

Mejoramiento de la poscosecha del cacao a partir del *roadmapping*

Roadmapping for improving cocoa postharvest management

Adriana del Pilar Sánchez Vargas¹, Oscar Fernando Castellanos Domínguez² y Karen Patricia Domínguez Martínez³

RESUMEN

El presente artículo muestra la metodología y los resultados que condujeron a la elaboración de las estrategias de desarrollo tecnológico de la poscosecha del cacao, que surgieron de la identificación de problemas como la deficiente calidad del cacao y la insuficiente fermentación del grano para los requerimientos del mercado internacional, los cuales evidenciaron el bajo desarrollo tecnológico en el beneficio en las principales zonas productoras de Colombia. Frente a esta situación, el uso de una metodología para la gestión tecnológica como el *roadmapping* orienta a la formulación de estrategias para el desarrollo tecnológico de la poscosecha del cacao. El proceso metodológico implementado involucró la participación continua de expertos en el enriquecimiento y la validación de los resultados durante la implementación de cuatro fases: i) análisis de desempeño, ii) análisis de brechas, iii) estructuración del *roadmapping*, y iv) formulación de estrategias de desarrollo tecnológico para la poscosecha del cacao. Los resultados obtenidos en esta investigación se encaminan a mejorar la competitividad del sector cacaoero colombiano en los mercados interno y externo.

Palabras clave: *roadmapping*, poscosecha del cacao, análisis de desempeño, análisis de brechas, *benchmarking*.

ABSTRACT

This article presents the methodology and results which led to preparing post-harvesting technological development strategies for cocoa management which emerged from identifying problems such as deficient cocoa quality and insufficient fermentation of the beans according to international market requirements as shown in the poor technological development in Colombia's main cocoa producing areas. This situation led to using a technological management tool such as *roadmapping* orientated towards formulating strategies for the technological development of cocoa postharvest management. The methodological process so implemented involved experts' ongoing participation in enriching and validating results whilst four phases were implemented: performance analysis, gap analysing, structuring *roadmapping* and formulating cocoa postharvest technological development strategies. The results obtained in this investigation were directed towards improving Colombian cocoa sector competitiveness in internal and external markets.

Keywords: *roadmapping*, cocoa postharvest management, performance analysis, gap analysis, *benchmarking*.

Recibido: mayo 23 de 2008

Aceptado: noviembre 4 de 2008

Introducción

Las características organolépticas propias del cacao en grano colombiano lo favorecen para obtener mejores precios en el mercado (ICCO, 2006). Esto implica que las condiciones de calidad del producto nacional, referentes a su sabor y olor característicos, sean reconocidas en el mercado mundial (ICCO, 2008); por esta razón Colombia es exportador de cacao 100% fino y de aroma. Es de aclarar que los volúmenes de exportación son pequeños y el cacao que sale del país cumple requisitos excepcionales de los mercados europeos.

El proceso poscosecha es de gran importancia para la calidad del producto final y de manera concreta para el desarrollo de sus características organolépticas (Mororó, 2007; Fedecacao, 2008); si bien este manejo requiere un proceso sistemático y estricto, las e-

tapas con un peso más importante para la consecución del producto final esperado son la fermentación y el secado, ya que promueven las características de color, sabor y aroma del chocolate (FAO, 1964; Wood, 1975; Gutiérrez, 1988; Gramacho, 1992; Fedecacao, 2004; Mororó, 2007; Fedecacao, 2008).

Por otra parte, Mejía (2000) sugiere que el principal problema del cacao colombiano es la deficiente calidad del grano, debido a la heterogeneidad en el grado de fermentación, ya que no hay estándares para los procesos y cada agricultor realiza las operaciones de manejo y acondicionamiento según la tradición le ha enseñado, hecho aunado al desconocimiento de las demandas del mercado en particular. Esta problemática es ratificada por la *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico* (Castellanos et al., 2007a), donde se identificaron algunos factores limitantes del desempeño de la cadena productiva del cacao-chocolate en Colom-

¹ Ingeniera Agrícola y Estudiante de M.Sc., en Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Especialista, en Docencia Universitaria. Profesora ocasional, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia. Profesional de apoyo, Estudio Definición de Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico Cadena Productiva de la Papa, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colombia. adrsanchezv@gmail.com.

² Ingeniero químico. M.Sc., en Ciencias Técnicas. M.Sc., en Administración. Ph.D, en Química, Universidad Estatal de Moscú, Rusia. Estudios posdoctorales, en Biotecnología de enzimas. Coordinador, Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión Productividad y Competitividad, BioGestión. Profesor asociado, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. ofcastellanosd@unal.edu.co.

³ Ingeniera industrial, Universidad Nacional de Colombia. Investigadora, grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad, BioGestión. kpdominguezm@unal.edu.co

bia, los cuales inciden de manera negativa en el desarrollo del sector, restándole competitividad en los mercados nacional e internacional. Entre las limitantes identificadas se pueden mencionar: i) el poco desarrollo de productos de mayor valor agregado, tales como cacao finos, de aroma y orgánicos, ii) la baja tecnificación y desarrollo de estándares para el beneficio del cacao, y iii) la deficiente normalización del control de calidad.

Frente a este panorama surge el enfoque del *roadmapping* como propuesta metodológica de gestión tecnológica, que por su robustez en el análisis espacio-temporal permite el direccionamiento tecnológico (Gerdri, 2008). En tal sentido, se planteó como objetivo definir estrategias de desarrollo tecnológico en la poscosecha del cacao encaminadas a proponer líneas de acción para su desarrollo tecnológico, las cuales buscan mejorar la competitividad mediante la aplicación del *roadmapping*. Para alcanzar este fin se desarrolló un análisis comparativo del manejo poscosecha del cacao en el contexto colombiano, definiendo factores críticos dentro de la generación de valor en relación con las prácticas de los principales países productores.

La contribución del *roadmapping*⁴ en la investigación se centra en el manejo eficiente de la lógica de captura y manejo de la información para el adecuado establecimiento de lineamientos que mejoren la competitividad sectorial. Los resultados obtenidos, planteados en forma de estrategia, se dirigen a los actores del sector cacaotero colombiano y buscan ser un referente para el fortalecimiento de las condiciones nacionales.

El artículo presenta las condiciones metodológicas que sustentaron la ejecución de la investigación. Posteriormente, se describen los resultados del *roadmapping* para: i) las capacidades institucionales del sector cacaotero, ii) la plataforma tecnológica de la poscosecha, y iii) la plataforma de mercados. Finalmente, se plantean cuatro estrategias para el mejoramiento de la poscosecha del cacao.

Roadmapping para la generación de estrategias tecnológicas

El trabajo se desarrolló de forma paralela y articulada a la construcción de la definición de la *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico de la cadena productiva del cacao-chocolate* (Castellanos et al., 2007a), aprovechando los escenarios de encuentro y trabajo con diversos actores y especialistas del sector cacaotero de Colombia. Se profundizó en el manejo poscosecha del cacao abordando la problemática de desarrollo tecnológico desde la perspectiva del *roadmapping* como metodología innovadora de gestión tecnológica, que permite sugerir estrategias encaminadas a mejorar su plataforma tecnológica.

En el contexto descrito y considerando la multiplicidad de abordajes metodológicos existentes para el desarrollo del *roadmapping* (Galvin, 2004; Mattos, 2005; Da Costa, 2005, entre otros), se ajustó la propuesta implementada por Montañez y Castellanos (2007), donde se interrelacionan algunas variables clave con el tiempo (Figura 1). Esta alternativa es un caso de aplicación del *roadmapping* en el contexto colombiano, en especial en el sector agrícola, el cual emplea el enfoque de cadena productiva para el análisis de

diversas problemáticas y aporta claridad sobre las relaciones entre los aspectos de desarrollo y el tiempo. Para la presente investigación, la fase correspondiente a la prospectiva no fue abordada, pero será desarrollada en estudios posteriores sobre el tema.

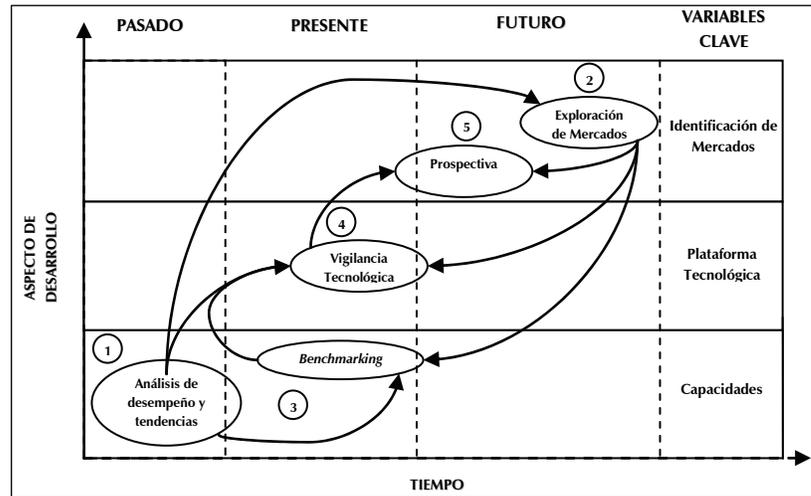


Figura 1. Relaciones entre herramientas clave y tiempo a través del *roadmapping*, adaptado de Montañez y Castellanos (2007)

El *roadmapping* es una metodología de gerencia de la tecnología (Ramírez et al., 2006) que tiene antecedentes importantes de implementación, algunos de ellos en el sector agrícola internacional como lo refieren Moitra (2007), Energetics (2005), USDA (2003) y Nasulgc – Escop (2006). Esta metodología se conceptualiza como un conjunto de alternativas que permiten lograr el desarrollo tecnológico requerido para satisfacer las demandas o dictámenes del mercado. El *roadmapping* se denomina también mapa de trayectorias —rutas o itinerarios— tecnológicas, como lo propone Medina y Ortegón (2006), catalogándolo como una manera de identificar, evaluar y seleccionar las alternativas estratégicas que se pueden utilizar para alcanzar un objetivo científico y tecnológico deseado. Autores como Lee (2007), Nabil (2006), Kajikawa (2008) y Daim (2007) definen el *roadmapping* como una metodología de planeación estratégica a largo plazo para soportar las decisiones respecto de la investigación y el desarrollo. No obstante, el *roadmapping* se encuentra vinculado con otras metodologías, tales como el *forecasting*, con el cual ha contribuido al avance tecnológico, principalmente del sector industrial, y a la planeación de un futuro acorde a las necesidades del mercado, generando nuevos objetos de desarrollo e innovación (Fúquene, 2008).

Partiendo de las definiciones existentes formuladas por autores como Phaal et al. (2003, 2004b, 2006), Lee (2007), Kostoff (2001), Albright (2003), Cosner (2007), entre otros, se retoma el concepto propuesto por Sánchez y Castellanos (2008), quienes conciben el *roadmapping* como un proceso de planeación que involucra la evolución y el pronóstico de un futuro posible en áreas clave de un sector o empresa (tecnología, capacidades, entre otras), las cuales luego del análisis sistemático e integral sugieren el camino o ruta adecuada para promover el desarrollo tecnológico que vislumbra el mercado. Tiene características particulares en primer lugar se enfoca en el mercado y las oportunidades del negocio, como elementos para la toma de las decisiones (Phaal, 2004a). En segundo lugar, a través de herramientas de soporte, contempla el comportamiento de las variables clave en el tiempo, lo que brinda mayor certidumbre. Y en tercer lugar, su flexibilidad, entendida como la posibilidad de adopción en múltiples contextos y la oportunidad de dar una rápida respuesta a los cambios del entorno (Petrick,

⁴ En este artículo se manejarán dos modalidades del *roadmapping*. La primera lo presenta como articulador de herramientas para el manejo de la información (Figura 1), mientras que la segunda lo muestra como la articulación de las actividades para el direccionamiento estratégico de la poscosecha del cacao (Figura 3).

2004). Además, dado que el *roadmapping* está fundamentado en la información interna y del entorno, permitirá realizar acciones sistemáticas y planificadas para lograr una posición o meta en un futuro particular deseado (Lee et al., 2006) que contribuyan a tomar decisiones estructuradas a través de una estrategia que soluciona dichas necesidades.

Metodología del estudio

Las herramientas utilizadas, tales como el análisis de desempeño, la exploración de mercados, el *benchmarking*, la vigilancia tecnológica y la prospectiva tecnológica, brindan elementos para completar la matriz tiempo/variables clave; cada instrumento metodológico aporta información para completar las variadas capas consideradas en el *roadmapping*; así por ejemplo, la capa intermedia, correspondiente a la plataforma tecnológica, se establece a partir del análisis de desempeño, y se complementa con ayuda de la vigilancia tecnológica.

En el estudio se propuso la adaptación del modelo de la Figura 1 para establecer cuatro fases: i) el análisis de desempeño, ii) el análisis de brechas, iii) la estructuración del *roadmapping*, y iv) la generación de estrategias de desarrollo tecnológico. Cada una de ellas se describe a continuación.

Fase I: análisis de los procesos de poscosecha de la cadena productiva de cacao-chocolate

El análisis de desempeño suministró información para las variables clave, estableciendo su estado actual de desarrollo. Este trabajo implicó tres elementos metodológicos: i) el estado de desarrollo del proceso de poscosecha del cacao en grano, ii) el análisis detallado de estudios previos disponibles sobre la cadena, su entorno institucional-organizacional, y iii) el levantamiento de información primaria a partir de entrevistas con expertos y representantes del renglón cacaotero colombiano. Para desarrollar estos elementos se analizó la información primaria y se realizó el trabajo de campo.

-Análisis de información secundaria: se partió de la recopilación, observación y estudio de los documentos sectoriales existentes y disponibles, estableciendo el desempeño con relación a los criterios de calidad y eficiencia, los cuales fueron completados posteriormente con información primaria.

-Trabajo en campo (recopilación de información primaria): se acogió el concepto de diagnóstico rural rápido (DRR), el cual es un proceso rápido, flexible y confiable, fundamentado en la corroboración y complementación de la información preexistente (Schönhuth, 1994; Contreras, 1998). Con el fin de convalidar y complementar la información recabada se trabajó con expertos y actores de las principales zonas productoras, transformadoras y comercializadoras. Adicionalmente, se entrevistó a representantes de la cadena a través de la aplicación de instrumentos de encuesta.

-Benchmarking: es considerado como un proceso que permite comparar diversas variables para establecer el desempeño de un sector por medio de la identificación de las mejores prácticas, contribuyendo a corregir defectos y reforzar fortalezas, según las necesidades específicas y los objetivos perseguidos. Debido a la dificultad de conseguir información suficiente, adecuada, actualizada y confiable, se realizaron búsquedas en páginas especializadas de los países seleccionados. El análisis se orientó a identificar las políticas implementadas en otros contextos para potenciar el impacto de los proyectos y la incidencia en la eficiencia de las investigaciones hechas (Codling, 1999).

-Vigilancia tecnológica: en el contexto de las economías emergentes es entendida como el esfuerzo sistemático efectuado por una organización para la planeación, búsqueda, análisis y difusión de información científica y tecnológica con el fin de monitorear el desarrollo científico y tecnológico, y para determinar las oportunidades y amenazas provenientes del entorno, que puedan incidir en el futuro de las variables tecnológicas en la organización y en sus procesos productivos (Castellanos et al., 2006; Palop, 1999).

La vigilancia tecnológica se desarrolló en bases de datos seleccionadas del Sistema Nacional de Bibliotecas (SINAB) de la Universidad Nacional de Colombia. Conforme al proceso planteado por Castellanos (2007b), se consultaron artículos científicos de investigación publicados en revistas internacionales, organizando la información para el análisis y la comprensión del desarrollo mundial que ha tenido la poscosecha del cacao. El acceso se llevó a cabo a través de la plataforma de las bases de datos Blackwell Sinergy®, Engineering Village 2®, ISI Web of Knowledge® y Scopus®, y el período de observación fue el comprendido entre 1990 y mayo de 2008.

Fase II: análisis de brechas

El análisis de brechas brindó información relacionada con la plataforma tecnológica de la poscosecha del cacao (Figura 2). Corresponde, en primera instancia, a la determinación de diferencias entre las prácticas implementadas en la poscosecha del cacao en Colombia, frente a los referentes teóricos. En segundo lugar, analiza al manejo realizado en otros países productores y exportadores de cacao, elegidos de acuerdo con su importancia en el mercado internacional. Y por último, a la identificación de vacíos respecto de la investigación reportada en el ámbito internacional obtenido en la vigilancia tecnológica.

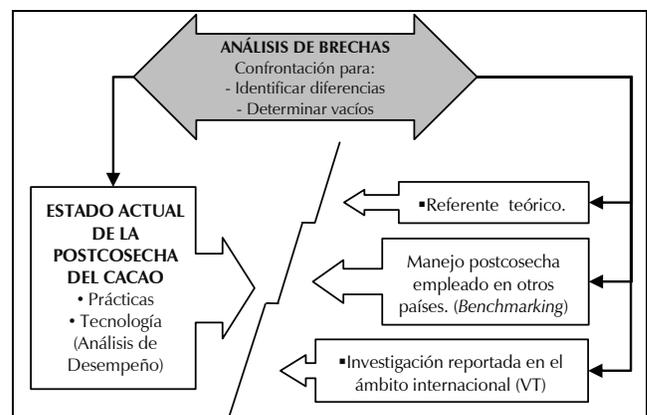


Figura 2. Representación esquemática de los elementos considerados en el análisis de brechas

Fase III: estructuración del *roadmapping*

Se relaciona con la estructuración del diagrama del *roadmapping*, que corresponde básicamente a la representación esquemática de los resultados obtenidos con las herramientas de apoyo (Figura 1), que da paso al diagrama sobre el cual se formula la propuesta estratégica (Figura 2). Por medio de esta representación se hacen explícitos elementos jalonadores del mercado que se convierten en temas prioritarios de atención.

Para la estructuración de las estrategias de desarrollo tecnológico de la poscosecha del cacao a través del *roadmapping* se consideraron tres variables: mercado, plataforma tecnológica y capacidades, cada una de las cuales corresponde a una capa en el esquema

del *roadmap*. Así pues, estas tres plataformas se analizaron teniendo en cuenta, en primer lugar, el mercado vinculado a las tendencias de consumo bajo la perspectiva de satisfacer las cambiantes exigencias de los consumidores del cacao, acorde con los criterios de calidad existentes y considerando su comportamiento en el tiempo. En segundo lugar se abordó la plataforma tecnológica, como el soporte en procesos, técnicas y criterios que permiten el adecuado manejo poscosecha del grano y que garantiza la calidad e inocuidad del cacao colombiano. Por último, se consideraron las capacidades nacionales, referentes a la existencia de organismos encargados del direccionamiento estratégico de la cadena, así como de entes decisores y de política, los cuales dictaminan el camino del sector en el país.

Fase IV: generación de estrategias de desarrollo tecnológico

La generación de estrategias dependió de las primeras tres fases mencionadas anteriormente. La recopilación de la información sirvió de insumo para la estructuración del *roadmapping* y el establecimiento del comportamiento de las variables consideradas: i) mercados, ii) tecnología, y iii) capacidades. Esta fase estuvo acompañada de la convalidación con expertos y actores de la cadena. Se establecieron cuatro estrategias para el mejoramiento de la poscosecha del cacao; para cada una de ellas se fijaron objetivos, acciones y resultados esperados.

Roadmapping de la poscosecha del cacao

A continuación se enuncian algunos de los resultados que condujeron a la formulación de las estrategias de desarrollo tecnológico para la poscosecha del cacao. Dadas las características del presente artículo, se han obviado algunos elementos, principalmente los referentes a la plataforma de mercado y las tendencias de consumo.

-Análisis de las capacidades institucionales del sector cacao: existen instituciones que tienen la misión de implementar el desarrollo del sector cacaoero y por ende las condiciones del manejo poscosecha en el país. Sin embargo, Castellanos *et al.* (2007a) resalta que uno de los principales problemas se da por la ausencia y el bajo impacto de la comunidad académica, científica e ingenieril; esto se evidencia en los proyectos en ejecución, publicaciones y otros, desarrollados por las entidades de apoyo institucional de la cadena. Entre los años 2004 y 2007 el total de proyectos fue de 113; sin embargo, los proyectos de investigación tan solo corresponden al 6% del total.

-Análisis de la plataforma tecnológica de la poscosecha: para la comparación con el contexto internacional, se eligieron países como Costa de Marfil, Ghana, Malasia, Indonesia, Ecuador, Venezuela y República Dominicana. Esta selección se hizo principalmente basándose en los volúmenes de exportación y en otros casos por las similitudes con el entorno latinoamericano.

El proceso poscosecha en los países productores de cacao analizados presenta características comunes, como se aprecia en la Tabla 2. Algunas de las características consideradas son: la escasa tecnificación de los procesos y la persistencia de costumbres culturales para el desarrollo del proceso fermentativo, lo que impide garantizar la misma calidad del producto (Laven, 2005; Liendo, 2006; Report, 2002; IICA, 2007). Además, hay alto empleo de mano de obra para estas actividades, situación que persiste debido a que en general existen pocos incentivos para implementar o realizar mejoras a los procesos y estos implican costos que los agricultores no están dispuestos a asumir si no hay la debida recom-

pensa en el precio (Usaid, 2000; Ramírez, 2006). Con relación al secado, se realiza en general en patios principalmente de madera, pero en ocasiones se refiere el uso de superficies de diferentes texturas que inciden también en la calidad del producto final (Apraca, 2007).

Tabla 1. Proyectos relacionados con la poscosecha del cacao en Colombia

Fuente	Entidad Representante	Proyecto
SIGP	Universidad Industrial de Santander	Obtención de subproductos a partir del mucílago de la semilla de cacao en la serranía de los Yariquíes (Santander).
ScienTi	Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos	Ajuste, validación y transferencia de fermentación de cacao en tambor rotatorio.
ScienTi	Centro de Investigaciones Facultad de Economía (CIFE)	Análisis cuantitativo, estadístico y econométrico del comercio del cacao, subproductos y derivados.
Cartilla	Federación Nacional de Cacaoteros - Fondo Nacional del Cacao	Beneficio o manejo de la poscosecha del grano de cacao.
		Fundamentos para el beneficio del cacao y la caracterización del grano.
		Caracterización físico-química del grano de cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>) en Colombia.
Revistas		El beneficio y características físico-químicas del cacao (<i>Theobroma cacao L.</i>).
		Fundamentos para el beneficio del cacao y la caracterización del grano.
Proyectos de investigación		Recolección, caracterización morfoagronómica y molecular de materiales criollos y de alto rendimiento.
Fondos concursales MADR - 2008	Universidad de Antioquia - UDEA	Implementación de procesos y técnicas biotecnológicas para la producción de cacao con alto contenido de polifenoles.
	Universidad de Antioquia - UDEA	Optimización del proceso de pre e industrialización de cacao para obtener productos con alto contenido de polifenoles.

Fuente: Coordinación cadena productiva del cacao – chocolate MADR (2008)

Del total de trabajos sólo el 9% corresponde a aquellos relacionados con el beneficio del cacao, y la mayoría son documentos de transferencia tecnológica hacia agricultores, siendo evidente la ausencia de proyectos formales de investigación y desarrollo tecnológico en esta área, tal como se muestra en la Tabla 1.

-Análisis de la plataforma de mercados: una síntesis del análisis realizado, sugiere que el mercado mundial del chocolate requiere productos originados a partir de cultivos y procedimientos orgánicos, así como el impulso de alimentos funcionales a partir del cacao, con lo cual se hace necesario el desarrollo de nuevas líneas competitivas por parte de la industria nacional para satisfacer dichas demandas; sin embargo, esto exige mejoras en el proceso y tecnificación poscosecha, acompañadas de programas de transferencia, junto con la implementación en la comercialización y mercadeo de criterios estrictos de calidad, como la estandarización de procesos.

Se identificaron además interrelaciones en tres aspectos: i) la calidad de los productos demandada por los consumidores; ii) el aumento del consumo con una fuerte tendencia a productos diferenciados, con importante agregación de valor, relacionados en especial con cacaos especiales (finos y de aroma, orgánicos, funciona-

les, entre otros), y iii) la urgente necesidad de control de procesos para garantizar el tipo de productos que reciben los consumidores.

Tabla 2. Comparación de las variables consideradas en el proceso poscosecha del cacao en grano para principales países exportadores

VARIABLE	Costa de Marfil	Ghana	Malasia	Indonesia	Ecuador	Venezuela	Colombia	República Dominicana
Tipo de cacao cultivado para exportación.	Trinitario	Trinitario	Trinitario	Trinitario	Trinitario y Criollo	Criollo y Trinitario	Criollo y Trinitario	Trinitario
Calidad de grano exportado ⁵ .	Corriente	Corriente	Corriente	Corriente	Fino y de aroma	Fino y de aroma	Corriente y Fino de aroma	Cacao Orgánico
Comercialización de cacao fermentado.	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	En ocasiones no
Infraestructura para proceso de fermentación y secado.	Básica	Básica	Básica	Básica	Básica	Básica	Básica	Básica
Control y tiempo proceso de fermentación.	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO
Estandarización procesos de fermentación y secado ⁶ .	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Comercialización considerando criterios de calidad (grado de fermentación).	NO	SI	NO	NO	SI	SI	Existe norma pero no es implementada	SI
Control fitosanitario durante el almacenamiento.	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Incluido en el panel <i>ad hoc</i> como productor de cacao fino y de aroma.	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI
% exportador fino y de aroma reconocido por panel <i>ad hoc</i> .	NO	NO	NO	1%	75%	75%	100%	40%

Es de aclarar que el agronegocio del cacao en Colombia se concibe como una organización sistémica de cadena, con lo cual las problemáticas de la poscosecha no se limitan a los pequeños productores (segmento encargado de realizar el proceso de beneficio), por lo cual en la Tabla 3 se presenta la síntesis de las brechas identificadas de acuerdo a los segmentos y los eslabones que inciden en el desempeño general de la cadena productiva.

Articulación y relación de los componentes del *roadmapping*

La representación de la información recolectada en las plataformas de capacidades, tecnología y mercados es analizada y desarrollada a partir de las diversas herramientas bajo una presentación multicapas (Phaal *et al.*, 2003; Probert, 2003; Phaal *et al.*, 2004a), tal como se muestra en la Figura 3.

Se determinó que en la poscosecha del cacao se presentan malas prácticas agrícolas, baja transferencia tecnológica y escasa investigación. Con relación al análisis de brechas se identificaron vacíos en investigación relacionada con normalización y estandarización del proceso de beneficio acorde a cada región productora, aunada a un deficiente papel institucional, junto con la visión de cadena hacia mercados especializados y los resultados del *roadmapping* referentes a: i) el incremento del precio con productos de alto valor agregado, ii) la calidad como criterio fundamental y iii) la diferenciación de productos. A partir de estos criterios se constituye-

⁵ La información no es precisa en cuanto a los volúmenes de cada uno de los cacaos cultivados así como las calidades del mismo.

⁶ Es de resaltar que este punto en particular no se encuentra completamente formalizado en documentos técnicos o científicos, por lo cual es difícil determinar la veracidad de la información.

ron elementos importantes que permitieron centrar el trabajo de definición de estrategias hacia la producción de alimentos a partir de cacao, orgánicos y funcionales (nutracéuticos, finos).

Adicionalmente, se requieren incentivos: a la investigación, el desarrollo y la innovación, aunado a la estandarización de procesos por regiones y apoyo a la tecnificación y desarrollo de cultivos y productos con alto valor agregado a través del fortalecimiento de la asociatividad, entre otros puntos.

Estrategias tecnológicas para el mejoramiento de la poscosecha del cacao

Como resultado de la presente investigación se propusieron cuatro estrategias para la poscosecha del cacao (Tablas 4 a 7), las cuales permitirán al sector consolidar y promover su competitividad. Un eslabón débil de la cadena ha-

ce peligrar el desempeño de la misma, por esta razón se sugieren estrategias para el mejoramiento del segmento de los pequeños productores, beneficiando de manera integral a todos los actores, dado su carácter sistémico. Además, las estrategias sugieren acciones tendientes a mejorar los procesos de fermentación y secado, ya que en estas dos etapas, radica gran parte de las características organolépticas del producto que son requeridas por el mercado final.

Las estrategias sugeridas son pertinentes para el sector cacaotero colombiano, ya que atienden de manera explícita los dictámenes de los mercados y las preferencias de consumo, aspectos en general desatendidos. Se encuentran justificadas y sustentadas con el estado actual, además proponen acciones para su ejecución en el horizonte temporal cercano y lejano para garantizar un desarrollo sistemático y progresivo por parte del sector.

Conclusiones

El análisis integrado de los resultados obtenidos a través de la metodología del *roadmapping*, por medio de la aplicación de las diferentes herramientas soporte, entre ellas el *benchmarking* y la vigilancia tecnológica, ratificó que el manejo poscosecha del cacao en Colombia requiere desarrollo tecnológico, ya que las brechas tecnológicas existentes entre el manejo actual del proceso y los referentes teóricos, investigativos y de implementación de otros países productores, evidencian cierto rezago en el país, aspecto que además se ve favorecido debido a la poca trascendencia que se le otorga al beneficio en los entes rectores del sector. Elementos permitieron vislumbrar el incipiente estado de desarrollo de la poscosecha del cacao en Colombia frente a los referentes internacionales, dado que en los países productores desde hace algunos a-

ños se ha abordado de manera reiterada este tema en investigaciones y patentes.

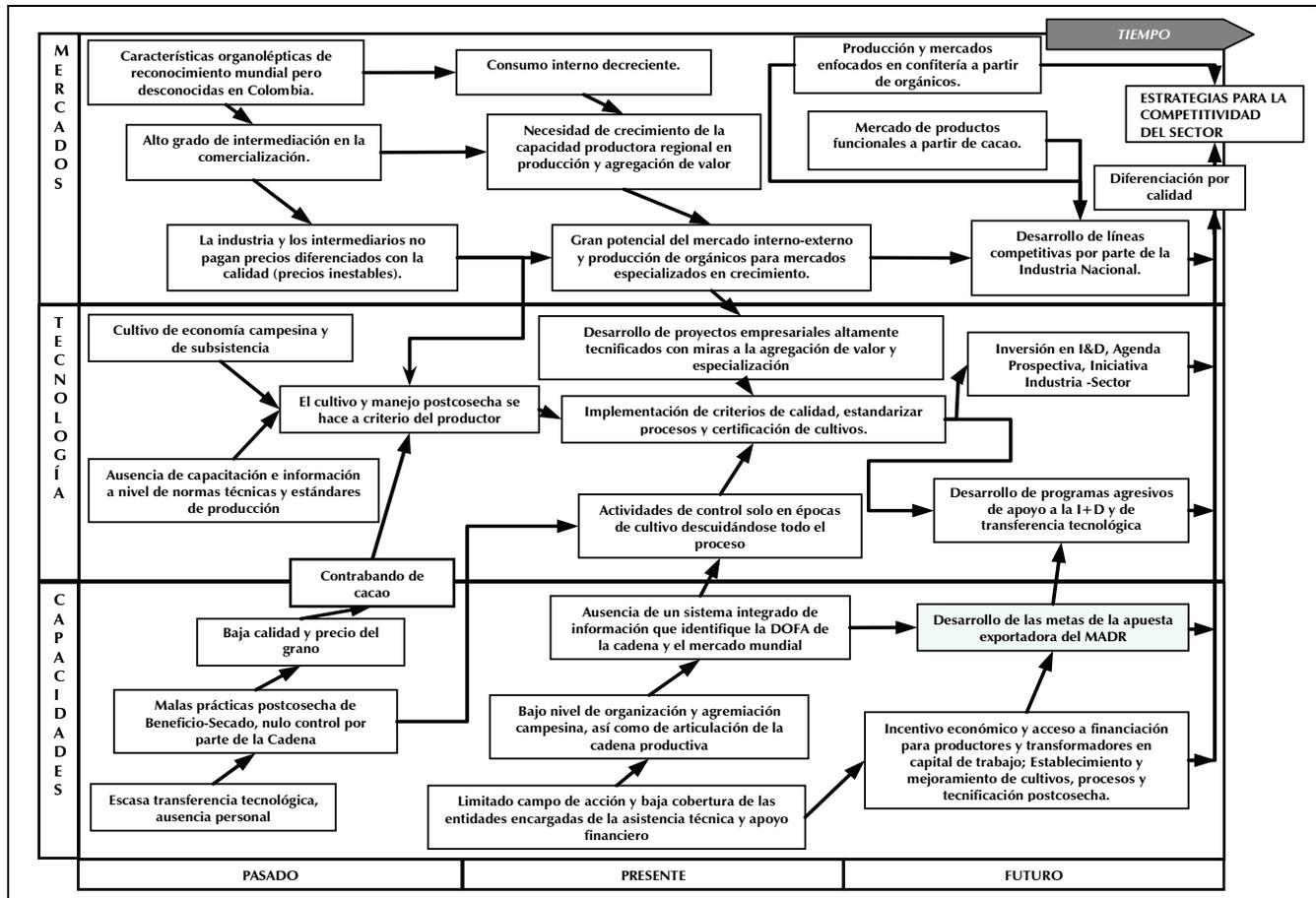


Figura 3. Roadmapping de articulación de actividades para la planeación tecnológica de la poscosecha del cacao en Colombia

Tabla 3. Síntesis de las principales brechas identificadas en la poscosecha del cacao

Análisis de desempeño	Vigilancia tecnológica
<p>Segmentos pequeños de productores</p> <ul style="list-style-type: none"> - Procesos de beneficio no estandarizados, lo que repercute en las características organolépticas del producto. - Es necesario hacer mayor énfasis en las diferencias en el tiempo de fermentación según las variedades. - El secado se realiza en patios de cemento, lo cual causa deterioro en la calidad del grano. - Hay inconvenientes en el secado del grano, por coincidir el período de lluvias con la cosecha en algunas regiones productoras. - El agricultor no efectúa el beneficio y vende el grano húmedo⁷, lo que incide en la calidad y en los ingresos obtenidos. Esta práctica se presenta sólo en el municipio de Arauquita y, por el contrario, tiene un impacto positivo en el proceso de fermentación y por ende en la calidad del grano. - Problemas en el manejo poscosecha que inciden en el desempeño de la cadena. <p>Eslabón industria transformadora</p> <ul style="list-style-type: none"> - La industria procesadora recibe el producto en cualquier estado, con mayor 	<ul style="list-style-type: none"> - En Venezuela se tienen caracterizados los procesos poscosecha del cacao para cada una de las regiones productoras. - El tema de la fermentación ha sido abordado por investigadores de Malasia, quienes han estudiado los subproductos de la misma, así como su incidencia en las características de calidad del grano de cacao. - Se tienen estudios detallados de los procesos de secado con control de los productos obtenidos en el proceso bajo el criterio de incidencia en la calidad del producto final. - Los investigadores de Ghana e Indonesia se han dedicado a conocer con mayor profundidad los procesos de fermentación llevados a cabo en varios países. - En apariencia el estudio de la poscosecha en otros contextos se está convirtiendo en un tema decadente de investigación,

⁷ En "baba", como se denomina comúnmente.

<p>cantidad de pasilla y sin la fermentación adecuada, con poco castigo o beneficio en el precio.</p> <p>Segmento gran industria transformadora</p> <ul style="list-style-type: none"> - La gran industria transformadora realiza trabajos de desarrollo en poscosecha pero el impacto no es grande debido a que sus propuestas sólo tienen influencia interna. <p>Entorno organizacional</p> <ul style="list-style-type: none"> - Baja transferencia de la tecnología, unida a la escasa asistencia técnica y poca capacitación. - Incremento en las áreas cultivadas con cacao. - Descuido de los criterios de manejo de poscosecha del producto, así como de los mercados destino de la producción. - Ausencia de investigadores y comunidad científica dedicada al fortalecimiento de las actividades de agregación de valor en la cadena, con muy poca incidencia de las universidades públicas y menos aún privadas, en el desarrollo científico y tecnológico de la misma. - Pocos grupos de investigación dedicados al estudio de la poscosecha de productos agrícolas que puedan abordar los procesos de desarrollo tecnológico requeridos. El trabajo de los grupos no está correctamente vinculado con el realizado por las grandes industrias transformadoras nacionales. 	<p>mientras que en Colombia no se han abordado suficientemente estas temáticas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Existen investigaciones alemanas sobre los efectos que tienen los diferentes procesos con el cacao en la formación del aroma en los productos finales. - En el contexto internacional se han realizado procesos de estandarización y optimización para garantizar cambios controlados en la composición de los productos finales. <p>Estado de los mercados</p> <ul style="list-style-type: none"> - Baja calidad del grano por falta de renovación tecnológica acorde a las exigencias del mercado. - Las técnicas de beneficio y selección del grano de cacao para su posterior venta o industrialización son conocidas por la mayoría de los agricultores, pero no son puestas en práctica porque los compradores no pagan de manera estricta la calidad. El agricultor se acostumbró a recibir el mismo precio por el grano, sin importar si está bien beneficiado o no. - No se reconocen diferencias en calidad como se acostumbra en el mercado internacional tal y como se detalla en él.
---	--

Tabla 4. Estrategias para la regionalización y consolidación tecnológica de los procesos poscosecha

ESTRATEGIA 1	REGIONALIZACIÓN Y CONSOLIDACIÓN TECNOLÓGICA DE LOS PROCESOS POSCOSECHA CON AGRICULTORES
Objetivo	Establecer en las regiones productoras las principales variables del manejo poscosecha del cacao considerando la influencia del ambiente y de la variedad en las mismas
Acciones	Respecto de variedades más relacionadas con adecuados procesos poscosecha es posible revisar con mayor profundidad los estudios existentes en Venezuela, Malasia y Ghana, que comprendan también el resultado de la vigilancia tecnológica y determinan qué criterios pueden ser utilizados para identificar las variables de mayor relevancia en el proceso de la poscosecha.
	Investigación en tipos de fermentadores que garantice condiciones controladas y dé como resultado el porcentaje de componentes benéficos y funcionales (oligoelementos, antioxidantes, entre otros), constantes durante el proceso de fermentación para el cacao colombiano, a fin de enfocar las prácticas y los productos originados a mercados específicos.
	Investigar tipos de fermentación para aumentar el porcentaje de componentes benéficos o funcionales.
Resultado esperado	Estudios del secado del cacao (natural o artificial) tendientes a establecer parámetros, según regiones productoras y variedades, estableciendo, por ejemplo, los efectos sobre la calidad del grano fermentado.
	Se espera la identificación de las variables más importantes en el manejo poscosecha del cacao para cada una de las regiones productoras, estableciendo tiempos mínimos y máximos de fermentación y secado, desarrollo de propuestas referentes a la infraestructura adecuada para este proceso, considerando las variedades y sus requisitos particulares de manejo. Las investigaciones y desarrollos se deben realizar teniendo en cuenta los requisitos del mercado en cuanto a porcentajes de fermentación en relación con la menor o mayor cantidad de polifenoles deseados en el producto final, así como las características organolépticas requeridas.

Tabla 5. Estrategias para la implementación de indicadores de calidad

ESTRATEGIA 2	IMPLEMENTACIÓN DE INDICADORES DE CALIDAD
Objetivo	Controlar de manera estricta los procesos productivos y de comercialización de los productos y materias primas, que se mercadean estableciendo criterios de calidad uniformes y reconociendo el precio real de los productos
Acciones	Establecimiento y estandarización de criterios precisos para la comercialización de cacaos finos, así como los parámetros para el manejo poscosecha, lo que se puede fortalecer a través de estímulos para los que acojan criterios de las investigaciones.
	A través de la ingeniería inversa es pertinente identificar las necesidades de los mercados; posteriormente, analizar la composición química del cacao, para definir las condiciones que se deben obtener en cada uno de los subprocesos de la poscosecha y las condiciones de tiempo y lugar de los mismos con los respectivos criterios de calidad para cada producto.
	Definición e implementación de los parámetros de calidad del cacao teniendo en cuenta las variedades, acompañados del pago y reconocimiento de la calidad.
Resultado esperado	Mejora en la difusión de las normas de calidad en los agricultores, especificando los criterios particulares para los diferentes productos requeridos por el mercado.
	Se deben tener tipificados los variados tipos de cacao comercializado conforme a los requerimientos de los mercados, además se tendrá en cuenta durante los procesos de comercialización la calidad del mismo.

Con relación a las plataformas de mercados y capacidades nacionales se ratificó que, en general, los actores inmersos en la comercialización del cacao y en particular la industria transformadora colombiana, no siempre consideran los criterios de calidad en la compra del grano ni manejan precios diferenciados con base en la

calidad del producto a partir de un adecuado proceso de poscosecha. Estos aspectos, de la mano de la estrategia propuesta relacionada con la integración de actores, demandan políticas fuertes de información a productores y capacitación a los mismos, junto con adecuados programas de tecnificación por parte de Fedecacao con el apoyo del Estado, para lograr mayor organización y mejores precios.

Tabla 6. Estrategias para el desarrollo de nuevos productos aprovechando nichos y zonas agroecológicas

ESTRATEGIA 3	DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS APROVECHANDO NICHOS Y ZONAS AGROECOLÓGICAS
Objetivo	Vincular a los diferentes actores de la cadena para el desarrollo de productos que aprovechen los nichos agroecológicos productivos, dando paso a bienes y servicios que satisfacen demandas particulares y crecientes del mercado
Acciones	Establecimiento de proyectos basados en el desarrollo de productos funcionales, para lo cual se pueden considerar las investigaciones realizadas en países como Ghana y Venezuela y las patentes de las marcas Mars y Abbott.
	Mercado diferenciado, sectorizando la producción del cacao en Colombia, aprovechando los beneficios particulares identificados en cada variedad y región para cada nicho de mercado.
	Identificación precisa de los mercados no tradicionales del cacao, fino, funcionales, entre otros, así como sus dinámicas.
Resultado esperado	Desarrollo de productos a partir de cacao, que atiendan los mercados de alimentos nutraceuticos. Se pueden retomar los trabajos realizados por Hiseq (empresa con el mayor número de patentes).
	Se espera un trabajo importante por parte de la mediana y gran industria perteneciente al segmento transformador de la cadena, donde se desarrollen productos con mayor valor agregado acorde a las exigencias identificadas a través del <i>roadmapping</i> , que aprovechen las características del cacao colombiano fino y de aroma, para nichos de mercado que requieren productos nutraceuticos y de altos requerimientos de calidad.

Tabla 7. Estrategias para la consolidación de procesos comunicativos y de manejo de información

ESTRATEGIA 4	CONSOLIDACIÓN DE PROCESOS COMUNICATIVOS Y DE MANEJO DE INFORMACIÓN
Objetivo	Permitir el acceso y conocimiento de información endógena y exógena referente a procesos poscosecha, así como a las demandas del mercado, entre otros aspectos, que faciliten la toma de decisiones y direccionen las acciones de los eslabones de la cadena, permitiendo además mayor integración entre actores.
Acciones	Recabar información y hacerla disponible a todos los actores a través de la creación y desarrollo de un sistema de información geográfica, que contenga datos sobre el producto (características organolépticas) y demandas del mercado (porcentajes de fermentación, calidad, entre otros) a través de la vinculación entre exportadores y agricultores.
	Conocer y entender las tendencias tecnológicas implementadas y en desarrollo, de manera tal que permita anticipación y/o preparación para los cambios tecnológicos del entorno, por medio de redes con investigadores de otros países productores.
Resultado esperado	Se pretende que los procesos de transferencia, direccionamiento estratégico, producción, transformación, entre otros, desarrollados por los diferentes eslabones de la cadena, se realicen con la información requerida para la toma de decisiones, de manera tal que sea posible para los actores el aprovechamiento oportuno de las nuevas tendencias del mercado de cacao en el mundo.

El *roadmapping* en el contexto de la gestión de la tecnología, es una metodología innovadora para el sector agrícola colombiano y otras economías emergentes, con la cual se puede llegar a superar

el comportamiento tendencial del sector cacaotero. Esta investigación permitió considerar diversos puntos de referencia para abordar la problemática de la poscosecha del cacao, al contemplar variables como el mercado, la plataforma tecnológica y las capacidades, que posibilitaron una información más completa y diversa para la determinación de estrategias que propendan por la competitividad de la cadena productiva del cacao-chocolate.

El *roadmapping*, acompañado de adecuadas herramientas de soporte, permitió plantear con claridad las relaciones entre las variables mencionadas; así por ejemplo, se ratificó la importancia que está tomando el control de los procesos. Se hizo evidente, además, que Colombia, y en particular, el sector cacaotero, no está preparada para responder a las exigencias de calidad y de nuevos productos, como cacao orgánico certificado o productos nutraceuticos, que requieren nichos particulares de mercado en crecimiento, ya que no posee la tecnología de poscosecha apropiada para garantizar el desarrollo controlado de las características organolépticas y de calidad exigidas.

Bibliografía

- Albright, R. E., Kappel, T. A., Roadmapping in the corporation., *Research Technology Management*, Vol. 42, No. 2, 2003, pp. 31-41.
- Castellanos, O., Rosero, I., Torres, L. M., Generación de Estrategia Tecnológica en Pymes a Través de la Implementación de un Sistema de Inteligencia., *Memorias del IX Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas (ACACIA)*, México, 2005a.
- Castellanos, O., Rosero, I., Torres, L. M., Modelo Estructurado de Inteligencia Tecnológica para la Generación de Conocimiento y el Direccionamiento Estratégico del Sector Productivo., *Memorias del IX Congreso Anual de la Academia de Ciencias Administrativas (ACACIA)*, México, 2005b.
- Castellanos, O., Jiménez, C., Sinitsyn, A., Montañez, M., Sinitsyna, O., La Vigilancia Tecnológica como Instrumento de Integración Estratégica entre Grupos de Investigación a Nivel Internacional., *Memorias del Congreso Internacional de Información Info'2006*, Cuba, 2006.
- Castellanos, O., Torres, L. M., Fonseca, S. L., Montañez, M., Sánchez, A. P., Agenda Prospectiva de Investigación de la Cadena Productiva del Cacao Chocolate, Bogotá, ISBN: 978-958-97128-3-2, Giro Editores Ltda., 2007a.
- Castellanos, O., Gestión Tecnológica: de un Enfoque Tradicional a la Inteligencia., Editorial Universidad Nacional de Colombia, ISBN: 958-701-685-8, Bogotá, Colombia, 2007b.
- Codling, S., Benchmarking, AENOR, Madrid, 1998.
- Contreras, A., Lafraya, S., Lobillo, J., Soto, P., Rodrigo, C., Los métodos del diagnóstico rural rápido y participativo., Disponible en <http://www.pronaf.gov.br/dater/arquivos/1049212319.pdf>, Consultado Mayo de 2008, 1998.
- Cosner, R. R., Hynds, E. J., Fusfeld, A. R., Loweth, C. V., Scouten, Ch., Albright, R., Integrating Roadmapping into Technical Planning., *Research Technology Management*, Vol. 50, No. 6, November/December 2007, pp. 31-48.
- Daim, T. U., Oliver, T., Implementing technology roadmap process in the energy services sector: A case study of a government agency., *Technological Forecasting & Social Change*, Article in press, 2007.
- Energetics., Incorporated, Nanotechnology for the Forest Products Industry: Vision and Technology Roadmap., Columbia, TAPPI PRESS, 2005.
- FAO., El beneficio del cacao bruto destinado al mercado., Rohan. T.H., Roma, 1964.
- Fedecacao., El beneficio y características físico químicas del cacao *Theobroma cacao L.*, Produedios, Colombia, 2004.
- Fedecacao., Guía técnica para el cultivo del cacao, Tercera Edición, SAS Industrias Gráficas, Bogotá, Colombia, 2008.
- Fúquene, A., Castellanos, O., El pronóstico tecnológico: una herramienta de gestión perspectiva para las economías emergentes., *Memorias del II International conference on industrial engineering and industrial Management*, Burgos, España, 2008.
- Galvin, R., Roadmapping - A practitioner's update., *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 71, 2004, pp. 101-103.
- García, M. L., Olin H. B., Fundamentals of Technology Roadmapping., *Strategic Business Development Department*, Sandia National Laboratories, Albuquerque, 1997.
- Gerdria N., Vatananana R. S., Dansamasatidb S., Dealing with the dynamics of technology roadmapping implementation: A case study., *Technological Forecasting and Social Change*, 2008.
- Gramacho, P. I., Magno, A. E., Mandarino, P. A., Matus, A., Cultivo e beneficiamento do cacau na Bahia, Ministerio da Agricultura e reforma Agrária, Comissão Executiva do plano da Lavouna Cacaueira - CEPCAC. Rodovia Jlhéus - Habana- Km 22, Brasil, Bahía, 1992.
- Gutiérrez, C. H., El Beneficio del cacao: Publicación Técnica No. 9., Secretaría de Agricultura de Antioquia, Talleres gráficos Departamento, Colombia, 1988.
- ICCO., A study on the Market for organic cocoa., Executive Committee, One hundred and thirtieth meeting, London, September 2006. pp. 12-15.
- ICCO., Ad hoc Panel on Fine or Flavour Cocoa., Disponible en <http://www.icco.org/>, Consultado en Marzo de 2008.
- Kajikawa, Y., Usuia, O., Hakataa, K., Yasunagaa, Y., Matsushimaa, K., Structure of knowledge in the science and technology roadmaps., *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 75, No. 1, January 2008, pp. 1-11.
- Kostoff, R. N., Schaller, R. R., Science and technology roadmaps, *IEEE Transactions of Engineering Management*, Vol. 38 No. 2, 2001, pp. 132-143.
- Laven, A. C., Relating cluster and value chain theory to upgrading of primary commodities: the cocoa chain in Ghana, AMIDSt, University Of Amsterdam, 2005.
- Lee, S., Kang, S., Park, Y., Park, Y., Technology Roadmapping for R&D planning: The case of the Korean parts and materials industry., *Technovation*, 2007, pp. 433-445.
- Lee, S., Kang, S., Park, E., Kim S., Park Y., On the framework of technology roadmapping for R&D planning: Overall process and detailed procedures., *IAMOT*, 2006, pp 1-8.
- Liendo, R. J., Marín, R. C., Prácticas poscosecha y de almacenamiento del cacao (*Theobroma cacao*) en el estado Miranda Venezuela, *Revista Facultad de Agronomía, (LUZ)*, 2006.
- Mattos, N. P., Planejamento de novos produtos por intermédio do método technology roadmapping (TRM) em uma pequena

- empresa de base tecnológica do setor de internet móvel., Dissertação Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, 2005.
- Medina, V. J., Ortegón, E., Manual de prospectiva y decisión estratégica: bases teóricas e instrumentos para América Latina y el Caribe., Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), Área de Proyectos y Programación de Inversiones. Santiago de Chile, Disponible en <http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/3/27693/P27693.xml&xsl=/ilpes/tpl/p9f.xsl>, Consultado en Septiembre de 2007, 2006.
- Moitra, S., Gupta, A., KPMG India: The Indian Sugar Industry – Sector Roadmap 2017, New Delhi, Disponible en www.indiaprwire.com/downloads/200707093533-1.doc, Consultado Enero de 2008, 2007.
- Montañez, M., Castellanos, O., Aplicación de la Inteligencia Tecnológica para el direccionamiento estratégico de sistemas de integración productiva. Caso: Cadena Productiva del Tabaco en Colombia., Memorial del XI Congreso Internacional de la Academia de Ciencias Administrativas A.C. (ACACIA). (2007).
- Mororó, R. C., Aproveitamento dos derivados, subprodutos e resíduos do cacau., CEPLAC, Cixa Postal 07, Itabuna, Bahia, Basil. 45600-970, mororó@cepec.gov.br, 2007.
- Nabil, N. Z., Bülent, C., Hodgson, A., Technology roadmapping for the next generation manufacturing enterprise., School of Mechanical, Materials and Manufacturing Engineering, University of Nottingham, Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 17, No. 4, 2006, Nottingham, UK., pp. 404-416.
- NASULGC – ESCOP., A Science Roadmap for Agriculture., National Association of State Universities and Land Grant Colleges, Experiment Station Committee on Organization and Policy, 2006.
- Palop, F., Vicente, J. M., Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. Su potencial para la empresa española., Documentos COTEC sobre oportunidades tecnológicas, Fundación COTEC para la innovación tecnológica, España, 1999.
- Petrick, I. J., Echols A. E., Technology roadmapping in review: A tool for making sustainable new product development decisions., Technological Forecasting and Social Change, Vol. 71, No. 1-2, January-February 2004, pp 81-100.
- Phaal, R., Farrukh, C. J. P., Mills, J. F., Probert, D. R. Customizing the technology roadmapping approach., Proceedings of Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET), Portland, 20-24th July 2003.
- Phaal, R., Farrukh, C. J. P., Probert D. R., Technology roadmapping—A planning framework for evolution and revolution., Technological Forecasting and Social Change, 2004a.
- Phaal, R., Farrukh, C. J. P., Probert, D. R., Technology roadmapping - a planning framework for evolution and revolution., Technological Forecasting & Social Change, Vol. 71 No 1-2, 2004b, pp. 5-26.
- Phaal, R., Farrukh, C. J. P., Probert, D. R., Technology management tools: concept, development and application., Technovation, Institute for Manufacturing, University of Cambridge, Mill Lane, Cambridge, CB2 1RX, UK., Vol. 26, No 3, 2006, pp 336–344.
- Phaal, R., Muller, G., An architectural framework for roadmapping: Towards visual strategy., Technological Forecasting & Social Change, 2008.
- Ramírez, D. C., Castellanos, O., Torres, L. M., Morales, M., Dominguez, K., Herramientas sistémicas de gestión tecnológica para la toma de decisiones: inteligencia tecnológica y roadmapping., Memorias del XI Foro de Investigación: Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática, UNAM, México, 2006.
- Report., Cote D'Ivoire: Coffee And Cocoa., Phase 1 Report, December 2002.
- Sánchez, A. P., Castellanos, O. F., Estrategias de desarrollo tecnológico para la postcosecha del cacao mediante la aplicación del roadmapping tecnológico., Congreso latinoamericano y del caribe de ingeniería agrícola CLIA, Managua, Nicaragua, Mayo de 2008.
- Schönhuth, M., Kievelitz, U., Participatory learning approaches: rapid rural appraisal, participatory appraisal. An introductory guide, 1994.
- USAID., Indonesia cocoa bean. Value Chain., U.S. Agency for International Development, 2000.
- USDA., Inform National Planning Workshop, Nanoscale Science and Engineering for Agriculture and Food Systems., 2003.
- Wood, G. A. R., Cocoa., Tropical Agriculture Series., Tercera Edición, Editorial Longman, Gran Bretaña, 1975.