander, 2021) y los principios de economía institucional.

La Tabla 3 evidencia que la propuesta no se limita a acciones técnicas aisladas, sino que articula intervenciones en tres dimensiones complementarias: institucional (gestión), operativa (servicios) y apropiación social. La implementación de estas acciones requiere un enfoque sistémico donde cada componente refuerza a los demás, generando un ecosistema regional de calidad sostenible.

La sostenibilidad financiera se plantea mediante un modelo mixto que combina asignaciones presupuestales ordinarias, recursos del Sistema General de Regalías, cofinanciación privada y esquemas de recuperación parcial de costos. Este diseño reduce la dependencia de una única fuente de financiación y alinea incentivos entre actores públicos, académicos (UIS) y privados, garantizando que la infraestructura de calidad se consolide como un bien público territorial con apropiación compartida.

Discusión y Conclusiones

Discusión

La interpretación de los hallazgos obtenidos permite valorar la efectividad real de la política de desarrollo productivo en un contexto territorial específico. Los datos evidencian que el principal obstáculo para la competitividad del cacao en Santander no es la ausencia de normas técnicas nacionales, sino la asimetría en las capacidades regionales para demostrar su cumplimiento. Al contrastar la arquitectura institucional del SICAL con la realidad operativa de los productores santandereanos, se constata una fractura estructural entre la formulación de la política pública desde el nivel central y su implementación en la periferia. Mientras el CONPES 3866 asume que la oferta de

servicios de calidad surgiría como respuesta automática a la demanda del mercado, la evidencia demuestra que en Santander existen profundas fallas de mercado —altos costos de inversión inicial e incertidumbre sobre la demanda sostenida— que inhiben la aparición espontánea de laboratorios acreditados (ONAC, 2022).

Este hallazgo confirma de manera contundente los postulados de la Nueva Economía Institucional. Siguiendo a North (1990), las reglas formales (como el Reglamento UE 488/2014) resultan inoperantes y se convierten en barreras de entrada excluyentes si no existen mecanismos de cumplimiento (*enforcement*) accesibles. El costo de transacción para verificar la conformidad técnica mediante laboratorios centralizados en Bogotá supera la capacidad financiera y logística del pequeño productor o cooperativa base. A diferencia de estudios previos que centraban la problemática del cacao colombiano exclusivamente en técnicas agronómicas o factores edáficos (Joya-Barrero et al., 2023), este análisis revela que el cuello de botella se ha desplazado hacia la infraestructura de medición: la incertidumbre analítica se transforma en un riesgo comercial inmanejable.

Por su parte, la evaluación del impacto del proyecto ColombiaMide sugiere que las intervenciones basadas exclusivamente en cooperación técnica internacional tienen una sostenibilidad limitada si no logran consolidar capacidades de mercado locales. Los resultados indican que, si bien se logró un avance significativo en la estandarización de métodos analíticos (bienes públicos nacionales), esto no se tradujo en un aumento proporcional de la oferta de servicios comerciales acreditados en Santander. Esto permite inferir que el modelo de intervención ha sido excesivamente centralizado, transfiriendo conocimiento a entidades de alto nivel, pero sin permear eficazmente la base de prestadores de servicios regionales (Cristancho-Pinilla et al., 2021).

Frente a estas limitaciones institucionales, la respuesta territorial debe entenderse desde la teoría de las Capacidades Dinámicas (Teece y Pisano, 1994). La propuesta de configurar una Red Colaborativa de Laboratorios Universidad-Empresa no es una mera sumatoria de equipos, sino una reconfiguración estratégica de los recursos inactivos de la región (la capacidad científica subutilizada de universidades como la UIS o la UDES). Esta articulación interinstitucional genera capacidades de adaptación sistémicas frente a los cambios regulatorios globales.

Finalmente, los datos de costos de la no-calidad demuestran que el sector privado exportador tiene incentivos económicos directos para cofinanciar esta infraestructura descentralizada. Los rechazos en puerto europeo por exceso de cadmio generan pérdidas catastróficas que justifican plenamente la inversión preventiva en capacidades de verificación territorial, siempre que exista una gestión clara —como la Mesa Técnica Departamental— que alinee las contribuciones privadas con los objetivos de bien público impulsados por el CONPES 3866.

Conclusiones

La investigación demuestra que la efectividad de la Política de Desarrollo Productivo (CONPES 3866) en la cadena del cacao de Santander está severamente limitada por una disonancia institucional: la asimetría entre las estrictas exigencias regulatorias internacionales (límites de cadmio) y la precaria infraestructura metrológica local disponible para su verificación. Se constata que la centralización de los servicios de evaluación de la conformidad actúa como un impuesto implícito a la exportación, elevando los costos de transacción y la incertidumbre para los productores regionales (North, 1990).

Asimismo, el análisis del proyecto ColombiaMide revela que el éxito en el desarrollo de bienes técnicos públicos —como guías de validación y materiales de referencia— es insuficiente si no se acompaña de mecanismos que garanticen la sostenibilidad comercial de los laboratorios locales. La transferencia tecnológica desde el nivel central no genera espontáneamente capacidades de mercado periféricas sin un apalancamiento institucional sostenido.

Frente a estas fallas estructurales, se concluye que la competitividad del cacao santandereano exige transitar hacia un modelo de gestión territorial basado en las capacidades dinámicas (Teece y Pisano, 1994). La consolidación de una Red Colaborativa de Laboratorios Universidad-Empresa, liderada por la capacidad instalada de la academia regional (UIS) y respaldada financieramente por el Sistema General de Regalías, constituye la acción estratégica más viable. Esta red, complementada con innovaciones de pre-tamizaje en centros de acopio, permitiría democratizar el acceso a la calidad, transformándola de una barrera técnica en un factor de diferenciación sostenible en los mercados globales.

Limitaciones del Estudio

Es necesario reconocer las limitaciones metodológicas del estudio, principalmente asociadas a la naturaleza documental de la información analizada, lo cual impide verificar en tiempo real la operatividad actual de algunos laboratorios privados o la percepción directa de los productores sobre las barreras de acceso. La investigación no incluyó trabajo de campo mediante encuestas o entrevistas estructuradas a actores de la cadena, lo que habría permitido triangular los hallazgos documentales con la experiencia vivida de exportadores, asociaciones y técnicos de laboratorio. Esta limitación es pertinente al cuestionar la potencial validez de los resultados, pues es posible que existan capacidades informales o soluciones creativas que los productores estén usando y que no quedaron documentadas en fuentes oficiales.

Asimismo, el alcance temporal del análisis se concentra en el periodo 2014-2025, lo cual captura la respuesta institucional a la normativa europea de cadmio pero no evalúa el impacto de cambios políticos muy recientes o la efectividad de normas que aún están en periodo de transición. Los resultados reflejan un momento específico de la implementación de políticas y pueden verse afectados por transformaciones institucionales posteriores a la finalización de esta investigación.

Trabajo Futuro

Los hallazgos de esta investigación abren tres líneas prioritarias para futuros estudios. En primer lugar, se requiere una validación empírica cuantitativa que mida el costo real de la no-calidad, estimando el impacto financiero de los rechazos por cadmio frente al costo de sostener la red colaborativa propuesta. En segundo lugar, resulta pertinente el modelamiento de esquemas de gestión jurídico-financiera para consolidar alianzas público-privadas sostenibles en la administración de laboratorios regionales. Finalmente, se sugiere desarrollar investigación aplicada sobre la eficacia pedagógica de innovaciones sociales, como las "cartillas de semáforo", para traducir las exigencias de inocuidad en prácticas agronómicas adoptables por la agricultura familiar cacaotera.

Referencias

- Agrosavia. (2023). *El cacao: una historia que se está escribiendo*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <https://www.agrosavia.co/noticias/el-cacao-una-historia-que-se-est%C3%A1-escribiendo>
- Agrosavia. (2023, 17 de agosto). *Laboratorio de Agrosavia cuenta con acreditación ONAC para la determinación de cadmio en granos de cacao*. <https://www.agrosavia.co/noticias/laboratorio-de-agrosavia-cuenta-con-acreditaci%C3%B3n-onac-para-la-determinaci%C3%B3n-de-cadmio-en-granos-de-cacao>
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (6ª ed.). Episteme.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2014). *La política de desarrollo productivo: Una guía para América Latina y el Caribe*.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación* (3ª ed.). Pearson Educación.
- Bravo, D., Arianingsih, I., & van der Valk, H. (2021). Development of certified reference materials for the determination of cadmium in cocoa products. *Food Chemistry*, 342, 128328. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128328>
- Cristancho-Pinilla, E., López, L., Mojica, A., Pedraza, E., & Valqui, A. M. (2021). *Estudio sobre las necesidades y brechas de calidad en la cadena productiva de cacao y sus derivados y plan de acción*. Instituto Nacional de Metrología de Colombia. <https://colombiamide.inm.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/INFORME-EJECUTIVO-CACAO.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Política de desarrollo productivo: Un compromiso de todos. Documento CONPES 3866*. DNP. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3866.pdf>
- El Colombiano. (2017, 10 de marzo). Colombia produce más cacao que nunca. *El Colombiano*. <https://www.elcolombiano.com/negocios/agro/colombia-produce-mas-cacao-que-nunca-LX5891962>
- Escobar, S., Santander, M., Useche, P., Contreras, C., & Rodríguez, J. (2020). Aligning strategic objectives with research and development activities in a soft commodity

- sector: A technological plan for Colombian cocoa producers. *Agriculture*, 10(5), 141. <https://doi.org/10.3390/agriculture10050141>
- European Commission. (2014). *Commission Regulation (EU) No 488/2014 of 12 May 2014 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of cadmium in foodstuffs*. Official Journal of the European Union, L 138/75.
- Fedecacao. (2022). *Economía nacional del cacao: Estadísticas y proyecciones*. Federación Nacional de Cacaoteros.
- Fedecacao. (2023). *Comportamiento de la producción de cacao en Colombia*. Federación Nacional de Cacaoteros.
- Fundación Natura. (2024, 29 de agosto). *Cultura cacaotera: un legado con impacto socioeconómico en Santander*. <https://natura.org.co/cultura-cacaotera-un-legado-con-impacto-socioeconomico-en-santander/>
- Gómez, S. (2011). *Metodología de la investigación*. Red Tercer Milenio.
- Guasch, J. L., Racine, J. L., Sánchez, I., & Diop, M. (2007). *Quality systems and standards for a competitive edge*. World Bank.
- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa: Descriptivas, experimentales, participativas y de acción. *Recimundo*, 4(3), 163-173.
- Harmes-Liedtke, U. (2022). *The evolution of quality infrastructure: From technical compliance to sustainable development*. World Bank Discussion Paper Series, No. 12.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill.
- ICONTEC. (2021). *NTC 1252: Cacao en grano. Especificaciones y requisitos de clasificación*. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.
- Instituto Nacional de Metrología. (2020). *Informe de gestión: Avances en la producción de materiales de referencia para matrices agroalimentarias*. INM.
- Instituto Nacional de Metrología de Colombia. (2019, 6 de septiembre). *Robusteciendo la metodología de identificación de brechas metrológicas (MIBM) del INM*.

ColombiaMide. <https://colombiamide.inm.gov.co/robusteciendo-la-metodologia-de-identificacion-de-brechas-metrologicas-mibm-del-inm/>

Joya-Barrero, V., Huguet, C., & Pearse, J. (2023). Natural and anthropogenic sources of cadmium in cacao crop soils of Santander, Colombia. *Soil Systems*, 7(1), 12. <https://doi.org/10.3390/soilsystems7010012>

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2015). *Decreto 1595 de 2015: Normas relativas al Subsistema Nacional de la Calidad*. MinCIT.

North, D. C. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge University Press.

Okuda, M., & Gómez, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: Triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(1), 118-124.

Organismo Nacional de Acreditación de Colombia. (2022). *Directorio oficial de acreditados: Laboratorios de ensayo y calibración*. ONAC. <https://onac.org.co/directorio-acreditados>

Organismo Nacional de Acreditación de Colombia. (2024). *Análisis del índice global de infraestructura de calidad para Colombia*. ONAC. <https://onac.org.co>

Physikalisch-Technische Bundesanstalt. (2023). *Global Quality Infrastructure Index 2023*. PTB.

Physikalisch-Technische Bundesanstalt & MinCIT. (2021). *Informe final del proyecto ColombiaMide: Calidad para la competitividad*. Cooperación Alemana al Desarrollo.

Teece, D. J., & 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>

UNCTAD & World Bank. (2018). *The unseen impact of non-tariff measures: Insights from a new database*. United Nations Conference on Trade and Development.

UNIDO. (2017). *Quality infrastructure: Building trust for trade*. United Nations Industrial Development Organization.

Universidad Industrial de Santander. (2021). *Capacidades analíticas en laboratorios de la región nororiental*. Vicerrectoría de Investigación y Extensión.

- Vaismoradi, M., Turunen, H., & Bondas, T. (2013). Content analysis and thematic analysis: Implications for conducting a qualitative descriptive study. *Nursing & Health Sciences*, 15(3), 398-405.
- Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1), 155-165.
- Vidal, J. (2024, 21 de octubre). El mapeo de cadmio ayudaría a los productores de cacao colombianos. *Chemical & Engineering News*. <https://cen.acs.org/food/agriculture/Cadmium-mapping-aid-Colombian-cocoa/102/web/2024/10>
- Williamson, O. E. (1985). *The economic institutions of capitalism*. Free Press.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6^a ed.). Sage Publications.